

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Division de la mise en valeur et du Génie Rural

GÉNIE RURAL

circonscription du Sud

**OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE**

OUTRE MER

ROYAUME DU MAROC

ÉTUDE DES SOLS DU PÉRIMÈTRE DE L'OUED N'FIS

PAR J. CONCARET

— **RAPPORT**

— **CARTE PÉDOLOGIQUE au 1/50.000°**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

DIVISION DE LA MISE EN VALEUR
ET DU GENIE RURAL

GENIE RURAL
CIRCONSCRIPTION SUD
MARRAKECH

ETUDE DES SOLS DU PERIMETRE

DE L'OUED N'FIS

par J. CONCARET



E 10
CON

3865 Ex 1

S O M M A I R E

PREMIERE PARTIE : LE MILIEU NATUREL, LES FACTEURS DE PEDOGENESE

GENERALITES - SITUATION GEOGRAPHIQUE	Page	1
TOPOGRAPHIE		2
GEOLOGIE		3
HYDROGEOLOGIE		5
CLIMATOLOGIE		5
ROCHES MERES		7
VEGETATION		8
ACTION DE L'HOMME		9

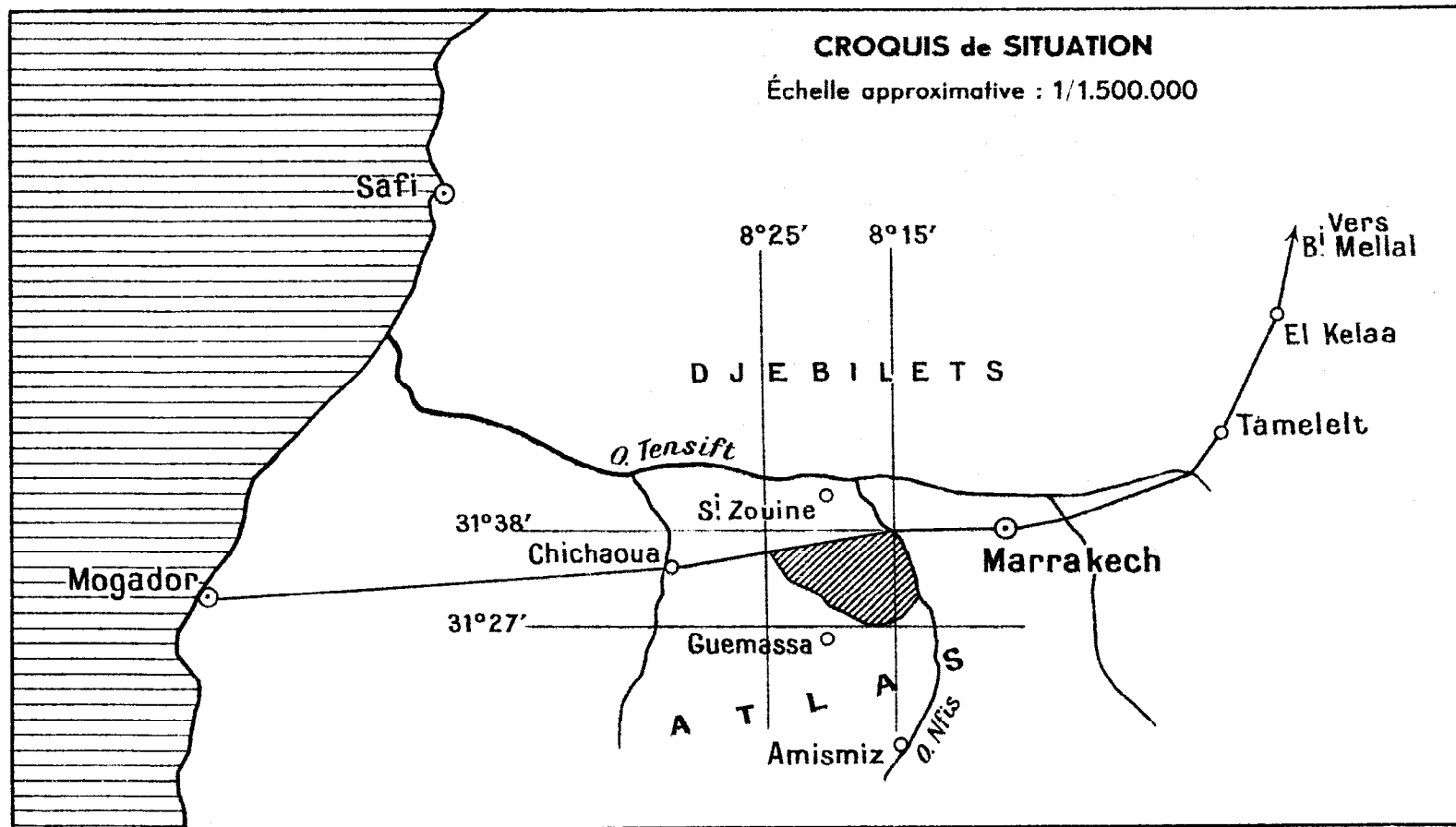
DEUXIEME PARTIE : LES SOLS

GENERALITES	10
LES SOLS DU PLATEAU	11
SOLS BRUNS ET SIEROZEMS A ALCALIS	13
SOLS BRUNS A ALCALIS	14
SIEROZEMS A ALCALIS	16
INTERET AGRONOMIQUE	18
SIEROZEMS SABLO LIMONEUX	20
SOLS BRUNS SUR CROUTE ET ENCROUTEMENTS	23
SOLS BRUNS GRANULAIRES	25
SOLS BRUNS SUR LIMONS CAILLOUTEUX	26
SOLS SQUELETTIQUES	27
SOLS JEUNES SABLEUX	27
LES SOLS DU CONE CAILLOUTEUX	28
SOLS BRUNS DEGRADES LIMONO ARGILEUX	29
SIEROZEMS SABLO LIMONEUX	32
SOLS HALOMORPHES	34
LES SOLS DU THALWEG	36
SOLS BRUNS A AMAS CALCAIRES	37
SOLS HYDROMORPHES A TACHES ET CONCRETIONS	39
CONCLUSION	40

Ière P A R T I E

LE M I L I E U N A T U R E L

LES FACTEURS DE PEDOGENESE



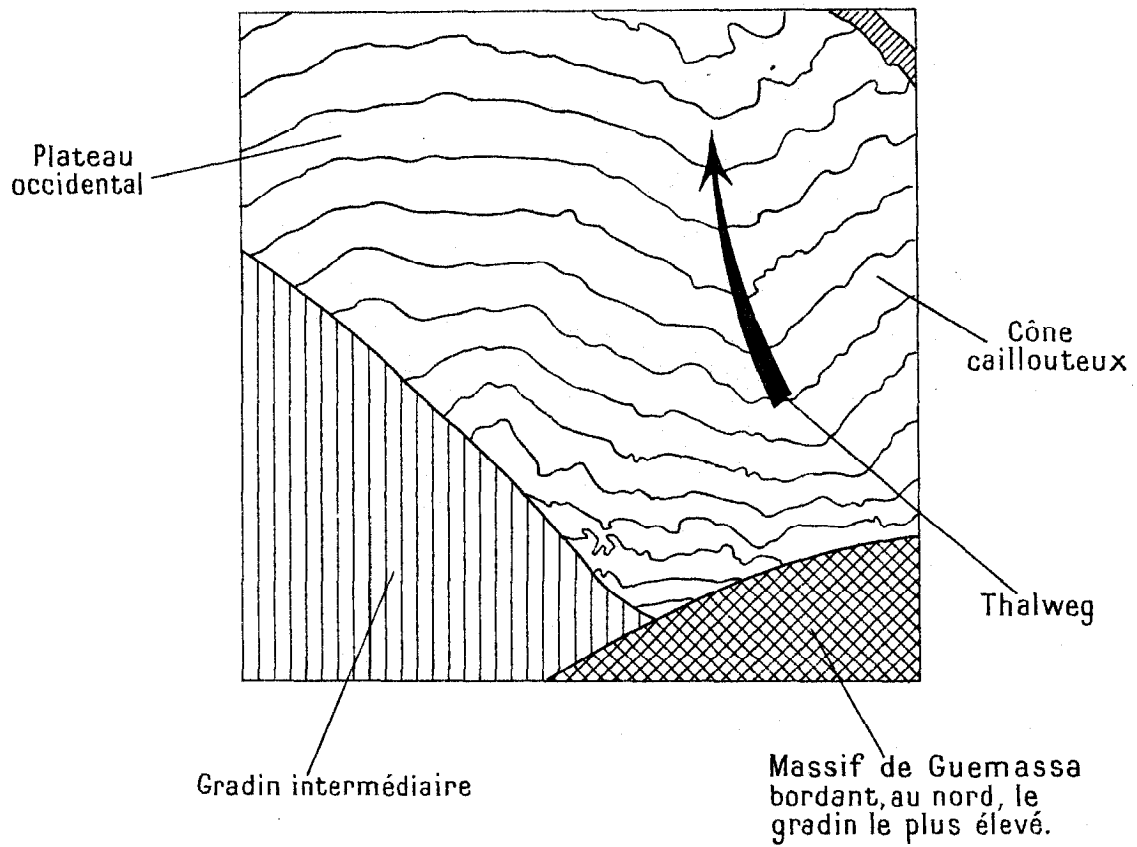
GENERALITES - SITUATION GEOGRAPHIQUE

A la demande des Services du GENIE RURAL, une carte dite de "TRI DES SOLS" a été établie pour l'ensemble du HAOUZ de MARRAKECH. Cette carte avait pour but de délimiter les sols inaptes à toute mise en valeur, représentant, en fait, le premier stade d'une étude pédologique complète. Cette étude plus détaillée est poursuivie actuellement dans certaines régions suivant l'ordre d'urgence établi par le Génie Rural.

Le présent rapport concerne l'une de ces zones.

Elle est limitée au Nord par la route de Marrakech à Modagor, à l'Est par l'Oued N'Fis, au Sud et à l'Ouest par les premières formations topographiquement accidentées de la bordure atlasique. Elle couvre une surface d'environ 20.000 hectares.

**LES DEUX GRADINS SUPÉRIEURS
TOPOGRAPHIE DU PÉRIMÈTRE**



TOPOGRAPHIE

Le Haouz Occidental "se compose de deux ou trois gradins étagés dont chacun s'appuie sur des massifs de collines constituées par des roches primaires en voie de dénudation, sous une couverture de formations secondaires ou de conglomérats et grès tertiaires" (I)

Ces trois gradins apparaissent très nettement, la zone étudiée n'est autre que la partie amont du gradin inférieur. Elle est directement dominée, au Sud/Est, par le gradin le plus élevé dont le Massif de Guemassa forme la limite Nord. Vers l'Ouest, un gradin intermédiaire s'élargit progressivement.

L'examen d'une carte topographique permet de discerner facilement trois régions naturelles dans le périmètre étudié :

1)- Un large thalweg le traverse du Sud au Nord. Il n'est emprunté par le cours actuel de l'Oued N'Fis qu'à proximité de son confluent avec le Tensift.

2)- A l'Est du thalweg s'étend un vaste cône caillouteux épandu autrefois par l'Oued N'Fis et sur lequel ce dernier circule actuellement.

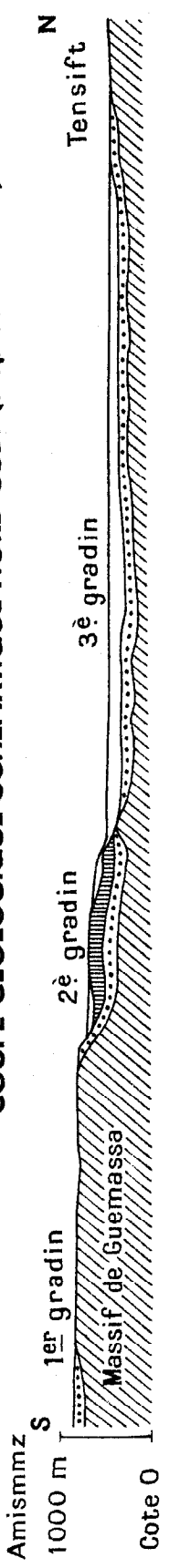
3)- A l'Ouest, constituant la majeure partie du périmètre le Bled TAMESGUELFT domine le thalweg, constituant une sorte de plateau à pente douce (6 %) de direction générale Sud/Nord.

Dans la suite de ce rapport, cette région sera souvent désignée sous le nom de "Plateau occidental" (II)

(I) DRESCH - Aspects de la géomorphologie du MAROC.

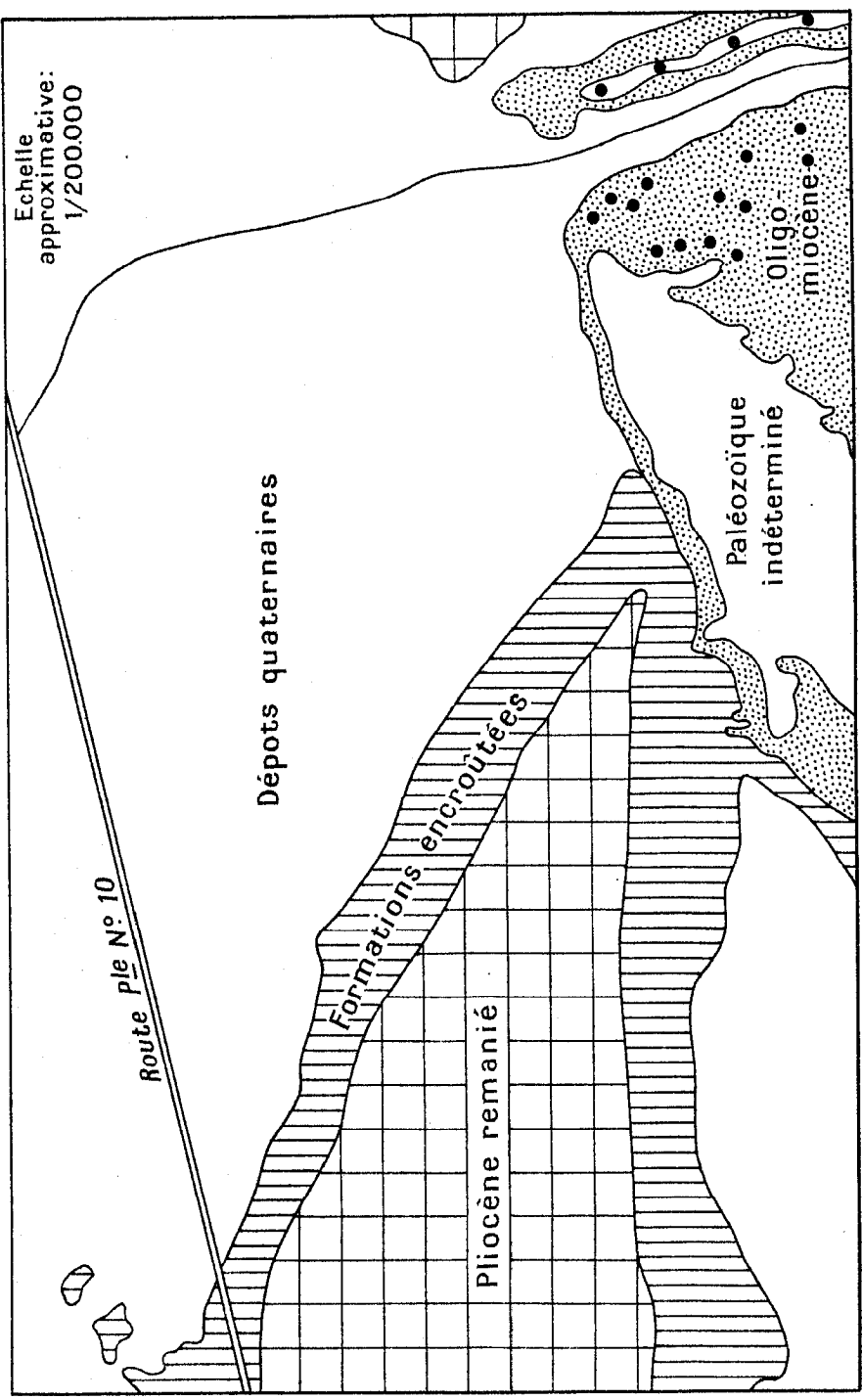
(II) Bien que ce terme ne soit pas géographiquement exact, il rend assez bien compte de la réalité topographique.

COUPE GÉOLOGIQUE SCHEMATIQUE NORD-SUD (d'après DRESCH)



- Socle paléozoïque
- Oligo miocène
- Pliocène
- Quaternaire

CROQUIS GÉOLOGIQUE (d'après DRESCH)



GEOLOGIE

Sur le socle paléozoïque sous jacent (schistes et quartzites) qui n'apparaît que rarement dans les puits, reposent des formations détritiques oligo-miocènes (grès, calcaires-marneux) et pliocènes (conglomérats plus ou moins cimentés) que surmontent, sur une épaisseur variant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres, les différents dépôts du quaternaire.

Les sols se sont développés sur ces dépôts quaternaires qui, affleurant tour à tour par le jeu de l'érosion ont constitué les roches mères. Leur étude est indispensable pour la compréhension des phénomènes pédogénétiques.

Le quaternaire est connu au Maroc comme composé d'alternances de périodes climatiques. Les unes, très humides, (Pluviaux) correspondent à des périodes d'alluvionnement et de colluvionnement intenses, les autres, plus sèches, correspondent à des phases de creusement et d'érosion. L'importance et l'intensité de ces phénomènes ont subi une décroissance constante du quaternaire ancien à nos jours. Ces phases climatiques correspondraient aux périodes glaciaires et interglaciaires européennes.

Le Pluvial le plus ancien (Moulouyen) a provoqué un recouvrement complet de la plaine par des produits de l'érosion des formations géologiques situées en amont. En fin de Pluvial, les conditions climatiques ont provoqué un puissant encroûtement. A l'heure actuelle, ces croûtes affleurent rarement sur le périmètre étudié ; par contre, près de l'oued Tensift, l'ablation des couches ultérieures les font apparaître sur une surface importante (I).

(I) Voir "CARTE DE TRI DES SOLS" HAOUZ de MARRAKECH - REGION OUEST (O.R.S.T.O.M.)

SUCCESSION DES PHASES PLUVIALES DU
QUATERNAIRE CONTINENTAL MAROCAIN

CARACTERES GENERAUX SOMMAIRES DES
DEPOTS CORRESPONDANTS

RHARBIEN Basses terrasses limoneuses

SOLTANIEN Terrasses limoneuses et dépôts
de pente

TENSIFTIEN Formations encroûtées en fin de
pluvial, parfois dalle calcaire

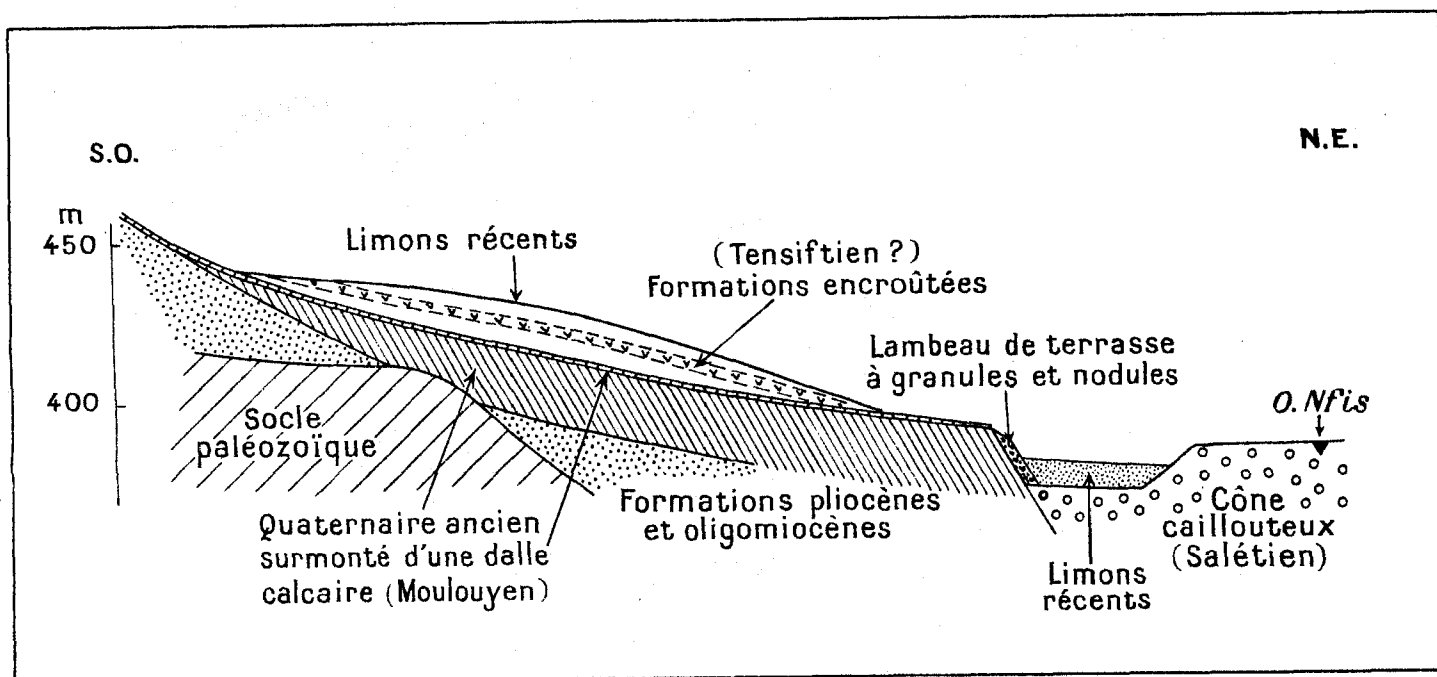
AMIRIEN Limons encroûtés en fin de plu-
vial (taches, parfois granules)

SALETIEN Formations grossières, souvent
gros cailloux (ranas), gélivation

MOULOUYEN Puissant encroûtement en fin de
pluvial. Dalle calcaire.

TERTIAIRE

COUPE SCHÉMATIQUE SUD-OUEST - NORD-EST



Après une période interpluviale pendant laquelle les oueds ont entaillé les formations Moulouyennes, un nouveau Pluvial (Salétien) provoque l'épandage d'un puissant cône caillouteux qui débouche dans la plaine par la vallée de l'Oued N'Fis. Dès ce moment, la structure actuelle de la plaine est pratiquement acquise et la séparation entre le plateau occidental et le cône caillouteux des effectuée.

Par la suite, l'Oued N'Fis a probablement été composé de plusieurs bras, dont le principal a longtemps coulé entre le cône et le plateau occidental, à l'emplacement du thalweg qui les sépare actuellement. Les pluviaux ont provoqué surtout des colluvionnements qui sont venus se superposer sur la surface du plateau occidental d'une manière générale et beaucoup plus localement sur le cône caillouteux.

Ces dépôts superposés ont tous pour origine les mêmes formations montagneuses de l'amont. Il est souvent, pour cette raison, très difficile de les différencier.

Cependant un encroûtement de type stalactiforme dans des niveaux caillouteux se généralise, sous des formations plus récentes, à l'ensemble du plateau occidental. Il est probablement dû à l'action des facteurs climatiques qui régissaient la fin du Pluvial Tensiftien. Des formations analogues apparaissent en bordure du thalweg et jalonnent certains écoulements qui parcouraient le cône, correspondant vraisemblablement à des lambeaux de terrasses.

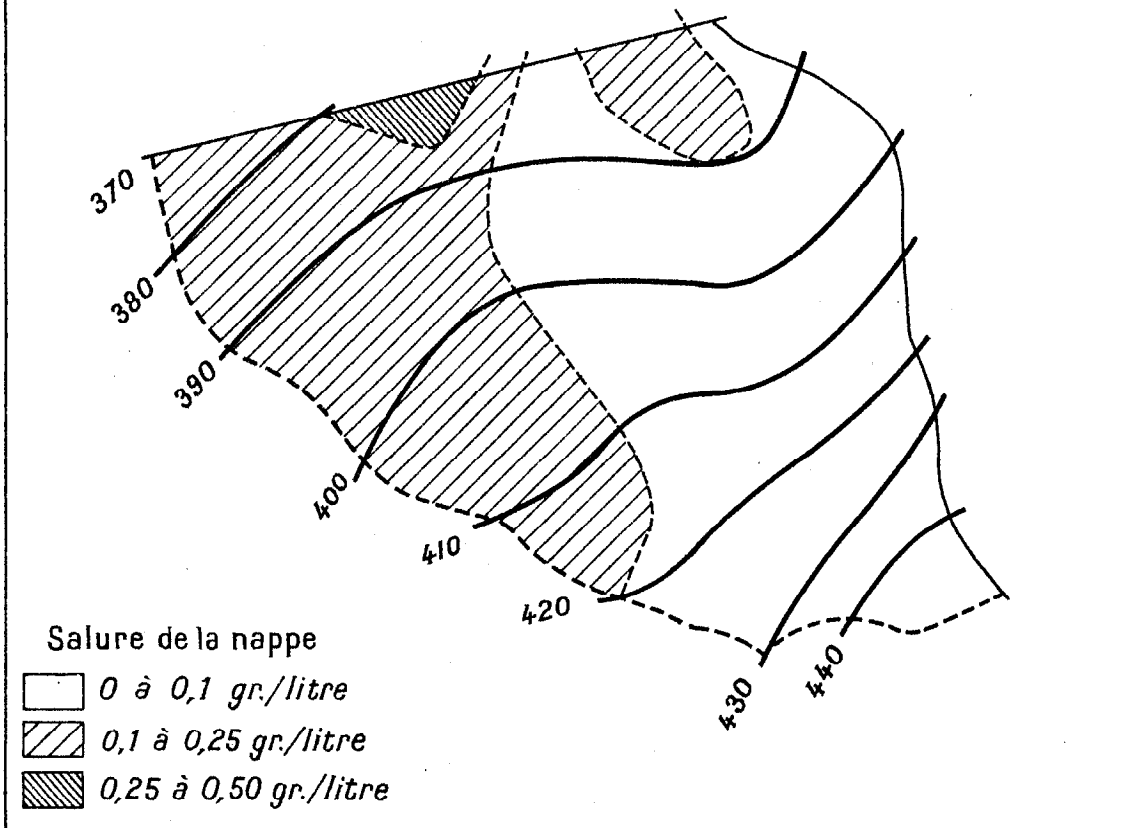
Le Pluvial Soltanien a provoqué l'enlimerage général de la zone à la fois par alluvionnement et par colluvionnement.

La plupart des sols qui existent actuellement ont pris naissance sur les dépôts de cette époque. Ceux-ci sont souvent composés de plusieurs couches dont les plus anciennes semblent les plus sableuses et qui sont séparées par des cailloutis de base ou par des horizons à texture très fine.

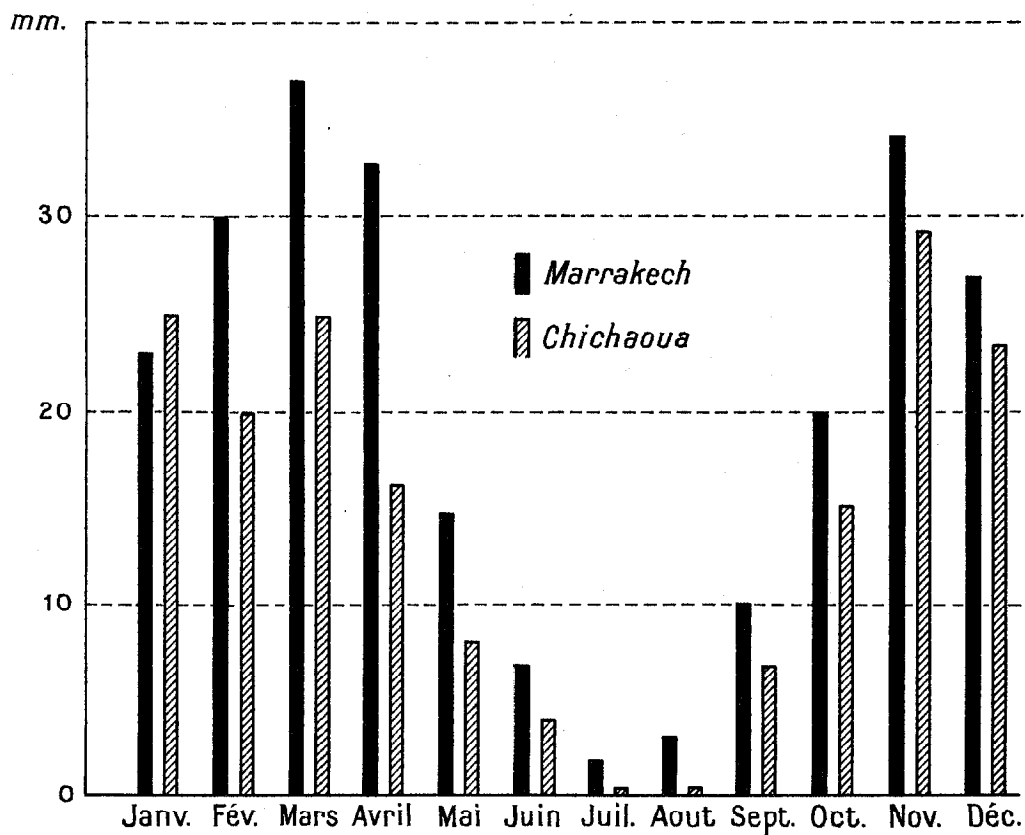
A l'interpluvial suivant ; le N'Fis s'est installé dans son lit actuel. Il est probable qu'à partir de cette époque le thalweg n'a plus servi que de collecteur pour les eaux de ruissellement et de débordement en période de crue.

Le dernier Pluvial ou Rharbien ne serait responsable que d'étroites et basses terrasses qui jalonnent l'Oued N'Fis.

CARTE PHRÉATIQUE



PLUVIOMÉTRIE



HYDROGEOLOGIE

Les courbes de niveau de la carte phréatique sont sensiblement parallèles aux courbes de niveau topographiques.

La pente de la nappe (4°/°°) est cependant plus faible que celle de la surface. Les puits situés au Sud de la zone n'atteignent l'eau que vers 30 mètres. Près de la route de Marrakech à Mogador, la nappe circule à 15 m. de profondeur sur le plateau occidental et remonte, en hiver, jusqu'à quelques centimètres de la surface, dans les dépressions.

Cette nappe est peu salée (surtout à l'Est où elle circule dans les formations caillouteuses du cône (moins de 0,1°/°° en chlore). La salure est un peu plus élevée à l'Ouest (de 0,1 à 0,3°/°° en chlore). Au Nord, du périmètre, la salure de la nappe croît assez rapidement pour atteindre plus de 1,5 g par litre en bordure du Tensift.

CLIMATOLOGIE

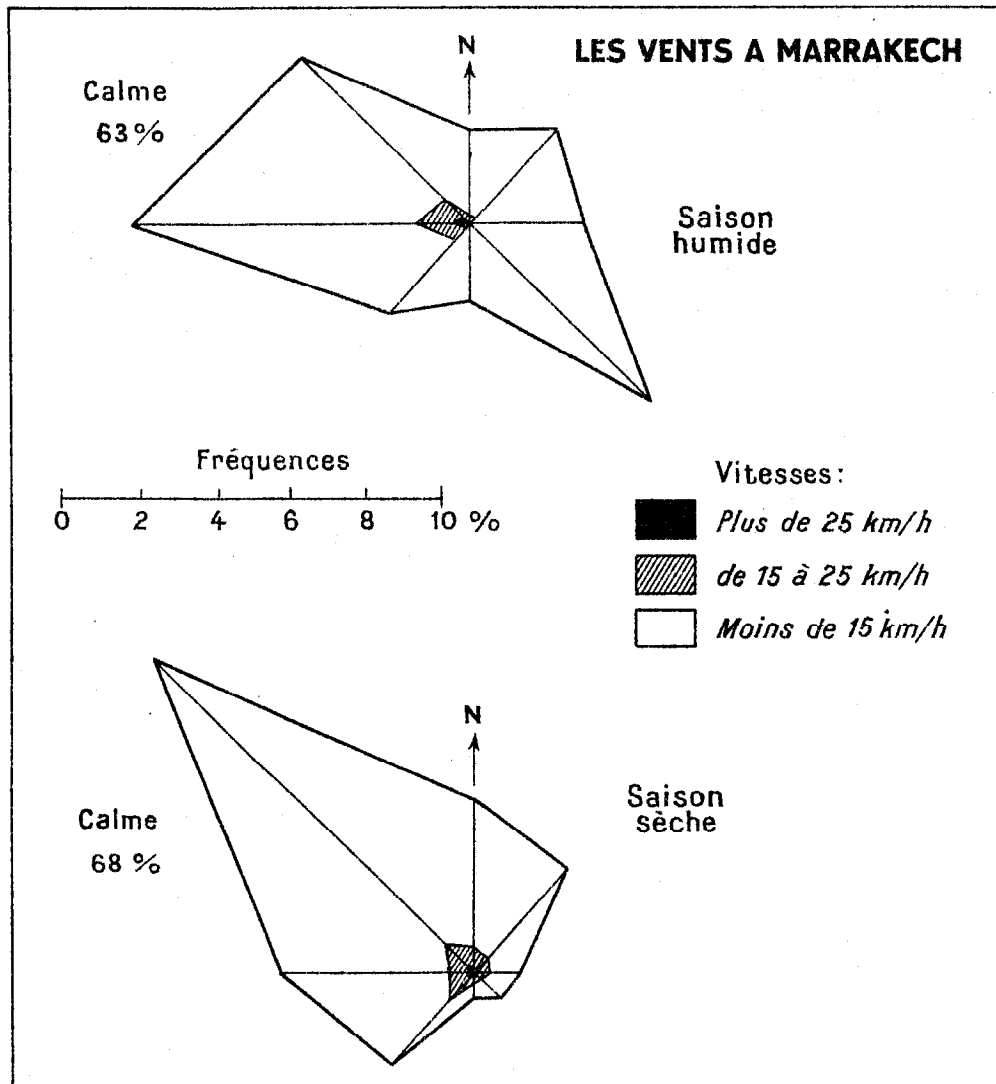
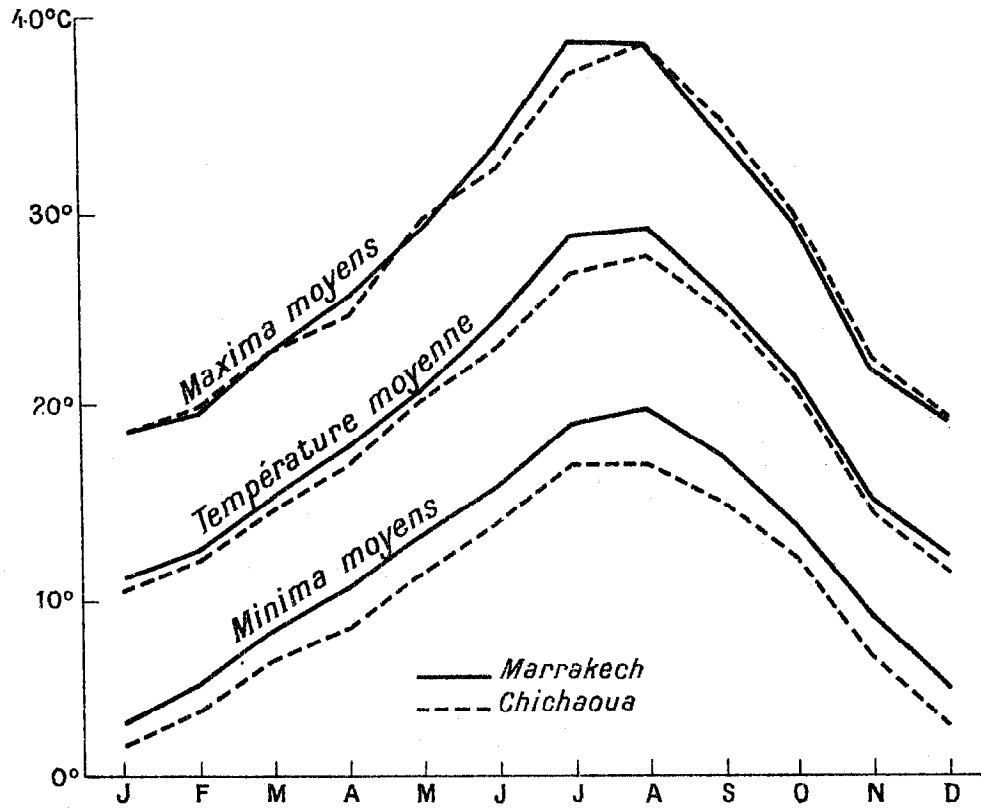
Il n'existe malheureusement pas de station climatologique sur le périmètre étudié. Les observations résumées dans les graphiques qui accompagnent ce rapport concernant les stations de Marrakech et de Chichaoua qui encadrent cette zone. Il semble toutefois que le climat de la région du N'Fis se rapproche davantage de celui de Chichaoua.

PLUVIOMETRIE

Elle décroît d'Est en Ouest. Il tombe, en moyenne, 242 mm à Marrakech, 175 mm à Chichaoua. La diminution des précipitations est très brutale dès que l'on s'éloigne de Marrakech vers l'Ouest ; aux Ouled Sidi Cheikh (15 km à l'Ouest de Marrakech) on ne recueille que 190 m/m. Les graphiques ci-joint détaillent la répartition des pluies.

Les maxima d'automne et de printemps, marqués pour Marrakech, s'atténuent à Chichaoua où la pluviométrie est, de Novembre à Avril, peu différente pour chaque mois.

TEMPÉRATURES



Le plus souvent, les pluies s'abattent en peu de temps, au cours de violents orages. Peu d'eau reste disponible pour le sol. La plus grande partie ruisselle et entraîne les éléments fins qu'elle a pu arracher.

TEMPERATURE

Les maxima moyens sont peu différents pour les deux stations considérées (moyenne annuelle : 27°3). Par contre, les minima moyens sont, à Chichaoua, inférieurs de 1,5 à 2 degrés (chaque mois) à ceux enregistrés à Marrakech. Les graphiques ci-joints illustrent ces différences. La moyenne annuelle des minima est de 11°7 pour Marrakech et 9°8 pour Chichaoua.

Ces valeurs soulignent l'importance de l'amplitude des variations thermiques dont la moyenne annuelle est de 17°5 pour Chichaoua et de 15°6 pour Marrakech. Il mettent en évidence le type nettement continental du climat et l'accentuation de cette tendance vers l'ouest.

L'HUMIDITE relative moyenne est, à Marrakech, de 72 % au mois de Janvier. En Juillet, elle n'est plus que de 32 %. Elle est infime lorsque le vent sec, connu sous le nom de "Chergui" souffle pendant les mois d'été.

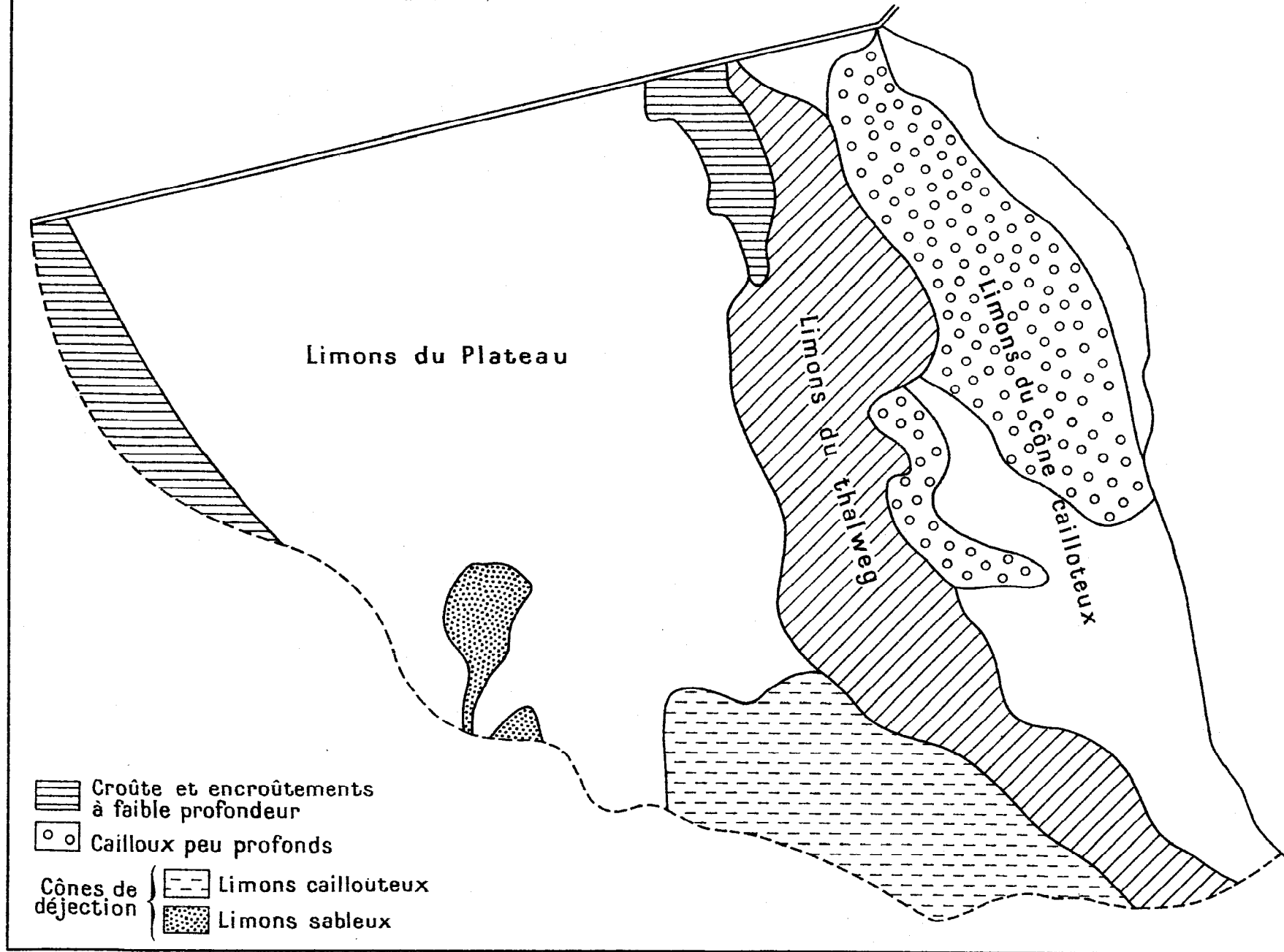
LES VENTS

Les graphiques ci-joint représentent la fréquence des vents à Marrakech, suivant leur direction pendant les périodes allant d'Octobre à Mai et de Juin à Septembre. Les vents dominant viennent de l'Ouest et du Nord/Ouest. Ces vents, parfois très violents et les nombreux tourbillons qui parcourent le bled transportent des sables et même des graviers qu'ils amassent autour des touffes de végétation.

Tous ces facteurs contrivient à la création d'un climat aride semi-désertique sous lequel les sols n'évoluent que très faiblement à partir de leur roche-mère. L'indice d'aridité de de MARTONNE est de 8 pour Marrakech, et il n'est que de 6 pour Chichaoua.

CARTE DES ROCHES MÈRES

Échelle : 1/100.000



LES ROCHES-MÈRES

Comme nous le verrons dans les parties de ce rapport consacrées à l'étude des différents sols, les limons qui constituent les roches-mères sont souvent complexes et formés de plusieurs couches superposées. Il convient cependant d'insister ici sur les différences existant à l'échelle régionale, différences dues probablement aux matériaux originels dont sont issus ces limons.

Une distinction assez nette s'établit entre les limons du plateau occidental et ceux qui recouvrent partiellement le cône caillouteux :

- Les limons du plateau sont de couleur très claire, souvent jaune pâle. Cette coloration, vraisemblablement due à des oxydes de fer, domine nettement dans les formations oligo miocènes et pliocènes de cette région. Ces limons possèdent un taux de calcaire voisin de 15 %. Ils correspondent à des dépôts de pente et l'analyse granulométrique traduit l'accroissement logique des éléments fins d'amont en aval.

- Les limons du cône sont de couleur plus foncée, parfois brun rouges. Apportés par le N'Fis, ils proviennent des matériaux souvent schisteux arrachés en amont aux rives de cet oued. Ces limons sont peu calcaires (5 à 8 %). Ce sont des alluvions dont la granulométrie correspond aux variations locales de vitesses d'écoulement.

Le thalweg, troisième grande région naturelle de ce périmètre, est tapissé de limons provenant à la fois de ses deux rives et dont la nature offre tous les termes de passage entre les limons du plateau et ceux du cône. Calcaire et coloration sont assez variables. Ils gardent toutefois, dans leur ensemble, une texture fine.

A l'intérieur de ces grandes divisions régionales, des différences de roches-mères peuvent apparaître à une échelle plus locale. Il en est ainsi lorsque l'ablation par l'érosion des limons supérieurs entraîne la présence à faible profondeur des formations sous jacentes plus ou moins encroûtées (bordure occidentale et orientale du plateau), ou caillouteuses (sur la surface du cône caillouteux). Par ailleurs, de petits cônes de déjection sableux ou sablo-caillouteux sont venus s'épandre dans la partie méridionale du plateau.

LA VEGETATION NATURELLE

La densité de la végétation naturelle est très faible. Les plantes spontanées appartiennent presque uniquement à des espèces herbacées. Seuls, des jujubiers, très clairsemés, sont les témoins d'une végétation arbustive qui a dû être autrefois plus développée, comme l'indiquent les racines trouvées dans de nombreux profils.

Les atriplex sont très abondants et généralisés à l'ensemble du périmètre. Par ailleurs, les variations locales du milieu naturel font apparaître certains peuplements particuliers :

Des plages d'halophytes soulignent les zones de sols salés avec *frankenia corymbosa*, *lycium intricatum*, *suaeda fruticosa*, etc...

Parfois, la végétation met en relief des variations importantes de texture : *Péganum armala* occupe ainsi, par exemple, la surface de lions grossiers ou même caillouteux dans la région méridionale du plateau : *Scolymus maculatus*, par contre, peuple les terrains argileux du cône ou du thalweg.

ACTION DE L'HOMME

Un abondant peuplement humain semble s'être développé autrefois dans cette région, aujourd'hui délaissée. Des vestiges d'habitations jalonnent, jusqu'à l'actuelle Zaouia de Sidi Zouine (au Nord de la zone étudiée), la rive gauche du thalweg. Les anciennes constructions effondrées forment des buttes dont certaines montrent, par leurs dimensions, l'importance des maisons qui occupaient ces emplacements.

Les photographies aériennes trahissent la présence d'agglomérations qui couvraient de vastes surfaces. Sur l'emplacement de ces anciennes villes, les sols sont profondément modifiés. Autour des buttes, la surface est recouverte de débris divers (poteries) et parsemée de morceaux de croûte, de granules et de nodules calcaires provenant des formations sous-jacentes utilisées pour les constructions.

Parallèlement au développement de l'habitat humain, les sols du plateau occidental ont été depuis très longtemps utilisés. De grosses séguias canalisaient les eaux vers les étendues cultivées. Ces séguias, très anciennes, se sont comportées comme des oueds et des terrasses sableuses se sont développées dans leur lit, probablement surcreusé.

Comme nous le verrons dans le chapitre consacré aux sols du plateau, ces irrigations anciennes ont provoqué la légradation des sols par alcalisation et, plus localement, par salure.

2ème P A R T I E

L E S S O L S

GENERALITES

La majorité des sols du périmètre appartient à la classe des sols steppiques et se répartit entre sols bruns et sierozems.

Des différenciations interviennent au niveau des sous groupes ou des familles et sont souvent dues aux conditions de milieu particulières à chacune des trois régions naturelles que met en évidence l'étude du milieu.

C'est pourquoi seront étudiés successivement :

- LES SOLS DU PLATEAU
- LES SOLS DU CONE CAILLOUTEUX
- LES SOLS DU THALWEG

LES SOLS DU PLATEAU OCCIDENTAL

Les formations les plus récentes, surmontant les dépôts quaternaires superposés, constituent les roches-mères des sols actuels. Cependant, des formations encroûtées, généralement présentes en profondeur, apparaissent dans l'écoulement qui limite la zone à l'Ouest et sur la bordure orientale du plateau.

Vraisemblablement épanchés par des oueds divagants, les dépôts superficiels sont assez peu homogènes. L'existence de couches successives de texture variable est soulignée par la présence de cailloutis de base, de lignes sableuses et, souvent, par de minces horizons constitués d'éléments très fins. Parfois, d'étroites bandes d'argile durcie sont les témoins d'horizons superficiels de paléosols, aujourd'hui enterrés. Il n'existe pas assez de différences systématiques de constitution et de coloration entre ces couches superposées pour en faire un inventaire qui ne pourrait être qu'incomplet à l'échelle de cette étude. Notons simplement un accroissement, qui semble général, des éléments grossiers dans les couches inférieures. Notons encore la composition granulométrique à forte proportion d'éléments fins des dépôts les plus éloignés de la montagne. Ceux-ci, limono-argileux, succèdent à des formations sablo-limoneuses situées en amont.

Les sols actuels ont tous subi une évolution step-pique. Sols bruns et sierozems occupent la surface du plateau; sur la bordure orientale et dans l'écoulement occidental se sont établis des sols bruns granulaires, des sols bruns sur croûte ou sur entroûtement.

Localement la salure et, d'une manière plus générale, l'alcalisation apportent des nouvelles différenciations très importantes pour un plan de mise en valeur.

Classification des sols du plateau occidental :

SOLS	Sols bruns	à alcalis	sur roche mère limo- no-argileuse	
	Sols bruns		sur limons caillou- teux	
STEPPI- QUES	Sols bruns	granulaires		
	Sols bruns		sur croûte et sur encroûtement	profonds peu profonds
	Sierozems	à alcalis	sur roche mère limo- no-argileuse	
	Sierozems		sur roche mère sa- blo-limoneuse	
SOLS MINERAUX BRUTS	Squeletti- ques		sur croûte calcaire sur cailloux roulés	
SOLS PEU EVOLUES	Sols jeunes		sableux	

En ce qui concerne les sols steppiques à alcalis (sols bruns et sierozems), malgré des différences pédologiques assez nettes pour justifier leur classification, il présentent des problèmes analogues au point de vue mise en valeur.

Compte tenu du but de cette étude, destinée au GENIE RURAL, il semble logique de les considérer dans leur ensemble.

SOLS BRUNS ET SIEROZEMS A ALCALIS

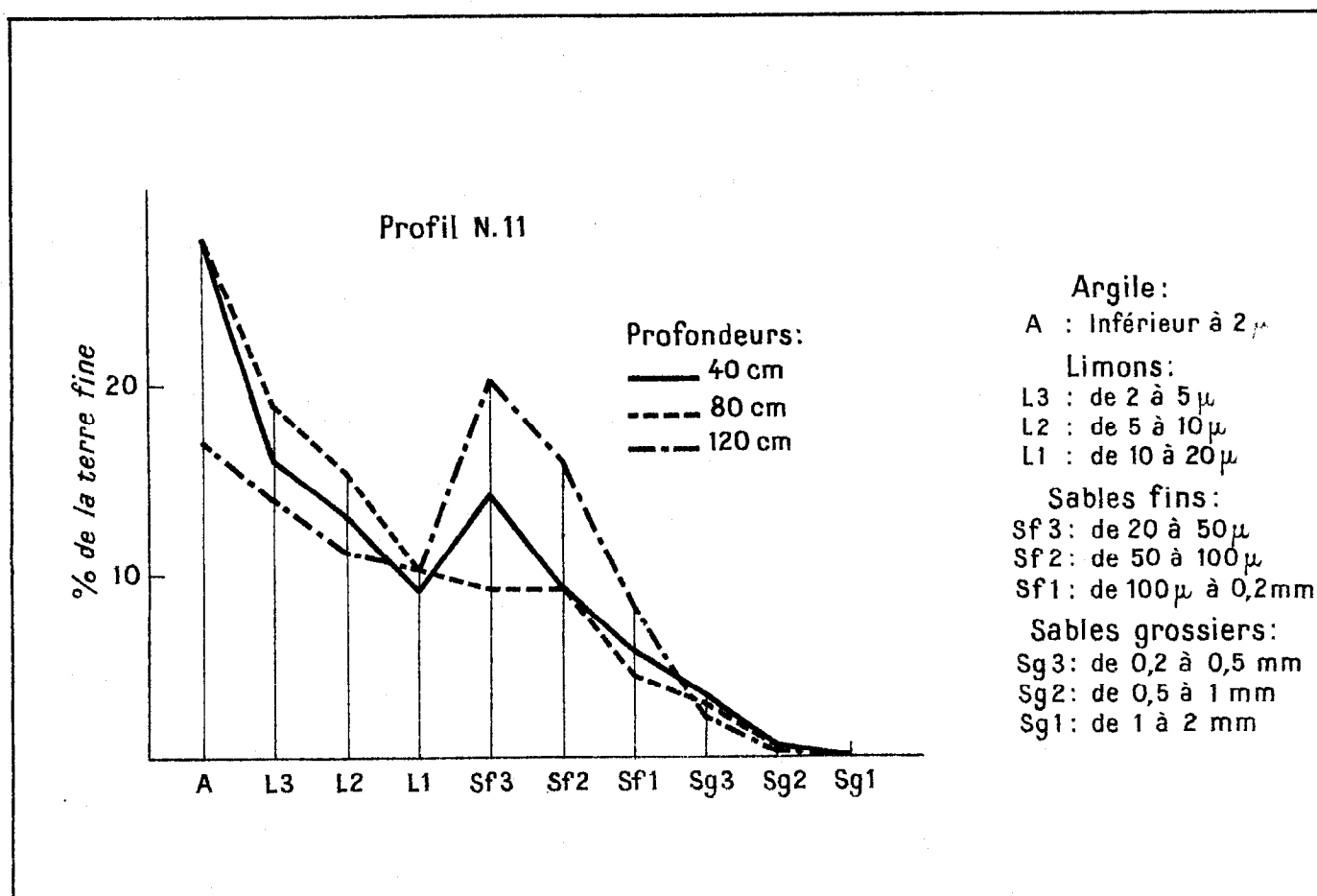
Généralités -

Ces sols couvrent une vaste surface immédiatement au Sud de la route de Marrakech à Mogador.

Ils constituent un remarquable exemple de modifications apportées à la nature par la main de l'homme. En effet, durant des siècles des séguias ont déversé leurs eaux sur ces terrains. Bien que ces eaux d'irrigation soient peu salées, il est vraisemblable qu'elles portent la responsabilité des dégradations actuelles du sol. Sous la double influence d'un climat à forte évaporation et des nombreuses répétitions des irrigations dans le temps, il s'est produit, localement, des accumulations de sels. En outre, et d'une manière plus générale, un excès de sodium s'est fixé sur le complexe absorbant. La dispersion facile de l'argile sodique, ainsi constituée, a entraîné une diminution de la stabilité structurale. La conséquence directe est une décroissance de la perméabilité en même temps que la formation d'un glaçage superficiel.

A l'heure actuelle, ces sols, sporadiquement cultivés, portent sur leur surface glacée une végétation naturelle constituée, en majorité, d'atriplex halimus et, plus localement, dans les zones à forte salure, de suaeda et de frankoenia.

RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE



- Sols bruns à alcalis

Description d'un profil type -

Sous une végétation peu dense, composée en majorité d'atriplex, la surface glacée est affectée par une érosion assez intense en nappe ravinante.

Sur un mètre environ, le sol est de couleur brun très pâle, limono argileux, d'abord nuciforme puis, assez rapidement, polyédrique.

Vers un mètre, un horizon très limoneux, jaune très pâle, fondu, contient souvent quelques petits granules et des taches de couleur rouille. Il est généralement peu épais (5 à 15 cm).

Au-dessous apparaît un limon plus sableux, fondu, où se trouvent encore, parfois, quelques tâches.

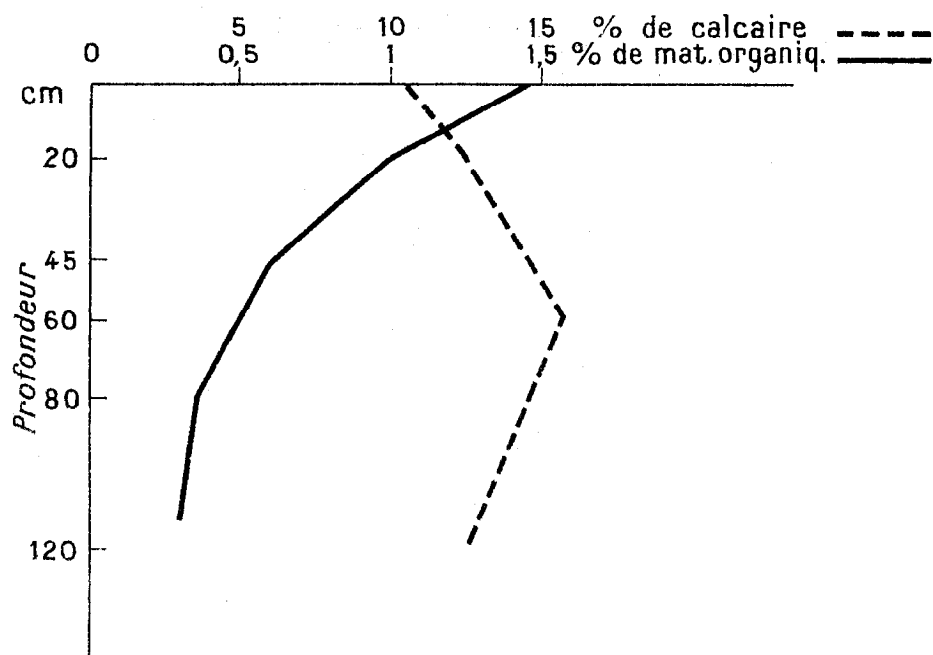
Propriétés physiques :

L'analyse mécanique fait apparaître une nette majorité d'éléments fins. L'exemple ci-contre (Profil N.II) montre la répartition granulométrique dans les trois horizons décrits. Il est représentatif des dix profils analysés.

L'humidité équivalente (centrifugation à 2.400 tours/Minute - RABAT) est de 26 % en moyenne dans la partie supérieure du profil. Elle atteint 28 à 30 % dans l'horizon très limoneux. Elle est voisine de 20 % en profondeur.

Les perméabilités, effectuées suivant la méthode PORCHET donnent pour la partie supérieure du sol des coefficients K voisins de 7.10^{-6} m/s. Bien que cette valeur soit relativement satisfaisante, il faudra, lors de la mise en irrigation, tenir compte de l'imperméabilisation superficielle due au glaçage. L'eau ne pénètre qu'à faible profondeur et l'évaporation est intense. Par ailleurs, un engorgement est possible au niveau de l'horizon limoneux. Ce phénomène s'est déjà probablement produit au cours d'anciennes irrigations abondantes, les faibles traces actuelles d'hydromorphie en sont les témoins (taches).

RÉPARTITION DU CALCAIRE ET DE LA MATIÈRE ORGANIQUE



Caractères chimiques -

Matière organique :

Le taux de matière organique suit une décroissance très régulière de la surface vers les horizons profonds. De 1,5 % en surface, il passe progressivement à 1 % vers 20 cm, 0,6 % vers 45 cm, 0,35 % vers 80 cm, 0,30 % vers 110 cm (moyenne de 10 Profils analysés).

Dans certains profils, un accroissement brutal du taux de matière organique au niveau de l'horizon limoneux fait penser à la présence d'un paléosol enterré. Cette variation, trop faible pour constituer une preuve, corrobore toutefois les discontinuités observées dans l'examen morphologique des profils.

La matière organique est bien évoluée. Le rapport Carbone/Azote est de 9 en surface. Il décroît avec la profondeur (7 à 40 cm, 6 à 80 cm, 5 à 120 cm).

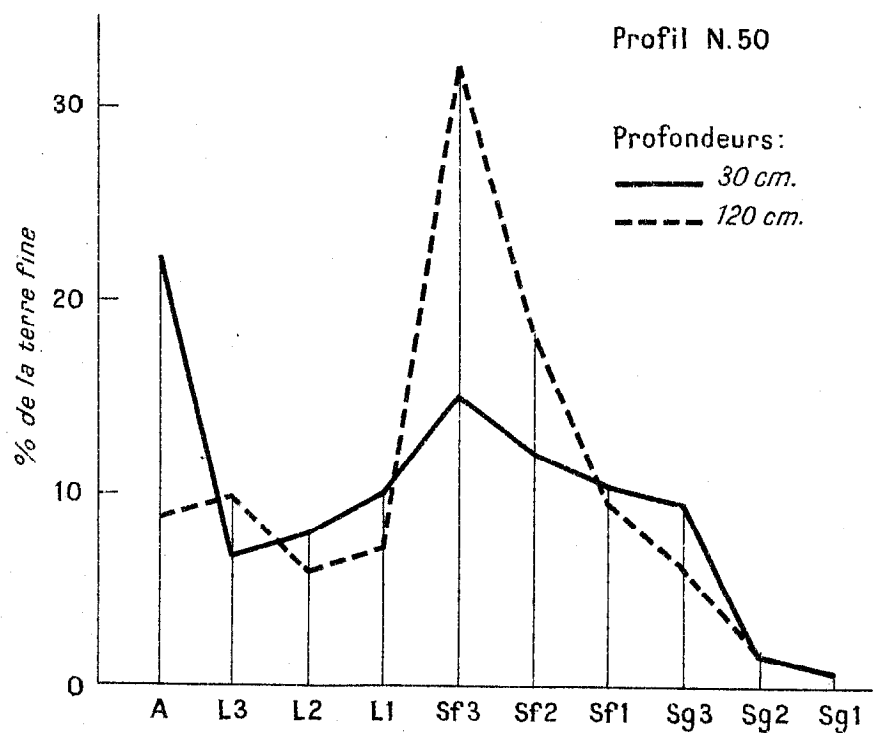
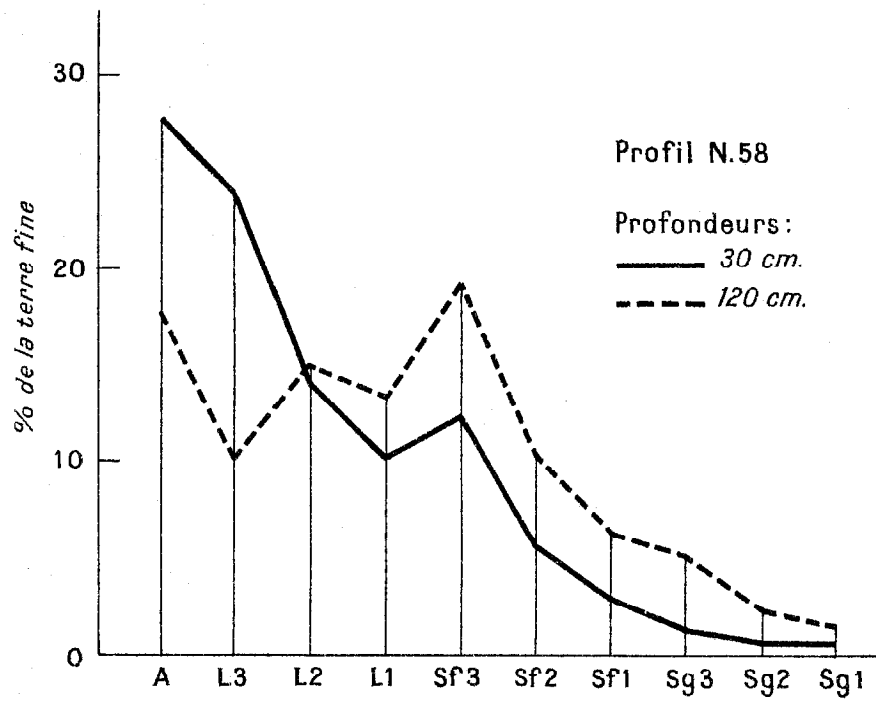
Calcaire :

Bien qu'assez peu accentuée, une légère accumulation du calcaire apparaît vers 60 cm. En moyenne, l'analyse donne 10,7 % de calcaire en surface, 12,7 à 20 cm, 15,6 vers 60 cm, 12,8 à 120 cm. Quelques taches de calcaire pulvérulent et des petits granules peuvent apparaître dans l'horizon limoneux.

Salure :

D'une manière générale, la salure croît avec la profondeur. Souvent, un maximum de salure apparaît au niveau de l'horizon limoneux. Une partie seulement de ces sols bruns est fortement salée. La conductivité de l'extrait saturé atteint alors 15 à 20 millimhos/cm à 25° au niveau d'accumulation des sels. Ces sols à alcalis salés sont localisés à proximité de la route de Marrakech à Mogador. Ailleurs, la salure est faible et la conductivité, à 25°, de l'extrait saturé, ne dépasse guère 2 mmhos/cm au niveau d'accumulation. Le Chlore représente 60 à 80 % de la salure totale.

RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE



pH et Complexe absorbant :

Le pH est élevé. S'il descend à 8,3 dans certains sols à forte salure, il atteint des valeurs légèrement supérieures à 9 dans des sols peu salés.

Ces pH traduisent une alcalisation que confirme l'analyse du complexe absorbant. Celui-ci est entièrement saturé. La capacité totale d'échange est faible et ne dépasse que rarement 10 milli-équivalents pour cent grammes de terre, variant généralement entre 6 et 8 milli-équivalents.

La quantité de sodium fixée sur le complexe est toujours supérieure à 15 % de la capacité totale d'échange et peut atteindre jusqu'à 35 % de cette valeur. Le calcium échangeable représente 45 à 60 % de la capacité totale d'échange, le magnésium 20 à 40 %, le potassium 5 à 10 %.

- Sierozems à alcalis

Description :

Le sol s'est développé sur 70 à 90 centimètres de profondeur dans un limon dont la texture assez variable vers l'Est, reste limono argileuse à proximité des sols bruns.

Sous une surface glacée, la structure reste nuciforme, quelquefois polyédrique faible.

En profondeur, se trouve un limon à texture plus grossière, sablo-graveleux à sableux. Le passage est les plupart du temps assez progressif et marqué par la présence de petites lentilles de limon à texture très fine. Il arrive, cependant, qu'il soit souligné par des lits de cailloux et de graviers.

Propriétés physiques :

L'analyse granulométrique met en évidence la différence de texture entre le sol proprement dit et le limon sous-jacent. Le graphique ci-joint (profil N° 58) en est un exemple. Bien que moins marquée, cette différence reste apparente lorsque le sol s'est développé sur un limon plus grossier (profil N° 50).

L'humidité équivalente peut atteindre 30 % dans les sols à texture fine. Elle est, en moyenne de 26 %. Elle atteint rarement 20 % dans le limon inférieur.

Le coefficient de perméabilité est, partout, peu différent de $5,10^{-6}$ m/s

Caractères chimiques :

Sur toute l'épaisseur du sol, le pourcentage de matière organique décroît régulièrement avec la profondeur suivant une répartition analogue à celle déjà observée pour les sols bruns. La culture des céréales, généralisée depuis très longtemps à l'ensemble de cette région, tend à atténuer les différences.

Par contre, les sierozems n'ont pas subi de lessivage du calcaire. Celui-ci est uniformément réparti sur tout le profil. Le taux de calcaire est partout voisin de 14 %.

Les courbes de répartition du calcaire et de la matière organique subissent souvent des variations assez brutales au niveau du limon sableux inférieur.

Salure :

La salure est généralement faible dans le sol proprement dit. La conductivité à 25° de l'extrait saturé dépasse rarement un millimhos/cm ; un léger maximum est fréquent dans les horizons supérieurs. La salure peut être plus élevée dans le niveau sableux profond. La conductivité n'est, cependant, jamais supérieure à 5 millimhos/cm à 25°.

pH et complexe absorbant :

Le pH est élevé, rarement inférieur à 8,5, il atteint et dépasse parfois 9.

La capacité totale d'échange est faible (moins de 10 milli-équivalents pour 100 grammes de terre). La répartition des cations fixés sur le complexe absorbant est analogue à celle étudiée pour les sols bruns à alcalis.

- Intérêt agronomique des sols bruns et sierozems à
alcalis - Leur amélioration - Vocations culturelles

Malgré les différences pédologiques d'évolution entre sols bruns et sierozems, l'alcalisation qui caractérise cette région pose pour leur ensemble, les mêmes problèmes d'amélioration. Cette alcalisation est générale pour les horizons superficiels, mais ne s'étend pas toujours à l'ensemble du profil dans les sols les plus légers ou la percolation est plus facile. Les problèmes de salure sont moins généralisés et se localisent en bordure des anciennes séguias.

Avant d'envisager une restitution à la culture de ces sols, actuellement peu utilisés, il convient de tenir compte d'un facteur essentiel : les besoins en eau.

En effet, les procédés d'amélioration, d'ailleurs très coûteux, exigent de fortes quantités d'eau. Il faut aussi de l'eau en abondance pour établir des cultures suffisamment rentables pour justifier ces améliorations. Il ne semble pas que cette condition puisse être remplie à l'heure actuelle.

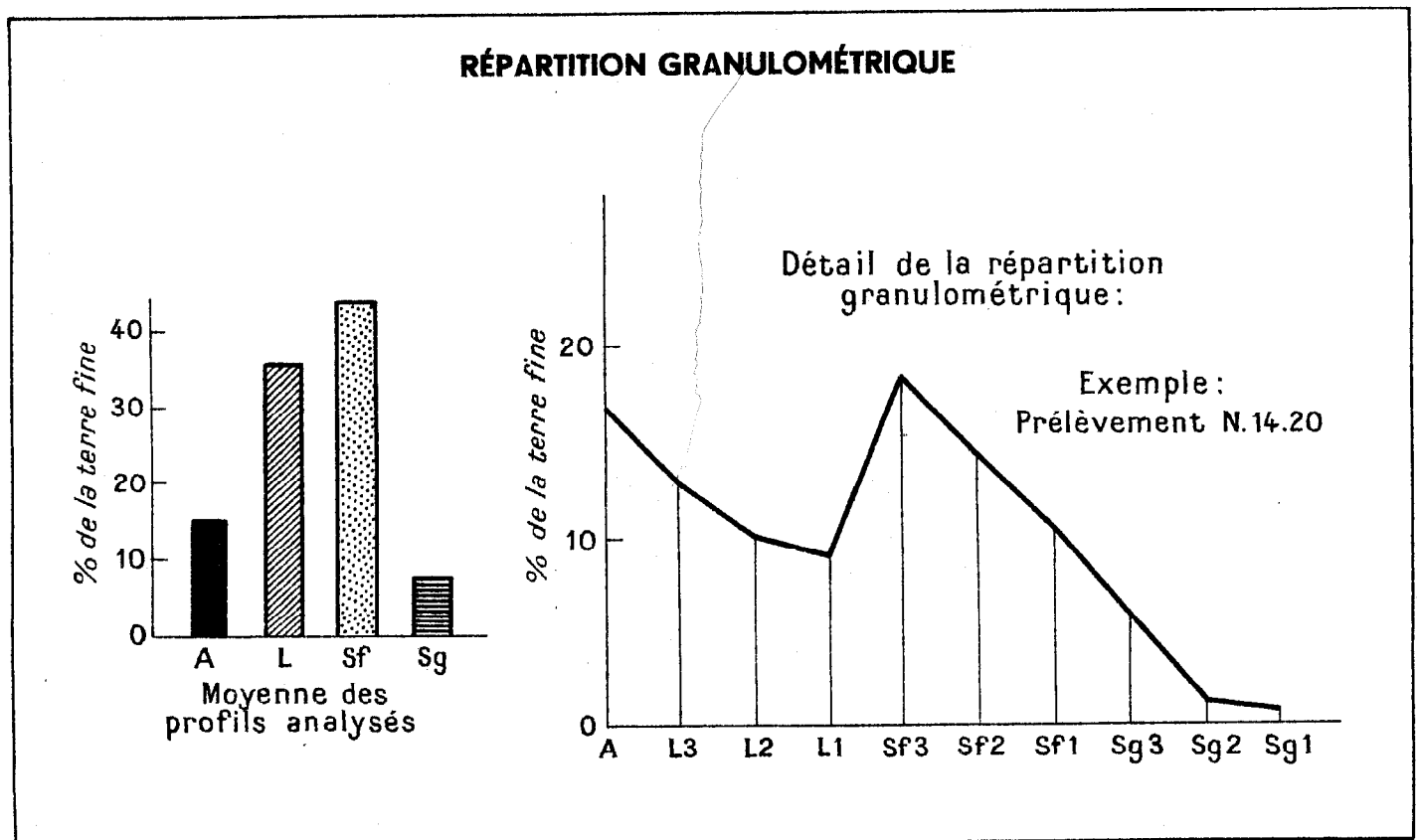
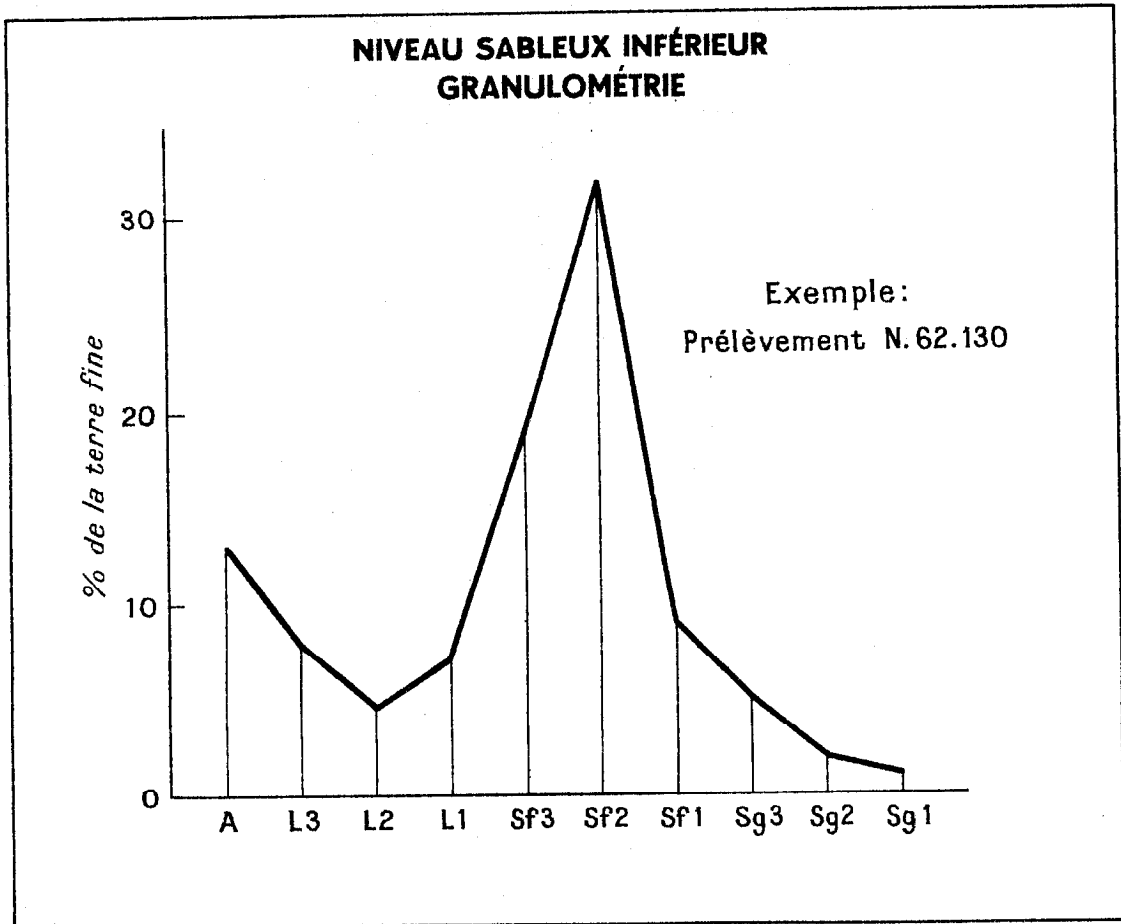
De nos jours, ces sols ne reçoivent, au printemps, que de faibles quantités d'eau, peu susceptibles de poursuivre le processus de dégradation. Il n'existe donc aucun danger immédiat ; il paraît raisonnable de laisser, pour l'instant, ces sols en jachère. Ce procédé est déjà une étape vers l'amélioration définitive, en constituant une réserve non négligeable de matière organique. Si, plus tard, les Services compétents, ont la possibilité d'envisager d'abondants apports d'eau, il sera, alors, indispensable de pratiquer des améliorations préalables sous peine de voir s'accroître une dégradation qui rendrait problématique des aménagements ultérieurs.

Ces améliorations porteront sur l'échange, par du calcium, du sodium fixé, en excès, par le complexe absorbant. Le calcium, sous forme de calcaire, est abondant. Le problème est de le solubiliser. Il est possible d'essayer une transformation en sulfates par des applications de soufre, d'acide

sulfurique ou de sulfates de fer (I). On peut, encore, tenter d'augmenter le taux de gaz carbonique par des enfouissements d'engrais verts et de fumier.

Sous réserve de cette amélioration, il sera alors certainement possible d'établir des plantations d'agrumes et des cultures céréalières, en réservant ces dernières pour les sierozems, moins profonds. Il sera bon de faire précéder ces cultures de fourrages artificiels ; luzerne ou trèfle d'Alexandrie auront une action bénéfique sur la structure.

(I) La mine de Kettara, proche de Marrakech pourrait, peut être fournir des matériaux intéressants (pyrite, pyrite sulfatée, soufre).



SIEROZEMS SABLO-LIMONEUX

Localisation et Généralités -

Ils couvrent la majeure partie du Plateau Occidental. Sur 70 cm à 1 mètre d'épaisseur, des sierozems se sont développés dans une roche-mère assez complexe, composée de couches de limons sablo-limoneux, séparés par des cailloutis de base, ou, quelquefois, par des horizons d'éléments fins fossilisant d'anciennes surfaces. Comme partout, sur le plateau, des formations plus sableuses apparaissent en profondeur. Souvent, la surface de ces sols est légèrement glacée et porte une végétation naturelle, très clairsemée, composée de jujubiers, d'asparagus et, dans les zones les plus sableuses, de r'mel (paganum armala).

Description :

Sous un horizon superficiel peu épais, lamellaire, la structure reste nuciforme à polyédrique faible dans un limon brun pâle. Dans les formations inférieures, fondues, le piochon ne détache que des éclats.

L'ensemble du profil est calcaire.

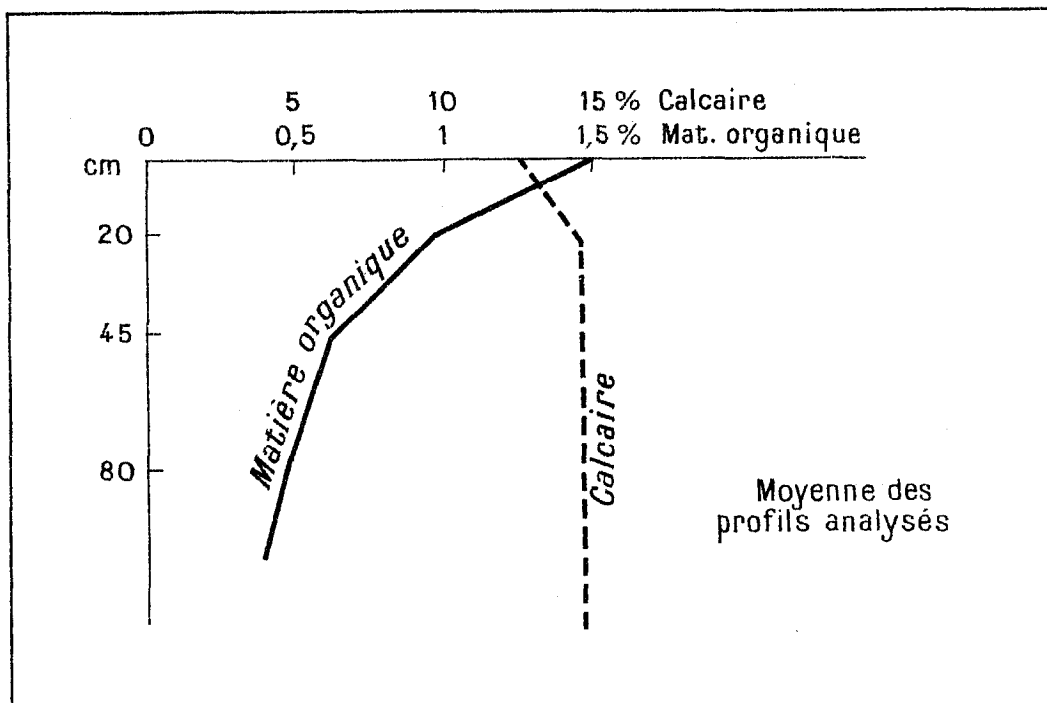
Propriétés physiques :

Pour le sol proprement dit, l'analyse granulométrique met en évidence l'égalité des pourcentages des sables totaux et des éléments fins (argile + limons). Les sables fins sont en majorité (43 %), les limons viennent ensuite (35 %), le taux d'argile (15 %) est faible ; les sables grossiers sont peu abondants (7 %). Les moyennes ont été effectuées sur 26 profils analysés.

Le graphique ci-joint (prélèvement N.14-20) illustre et détaille cette répartition.

Les formations inférieures, plus sableuses, présentent des granulométries assez variables. Un net maximum apparaît toutefois dans les sables fins (Exemple : prélèvement N° 62-130).

RÉPARTITION DU CALCAIRE ET DE LA MATIÈRE ORGANIQUE



Le coefficient k de perméabilité PORCHET varie de 2.10^{-5} à 5.10^{-5} m/s. L'humidité équivalente est, en moyenne de 23 %.

Caractères chimiques :

Matière organique et calcaire :

La répartition de la matière organique est à peu près identique pour tous les sols du plateau. Elle est nettement steppique, avec, environ 1,5 % en surface.

Cette matière organique est bien évoluée, le rapport carbone/azote est de 10 en moyenne en surface, il décroît ensuite en profondeur.

Comme pour les sierozems à alcalis, le taux de calcaire s'établit, sur l'ensemble du profil, autour de 14 %. Localement, cependant, les courbes de répartition du calcaire traduisent une légère tendance au lessivage. Ce phénomène n'est accompagné d'aucune modification de structure. Il est probable que la culture et l'irrigation en sont responsables.

Salure :

La teneur en sels solubles est généralement peu élevée. La conductivité de l'extrait saturé est très rarement supérieure à 1 millimhos/cm, sauf à proximité d'anciennes séguias. Un léger maximum de salure apparaît, souvent, dans l'horizon superficiel. Parfois, de brutales variations de granulométrie ont provoqué des accumulations en profondeur.

pH et complexe absorbant :

Le pH varie entre 8 et 8,5. Le complexe absorbant est bien saturé, mais, comme pour tous les sols de cette région, la capacité totale d'échange est faible (8 à 10 milliéquivalents pour 100 grammes de terre).

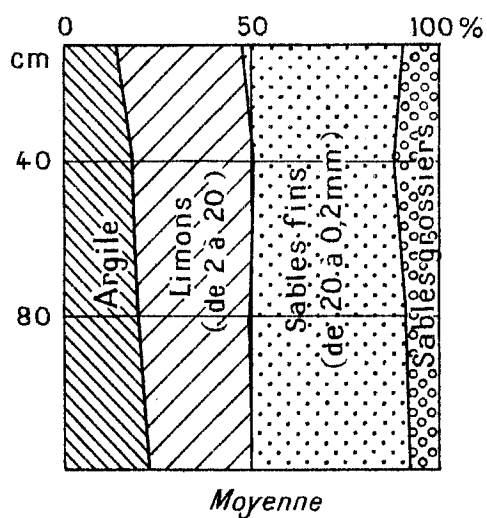
Le calcium représente 60 à 75 % de la capacité totale d'échange, le magnésium 25 à 35 %, le sodium 4 à 9 %, le potassium moins de 5 %.

Intérêt agronomique, vocations culturales -

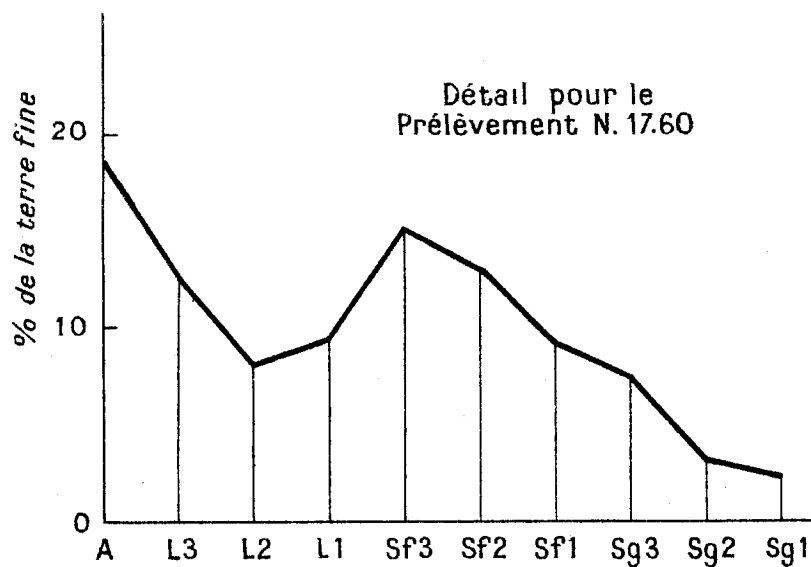
La surface, occupée par ces sols est dominée par les séguias Tamesguelft et Djida. Les possibilités actuelles ne permettent que de faibles apports d'eau. Dans ces conditions, on ne peut guère que poursuivre les cultures traditionnelles de céréales pauvres.

Si la mise en valeur systématique de cette région est, plus tard décidée, et si l'on peut alors envisager des irrigations pérennes, la gamme des cultures possibles pourra s'étendre considérablement (arboriculture fruitière, fourrages artificiels, céréales). Les propriétés hydrodynamiques sont assez satisfaisantes, il sera, cependant, prudent de multiplier les façons superficielles afin de rompre le mince horizon glacé de surface. Ces travaux favoriseront la pénétration de l'eau, limitant ainsi les pertes par évaporation. Des enfouissements d'engrais verts, pourront, tout en aérant le sol, accroître sa richesse organique. Enfin, des fumures potassiques s'évèreront probablement nécessaires.

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE LA TERRE FINE



Moyenne



SOLS BRUNS SUR CROÛTE ET ENCROÛTEMENTS

L'érosion a pu être, parfois, assez importante pour provoquer d'ablation des formations les plus récentes. Dans ce cas, les couches inférieures encroûtées apparaissent à faible profondeur. Des oueds, pratiquement asséchés à l'heure actuelle ont ainsi entaillé la bordure occidentale du périmètre. Localement, les formations encroûtées, plus cimentées ou très caillouteuses ont résisté à l'érosion et apparaissent en buttes surmontées de sols très peu profonds. Ailleurs, cailloux et débris de croûte remaniés, plus ou moins cimentés, se trouvent entre 60 cm et 1 mètre de profondeur.

Description :

Sous un mince horizon superficiel, lamellaire, la structure devient nuciforme, puis très rapidement, polyédrique dans un limon brun pâle. Cailloux et graviers sont souvent abondants, surtout dans les horizons inférieurs où ils sont encroûtés.

Propriétés physiques :

L'analyse granulométrique de la terre fine montre un léger accroissement du taux d'argile avec la profondeur (voir graphique ci-joint). La totalité des sables représente sur tout le profil, 50 % de la terre écrasée à 2 mm. Un exemple (prélèvement N.17-60), met en évidence le détail de la répartition granulométrique.

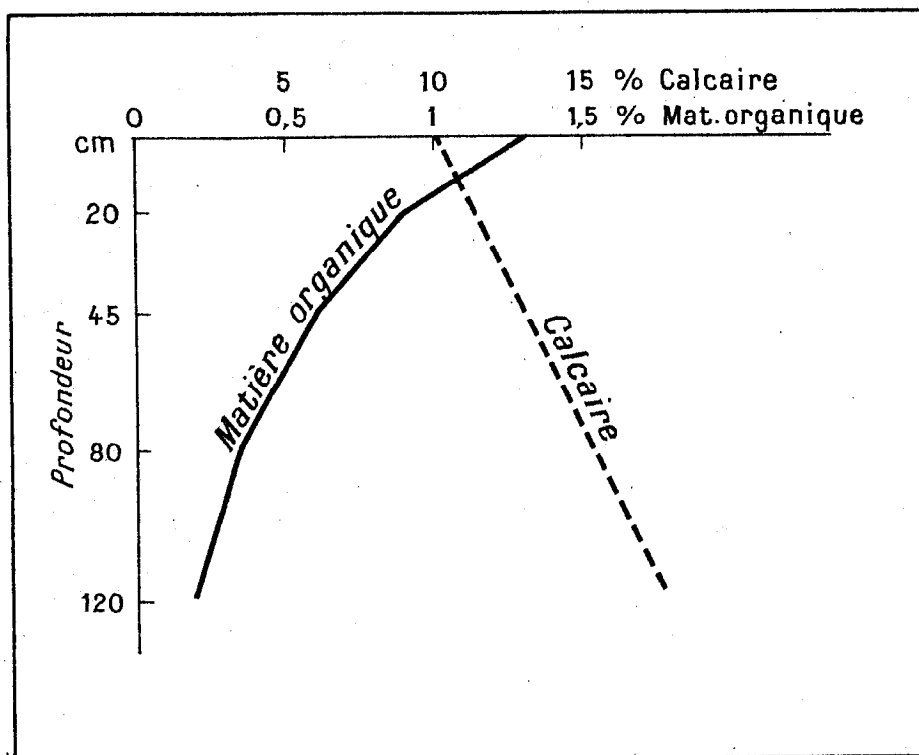
L'humidité équivalente est en moyenne de 20 %

Les mesures de perméabilité fournissent des coefficients K (PORCHET), voisins de 3.10^{-5} m/s.

Caractères chimiques :

Matière organique :

Bien que peu abondante, la matière organique se répartit très progressivement avec la profondeur (v. graphi-



que). Cette matière organique est bien évoluée. Le rapport Carbone/Azote est de 8 à 9 en surface. Il n'est plus que de 5 en profondeur.

Calcaire :

Il y a en moyenne, 10 % de calcaire en surface. Ce taux augmente régulièrement en profondeur. Il est de 17 %, en moyenne, vers un mètre.

Salure :

Elle est faible. La conductivité à 25° de l'extrait saturé ne dépasse jamais 2 millimhos/cm.

pH et complexe absorbant :

Le pH varie entre 8 et 8,5, la capacité totale d'échange est faible (de 6 à 9 milliéquivalents pour 100 grammes de terre). Le sodium et le potassium représentent, chacun, environ 5 % de la capacité totale d'échange, le calcium 60 à 75 %, le magnésium 20 à 35 %.

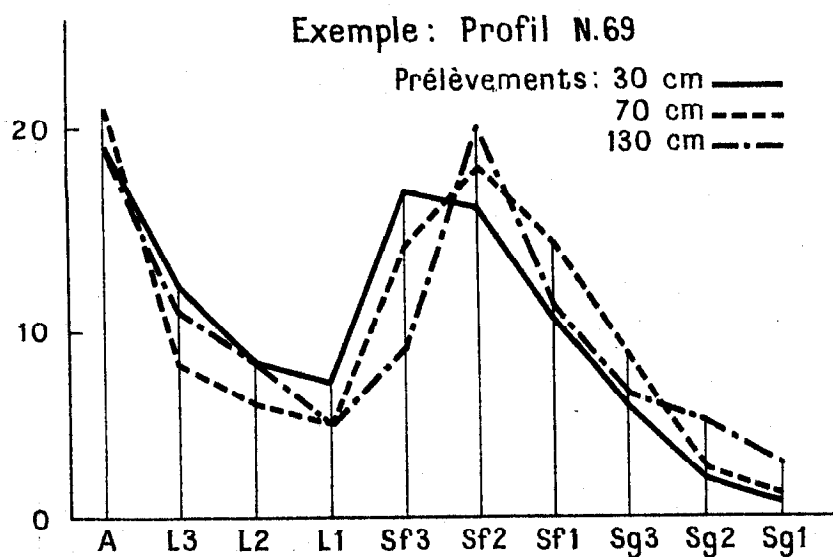
Intérêt agronomique, vocations culturales -

Ces sols, souvent peu profonds, n'offrent qu'un éventail assez réduit de possibilités d'utilisation.

A)- Si l'on dispose d'eau d'irrigation pérenne, il est probable qu'une arboriculture peu exigeante, à base d'oliviers et d'amandiers, conviendrait assez bien, du moins dans les zones les plus profondes.

B)- Sans envisager l'établissement d'un coûteux réseau d'irrigation, il pourrait être intéressant de produire, en culture sèche, des succédanés fourragers, par exemple, des atriplex qui font d'ailleurs partie de la végétation naturelle. Bien que peu friands de ces plantes, les animaux l'acceptent volontiers, en période sèche, lorsque, seule, elle subsiste. Par ailleurs, des plantations de cactus, inermes ou armés (opuntia), constitueraient de bonnes réserves fourragères. Parallèlement à ces améliorations fourragères, il est possible d'envisager un reboisement à base d'accacia (*arabica*, *gummifera*), dont le feuillage peut fournir un appoint de nourriture pour le bétail.

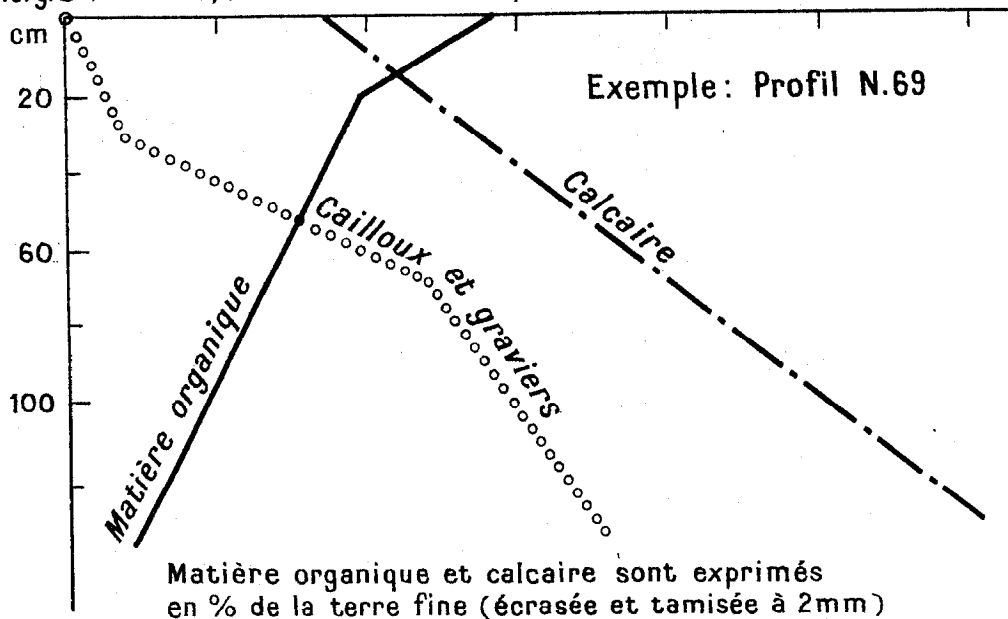
RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE



CALCAIRE, MATIÈRE ORGANIQUE, CAILLOUX ET GRAVIERS

Cailloux et graviers (éléments supérieurs à 2mm) en % de la terre totale

0	10	20	30	40 %		
Calc. 0	5	10	15	20	25	30 %
M.org. 0	0,5	1	1,5	2 %		



SOLS BRUNS GRANULAIRES

Ils couvrent une assez faible surface sur la bordure orientale du plateau, entre des taches de sols squelettiques sur croûte calcaire.

Description -

Sous une surface lamellaire, les 20 ou 30 premiers centimètres constituent un horizon brun clair à structure nuciforme. Les granules apparaissent ensuite et deviennent de plus en plus abondants en profondeur dans un limon un peu plus foncé où la structure reste polyédrique.

Caractères physiques.-

Les éléments grossiers (supérieurs à 2 mm) augmentent rapidement en profondeur, passant de 4 % environ à 20 cm à 45 % vers 120 cm. La terre fine présente un net maximum dans les sables fins.

L'humidité équivalente est voisine de 20 %.

Caractères chimiques -

Le taux de matière organique est faible (1 à 1,5 % en surface).

La répartition du calcaire de la terre fine est parallèle à celle des granules. Voisin de 10 % en surface, il atteint 25 % vers 1 mètre. Il est probable qu'une partie, au moins des granules provient d'un remaniement des croûtes calcaires et non d'une individualisation du calcaire en place.

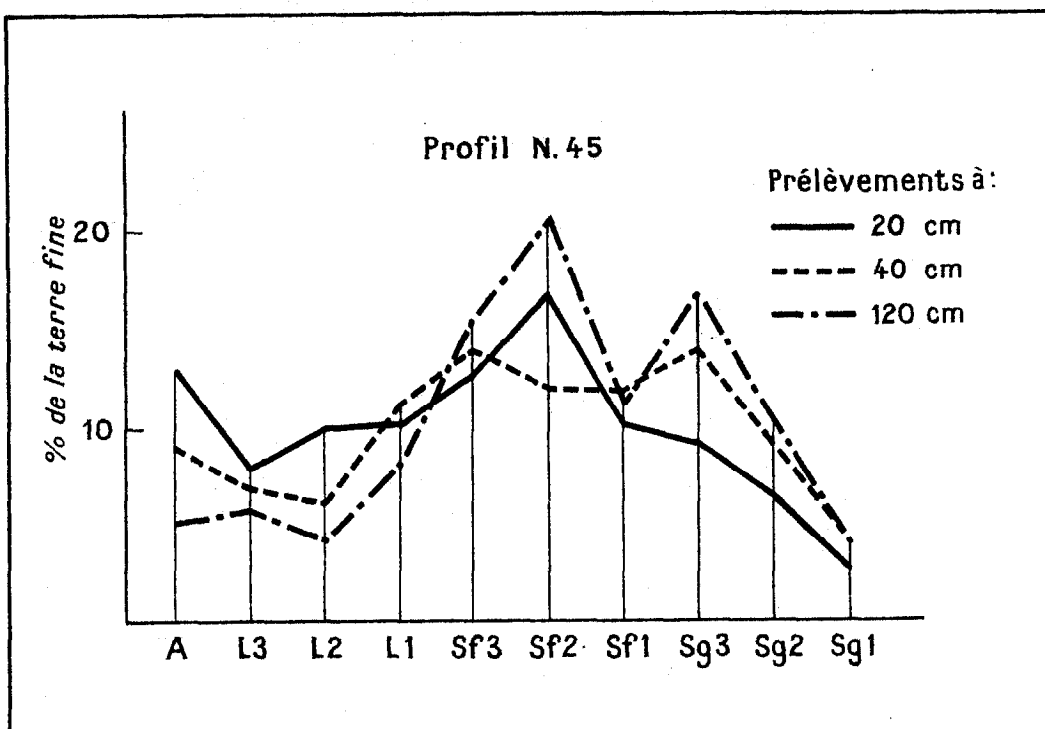
La salure n'est jamais forte, la conductivité de l'extrait saturé, à 25° est partout inférieure à 1 mmhc / cm.

Le pH, souvent proche de 9, trahit une certaine alcalisation.

Intérêt agronomique -

Comme les sols bruns sur croûte et encroûtement, ces sols pourraient être utilisés à la production, en culture sèche de succédanés fourragers.

EXEMPLE DE RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE



SOLS BRUNS SUR LIMONS CAILLOUTEUX

Ils occupent la partie la plus méridionale du plateau. Ils se sont développés sur des formations complexes dans lesquelles s'intercalent des lits sablo-graveleux et caillouteux. Ces formations constituent l'extrémité et les flancs de petits cônes de déjection caillouteux épanchés par des oueds provenant du massif du Guemassa.

Description -

La position des lits caillouteux souvent composés de débris de schistes est très irrégulière pour chaque profil. Les caractères morphologiques restent cependant ceux des sols bruns, la structure est en effet nettement polyédrique dans les horizons moyens et inférieurs.

Propriétés physiques -

L'analyse granulométrique de la terre fine (tamisée à 2 m/m) met en évidence une texture sableuse.

Le coefficient de perméabilité (PORCHET) est de 2 à $3 \cdot 10^{-5}$.

L'humidité équivalente est généralement comprise entre 15 et 20 %.

Caractères chimiques -

Le taux de matière organique, bien qu'assez variable, est souvent compris, en surface entre 1,5 et 2 %.

Le calcaire subit un net lessivage vers les horizons profonds. Localement les horizons caillouteux sont fortement encroûtés.

Ces sols sont très peu salés, la conductivité de l'extrait saturé (à 25°) ne dépasse pas 0,5 mmhos/cm.

Le pH est partout proche de 8.

Intérêt agronomique -

Les fellahs nomment ces sols : terres "LARCH". Ils sont susceptibles de donner des rendements très corrects en céréales sous irrigation, bien que leur travail soit assez difficile. Si l'on envisage un jour de les utiliser pour l'arboriculture, il faudra choisir des espèces rustiques telles que l'amandier ou l'olivier.

SOLS SQUELETTIQUES

Sur la bordure orientale du plateau, la croûte calcaire du quaternaire ancien apparaît en surface ou recouverte de quelques centimètres de limons. La surface occupée par ces sols squelettiques sur croûte est peu importante. Ils portent de nombreux vestiges de constructions anciennes. Actuellement la croûte calcaire est extraite pour être utilisée à la fabrication de la chaux dans des fours rudimentaires. Ils sont inutilisables pour toute culture.

Au Sud du plateau, affleurent les matériaux caillouteux de petits cônes d'épandage d'origine atlasique. Ces sols squelettiques sur cailloux roulés sont également peu étendus. Localement les cailloux sont recouverts d'une faible épaisseur de limons pouvant permettre de maigres cultures de céréales.

SOLS JEUNES SABLEUX

Ils se situent dans la partie méridionale du plateau. En fait, les profils observés sont constitués de lits superposés le plus souvent sableux, entre lesquels s'intercalent des niveaux caillouteux ou même, parfois, des horizons d'éléments fins. Bien que l'on ne puisse attendre de ces sols de forts rendements, ils ne sont pas à exclure systématiquement d'un plan de mise en valeur.

LES SOLS DU CONE CAILLOUTEUX

Le grand cône caillouteux du N'FIS est surmonté de limons dont l'épaisseur est, généralement, inférieure à 2 mètres, mais peut être, localement, plus importante. Le passage entre les formations supérieures et les cailloux sous jacents est souvent marqué par un niveau sableux, parfois graveleux, et, plus rarement, par une croûte ou un encroûtement.

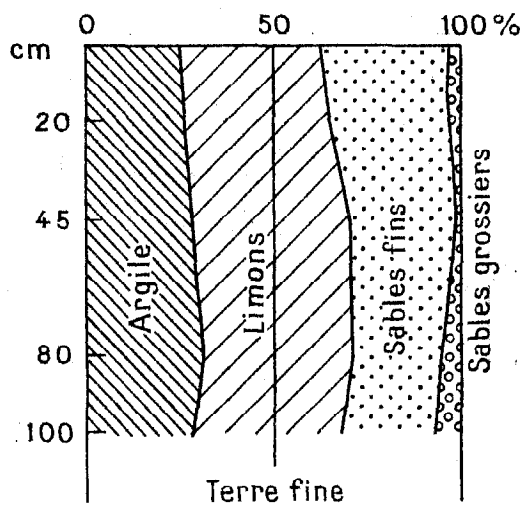
Vraisemblablement modelée par une série d'écoulements plus ou moins anastomosés, cette région est assez complexe. Sauf sur une étroite bande, bordant le cours actuel du N'FIS, elle est drainée par le thalweg qui la sépare du plateau occidental.

Sierozems et sols bruns plus ou moins profonds se partagent la majorité des sols de cette zone ; un ancien bras du N'Fis se termine en aval, par des sols hydromorphes à gley, alcalisés et salés.

Classification des sols du cône caillouteux

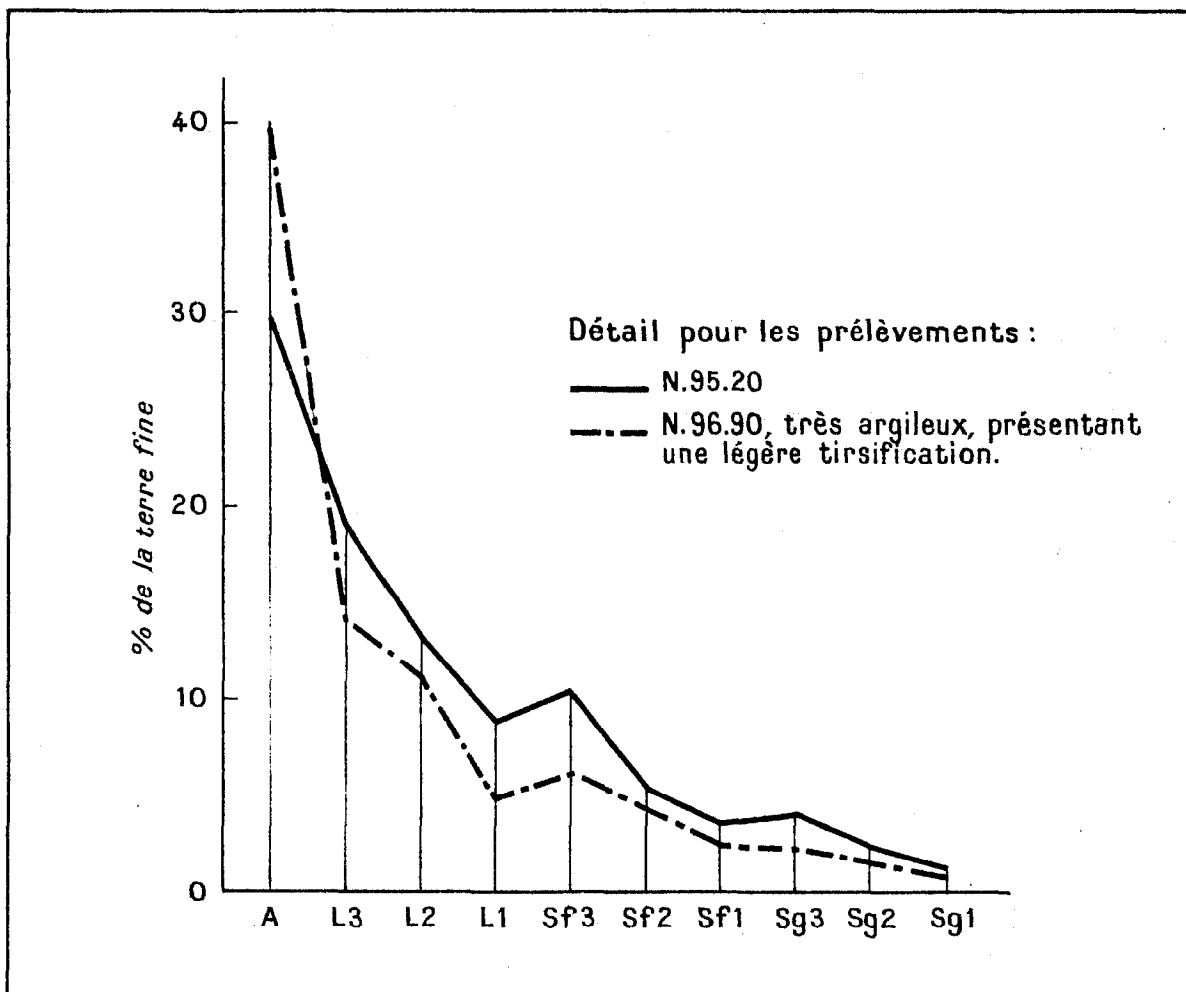
STEPPIQUES	Bruns	Dégradés	limono-argileux	
	Sierozems	profonds	sablo-limoneux	
		peu profonds		sur
				cône
HALOMORPHES	Sols à	très salés		caillou-
	alcalis	peu salés		teux.
		hydromorphes		
		(gley)		
MINERAUX	Squelet-		sur cailloux	
BRUTS	tiques		roulés	

GRANULOMÉTRIE



Moyenne des profils prélevés.

RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE



SOLS BRUNS DEGRADES LIMONO-ARGILEUX

Ils occupent la partie du cône caillouteux la plus proche de la montagne. Leur profondeur est, toujours, supérieure à 1 mètre. Topographiquement, ils s'étendent sur le flanc oriental du thalweg qui les draine. Cette position pourrait expliquer une certaine érosion en même temps que des engorgements temporaires justifiant une tendance locale (profil N. 96), vers une légère tirsification.

Description :

Dans un limon brun rouge clair, la structure reste polyédrique sur l'ensemble du profil. Dans le profil N. 96, les horizons moyens montrent une tendance vers une structure cubique.

Dans la plupart des profils, de petits amas, dont certains sont durcis apparaissent en profondeur. Ils sont composés d'éléments fins et sont plus riches en calcaire que la masse du limon.

Propriétés physiques :

Ces sols possèdent une texture fine. La somme des argiles et des limons représente 65 à 75 % de la terre fine.

L'humidité équivalente est, en moyenne, de 24 %.

Le coefficient de perméabilité PORCHET varie de 1 à 3.10^{-5} m/s.

Caractères chimiques :

Matière organique :

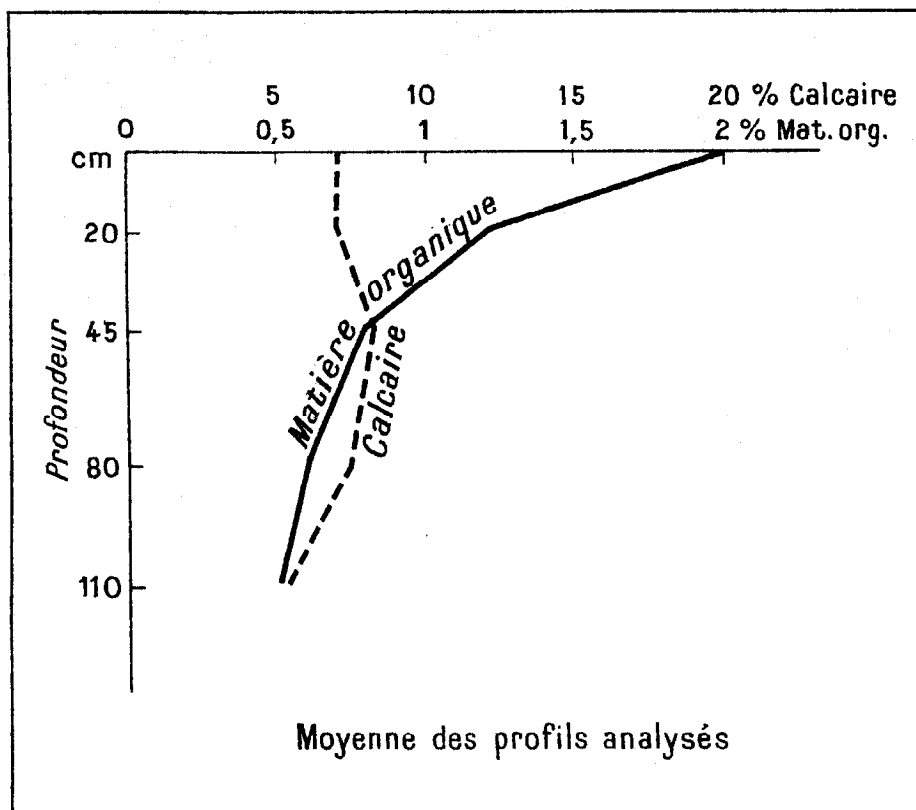
Ce sont les sols du périmètre les plus riches en matière organique. Celle-ci, répartie d'une manière typiquement steppique, passe de 2 % en surface à 0,8 % vers 45 cm; et dose encore 0,5 % vers 110 cm.

Calcaire :

Le taux de calcaire est, partout, inférieur à 10 %. Le plus souvent, il varie entre 5 et 8 %.

Relativement homogène dans les horizons supérieurs, remaniés par la culture, il subit ensuite, une décroissance assez sensible avec la profondeur.

RÉPARTITION DU CALCAIRE ET DE LA MATIÈRE ORGANIQUE



Salure :

La salure n'est jamais importante. La conductivité de l'extrait saturé est généralement inférieure à 1,5 millimhos/cm.

Dans le profil N. 96, un peu particulier, elle atteint 3 à 3,5 mmhos/cm.

pH et complexe absorbant :

le pH est généralement compris entre 8 et 8,5. La capacité totale d'échange est plus élevée que dans la partie occidentale du périmètre. Elle est, en moyenne, de 10 à 15 milliéquivalents pour 100 grammes de terre.

Les cations échangeables sont répartis ainsi :

- Calcium 50 à 60 % de la capacité totale d'échange ;
- Magnésium 30 à 40 % de la capacité totale d'échange ;
- Sodium 5 à 8 % de la capacité totale d'échange ;
- Potassium 2 à 5 % de la capacité totale d'échange ;

Cependant, à proximité du thalweg, le profil N. 96 montre une capacité d'échange plus élevée (17 à 19 mq) et une certaine alcalisation (le sodium représente 16 à 18 % de la capacité totale d'échange), certainement due à la proximité d'une séguia importante.

Conclusion - Intérêt agronomique et vocation culturales -

Par leur aspect morphologique et leur richesse relativement élevée en matière organique, ces sols s'apparentent au groupe des sols bruns steppiques. Cependant, l'analyse ne traduit pas de lessivage important du calcaire. La position topographique de ces sols permet de supposer qu'ils ont subi une érosion superficielle assez importante au cours de périodes plus humides.

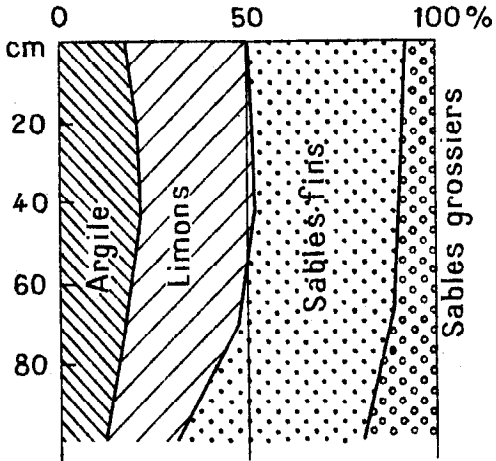
Les travaux culturaux ont pu, d'autre part, remanier les horizons supérieurs et provoquer un brassage du calcaire.

Ces sols, relativement riches pour la région, possèdent des propriétés hydrodynamiques satisfaisantes. Ils présentent une valeur agronomique intéressante pour la plupart

des cultures fruitières et céréalières habituellement pratiquées dans la région. Leur teneur en argile et la présence du cône sous-jacent, feront toutefois préférer l'olivier aux agrumes.

En bordure du thalweg des fourrages artificiels pourraient avoir une action améliorante sur la structure dans des sols où se manifeste une légère hydromorphie en même temps qu'une tendance à l'alcalisation.

GRANULOMÉTRIE



STEROZEMS SABLO LIMONEUX

Ces sols reposent sur le cône caillouteux, au nord des sols bruns dégradés. Les plus profonds se trouvent en bordure du cours actuel du N'Fis et sur le flanc oriental du thalweg. Ailleurs, le cône est à faible profondeur. Leur surface est alors parsemée de cailloux. Par taches, ce ne sont plus que des sols squelettiques.

Il est probable que des écoulements multiples traversaient autrefois cette région drainée, dans son ensemble, par le thalweg. Les éléments fins sont facilement entraînés en profondeur dans le cône caillouteux et latéralement, en surface.

Description :

Dans un limon brun clair et sous les premiers centimètres lamellaires, la structure devient nuciforme à ~~f~~ lyédrique. En profondeur, de minces niveaux sablo-graveleux marquent le contact avec le cône.

Propriétés physiques :

L'analyse granulométrique met en évidence une perte d'éléments fins, en profondeur (voir graphiques ci-joints). L'humidité équivalente, assez variable, mais toujours faible dans les horizons inférieurs, atteint, en moyenne 20 % dans la partie supérieure du sol. Le coefficient de perméabilité varie de 1 à 3.10^{-5} m/s (méthode PORCHET).

Caractères chimiques -

Matière organique :

Ils sont moins riches en matière organique que les sols bruns, mais sa répartition est toujours steppique. De 1,2 % en surface, le taux de matière organique passe à 0,6 % vers 30 cm et à 0,5 vers 45 cm.

Calcaire :

Ces sols sont peu calcaires. Toujours inférieur à 8 %, le taux de calcaire devient très faible au contact du cône dans les horizons profonds.

Salure :

Elle n'est jamais importante. Un léger maximum de conductivité apparaît dans l'horizon superficiel. Il ne dépasse guère 1 millimhos/cm à 25°.

pH et complexe absorbant :

Le pH est généralement voisin de 8,5. La capacité totale d'échange ne dépasse pas 10 milliéquivalents pour 100 grammes de terre.

Intérêt agronomique -

Dans les zones peu profondes, un plan d'aménagement ne peut que prévoir une mise en défense, en utilisant la végétation naturelle et des plantations de cactus qui fourniraient une réserve non négligeable d'aliments hydratés pour le bétail.

Lorsque la profondeur du sol le permet, arboriculture et céréaliculture irriguées ne sont pas exclues, mais l'irrigation devra être conduite avec prudence afin d'éviter des pertes d'eau possibles par percolation dans le cône caillouteux.

SOLS HALOMORPHES

Dans la partie Nord du périmètre, les limons qui recouvrent le cône sont morphologiquement semblables à ceux qui s'étalent sur le plateau occidental et présentent différents niveaux souvent soulignés par de minces horizons d'éléments fins. Ils restent toutefois peu calcaires. Parfois salés, ils sont toujours marqués par une alcalisation importante. Par ailleurs, un ancien bras du N'Fis se termine près de la route par une étendue de sols hydromorphes à gley dont les horizons supérieurs, très humifères sont alcalisés et fortement salés.

Sols à alcalis -

Les caractères physiques de ces sols sont très modifiés par l'alcalisation, la structure est fortement dégradée. Leur surface est glacée et porte une végétation halophile (suaeda, frankenia, etc...) dont la densité est assez faible.

Ils sont pauvres en matière organique dont la répartition est cependant steppique.

La salure est importante en bordure du thalweg (la conductivité à 25° de l'extrait saturé est de 60 millimhos/cm dans les horizons supérieurs du profil N. 119). Ailleurs, elle est beaucoup plus faible. Le rapport Sodium/Capacité totale d'échange est partout élevé (48 % pour le prélèvement N. 119-20; 40 % pour l'échantillon N. 117-60). Le pH est souvent supérieur à 9.

Sols sales hydromorphes à gley -

Ils s'étalent, près de la route, à l'extrémité d'un ancien bras du N'Fis. La nappe phréatique descend rarement au-dessous de un mètre et ennoie cette zone, topographiquement basse, pendant une partie de l'hiver. La végétation, composée d'halophytes est très dense. Les premiers centimètres sont très humifères (6 % de matière organique) et contiennent de nombreux débris de coquilles qui expliquent un taux de calcaire élevé (35 %). Sous cet horizon, le sol est compact, la

texture, d'abord assez fine, devient plus sableuse en profondeur. Les colorations dues aux phénomènes d'oxydo-réduction et caractéristiques des sols à gley, apparaissent. Le profil contient d'assez nombreux granules calcaires.

La salure n'est forte que dans les horizons supérieurs, elle décroît ensuite rapidement (la conductivité à 25° de l'extrait saturé et de 32 millimhos/cm en surface, de 4 mmhos à 30 cm ~~est~~ de 1,3 à 60 cm).

Utilisation -

La mise en valeur de ces sols est soumise à un assainissement préalable. Pour les sols hydromorphes un drainage paraît à première vue hypothétique, il appartient, néanmoins, aux Services compétents d'en étudier la possibilité. Dans leur état actuel, ces sols ne peuvent guère être utilisés autrement que comme terrains de parcours pour le bétail.

LES SOLS DU THALWEG

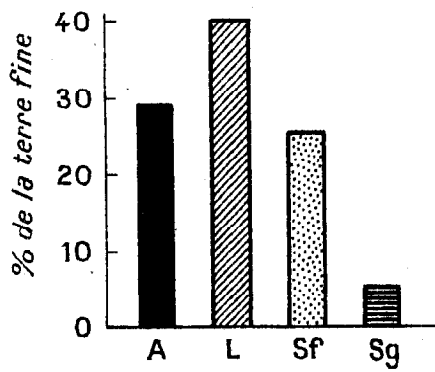
La dépression qui sépare le cône caillouteux du plateau occidental traverse du Sud au Nord la totalité du périmètre. Assez large dans sa partie centrale, elle devient très étroite au niveau de la route de Marrakech à Mogador, où des formations encroûtées constituent sa rive gauche. C'est une zone de comblement par des matériaux arrachés au cours de périodes humides à l'ensemble de son bassin versant. Ce fait explique la complexité générale des roches-mères, formées par un mélange plus ou moins intime des formations du cône caillouteux et de celles du plateau occidental. Au Nord, et en amont du rétrécissement du thalweg s'étalent des sols hydromorphes.

Partout ailleurs les sols ont subi une steppisation.

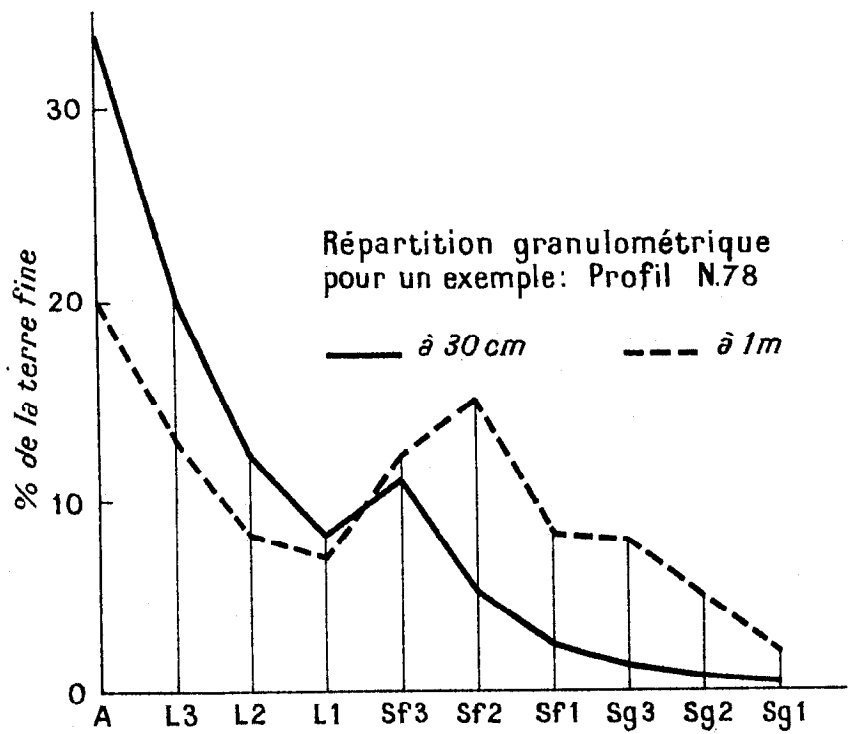
Classification des sols du thalweg -

STEPPIQUES	Sols bruns		sur roche	
			mère	
			complexe	
HYDROMORPHES	Hydromor-	à alcalis	sur roche	salés
	phie de		mère	
	profondeur		complexe	peu salés

GRANULOMÉTRIE



Répartition moyenne dans les niveaux supérieurs



Répartition granulométrique pour un exemple: Profil N.78

— à 30 cm

- - - à 1 m

SOLS BRUN S A AMAS CALCAIRES

Description -

Sous une végétation de jujubiers, d'asparagus et souvent de scolymus, la surface est à peu près partout glacée.

Sur 5 à 10 cm, le sol est profondément remanié par la culture, puis la structure, d'abord nuciforme passe à polyédrique.

Souvent le calcaire s'individualise en profondeur sous forme d'amas pulvérulents ou de granules peu abondants.

Comme pour la plupart des sols du périmètre, un niveau inférieur plus sableux apparaît sous le sol proprement dit (1 mètre environ), généralement limono-argileux.

Propriétés physiques -

L'analyse granulométrique confirme la prédominance des éléments fins dans la partie supérieure du sol. La somme des argiles et des limons atteint souvent et dépasse parfois 70 % de la terre fine.

La texture plus grossière des horizons inférieurs apparaît également (voir graphique).

Les variations de l'humidité équivalente sont parallèles aux différences constatées dans la granulométrie ; généralement inférieure à 20 % en profondeur, elle est voisine de 25 % dans le sol proprement dit.

Les mesures de perméabilités fournissent des coefficients (k) variant entre 6.10^{-6} et 1.10^{-5} m/s.

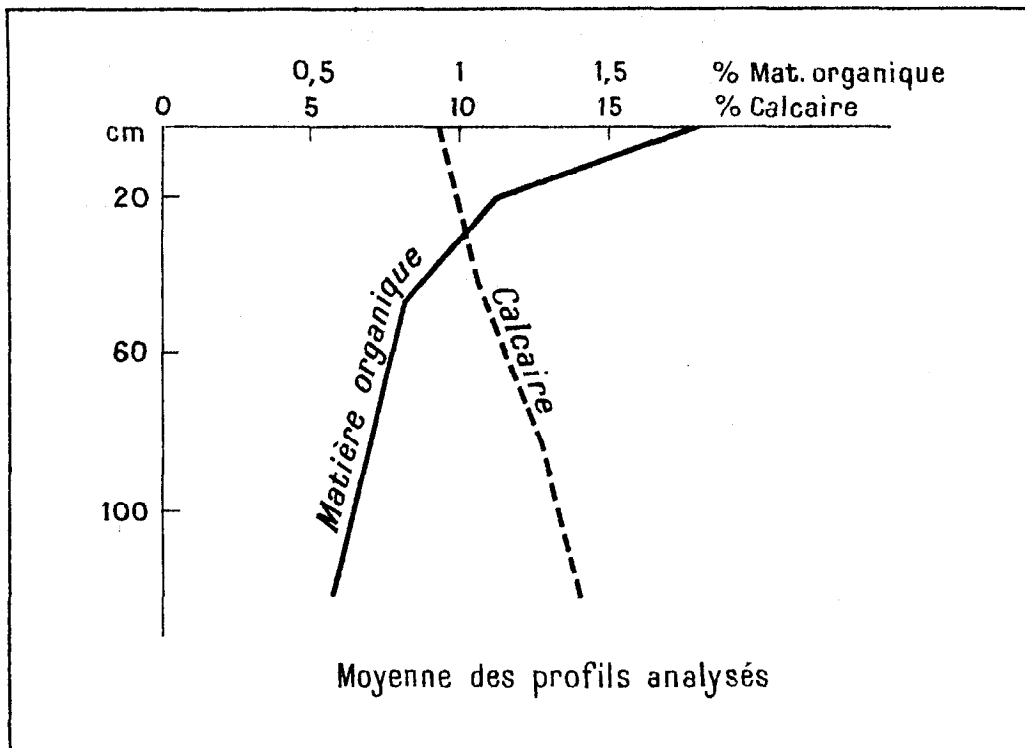
Caractère chimiques :

Matière organique :

Le taux de matière organique est assez élevé pour la région (1,8 % en surface). Elle est répartie régulièrement et décroît très progressivement en profondeur (voir graphique). Voisin de 10 en surface.

Le rapport Carbone/Azote traduit une bonne évolution de cette matière organique

MATIÈRE ORGANIQUE ET CALCAIRE



Calcaire :

L'ensemble de la région étant constitué par des apports provenant à la fois du plateau et du cône caillouteux, les teneurs en calcaire sont assez variables. Toutefois, et d'une manière générale, un lessivage s'est produit, entraînant l'accumulation du calcaire en profondeur. Celui-ci s'est souvent individualisé sous forme de taches. Les granules, parfois présents dans les profils sont vraisemblablement des éléments transportés, non formés en place.

Salure :

Elle est partout faible. La conductivité de l'extrait saturé ne dépasse pratiquement jamais 1 millimhos à 25°.

pH et complexe absorbant :

Le pH est compris entre 7,9 et 8,4, la capacité totale d'échange semble bonne pour la région (17 milliéquivalents pour 100 grammes de terre). Il ne semble pas que le glaçage superficiel soit dû, ici, à l'alcalisation, mais plutôt à l'abondance de la fraction limoneuse dans la composition granulométrique.

Intérêt agronomique - Vocations culturales

Malgré une perméabilité un peu faible due à leur texture fine, l'ensemble des propriétés physiques et chimiques de ces sols est assez satisfaisant pour que la mise en valeur par irrigation en soit rentable. Il ne semble pas exister de facteurs limitatifs interdisant l'une ou l'autre des cultures habituellement pratiquées dans la région. La tendance au glaçage superficiel peut être aisément combattue par de fréquents travaux superficiels et par des enfouissements d'engrais verts. Arboriculture fruitière, céréaliculture et fourrages pourraient se partager harmonieusement cette zone.

SOLS HYDROMORPHES A TACHES ET CONCRETIONS

Ils occupent, au Nord du périmètre, la partie la plus étroite du thalweg.

La nappe phréatique noie temporairement les horizons inférieurs de ces sols pendant la période la plus humide de l'année.

La séguia Graœuia sépare deux régions bien distinctes :

Au Nord, la présence de sables et de cailloux en profondeur assure un bon drainage et permet l'évacuation des sels par la simple irrigation. L'hydromorphie temporaire se manifeste par des taches de couleur grise et rouille dues aux phénomènes d'oxydo-réduction.

Au Sud de la séguia, une individualisation de calcaire sous forme d'amas pulvérulents et de granules apparaît à faible profondeur (30 à 50 cm) parallèlement aux taches. L'horizon supérieur, peu épais, est très humifère (4 à 5 % de matière organique). Entre cet horizon et le niveau où se trouvent les taches et les concrétions, le sol est de couleur grise, sans structure apparente, massif. Ces sols sont fortement alcalisés et, parfois, très salés en surface. Le sodium fixé sur le complexe peut atteindre 40 % de la capacité totale d'échange, la conductivité à 25° de l'extrait saturé est de 60 mmhos/cm pour l'horizon de surface du profil N. 71. Le pH est voisin de 10 dans les horizons inférieurs, moins salés.

Intérêt agronomique -

La région dominée par la séguia porte actuellement des jardins où quelques arbres fruitiers sont disséminés parmi des cultures de maïs et de fèves. Il serait peut être possible d'intensifier, sur cette étroite surface les cultures légumières.

Au Sud de la séguia, toute une gamme d'halophytes recouvrent la surface du sol. Cette zone ne peut guère être utilisée que comme terrain de parcours pour le bétail.

C O N C L U S I O N

I N T E R E T A G R O N O M I Q U E

D E

L ' E N S E M B L E D U P E R I M E T R E

Si l'on fait abstraction des sols trop peu profonds à faibles possibilités culturales, mais dont la surface est assez réduite, la plupart des sols du périmètre présentent un intérêt agricole non négligeable. Les propriétés physiques sont, en général, satisfaisantes. Il convient cependant de noter l'importance de la fraction limoneuse pour la majorité des sols. Indépendamment de phénomènes chimiques qui peuvent intervenir par ailleurs, cette proportion d'éléments fins est susceptible de provoquer la formation d'un glaçage généralisé, sur lequel les eaux ruissellent facilement provoquant des phénomènes d'érosion. Il est assez facile de lutter contre ce glaçage par de fréquents travaux superficiels précédant les irrigations. La simple mise en culture limite notablement l'érosion. L'humidité équivalente est rarement très élevée. Il sera bon, dans la mesure du possible, d'éviter les apports massifs d'eau d'irrigation sur des surfaces réduites, mais, au contraire, d'étendre au maximum la surface irrigable en tenant compte des besoins en eau des cultures envisagées.

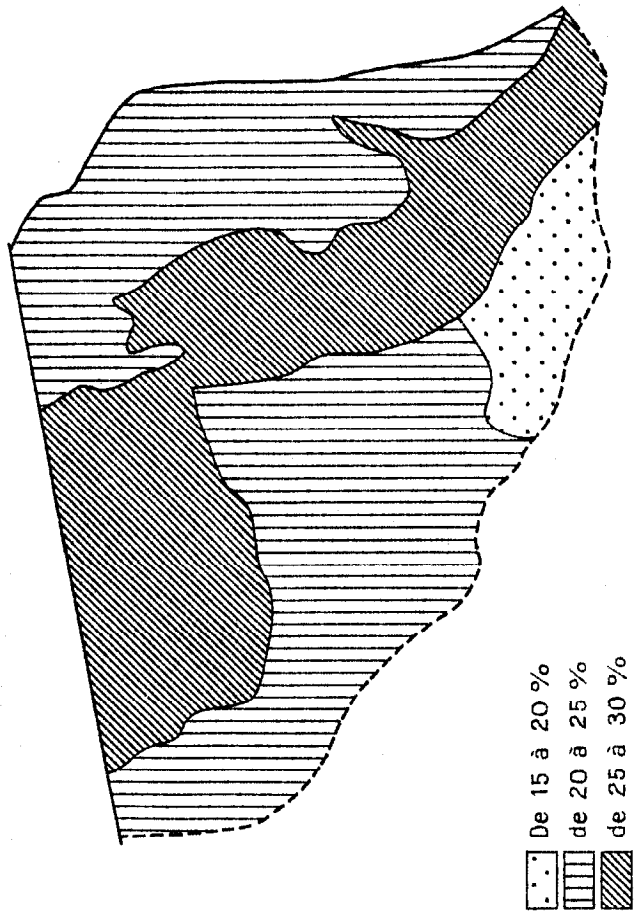
Il faut cependant faire une exception à cette règle pour les sols bruns et sierozems à alcalis du plateau.

Comme il a été écrit dans le chapitre qui leur est consacré, leur amélioration nécessitera des quantités d'eau importantes et n'est envisageable que sous cette condition. La transformation du calcium en sulfates solubles ne peut en effet être efficace que si l'équilibre complexe absorbant solution du sol est nettement rompu par un excès de calcium soluble entraînant le passage d'une partie du sodium du complexe dans la solution du sol.

La série de cartes ci-jointes schématise les variations locales des propriétés physico-chimiques. Soulignons la faiblesse générale du taux de matière organique et de la capacité totale d'échanges qui présentent cependant des valeurs plus élevées pour le thalweg et la partie méridionale du cône.

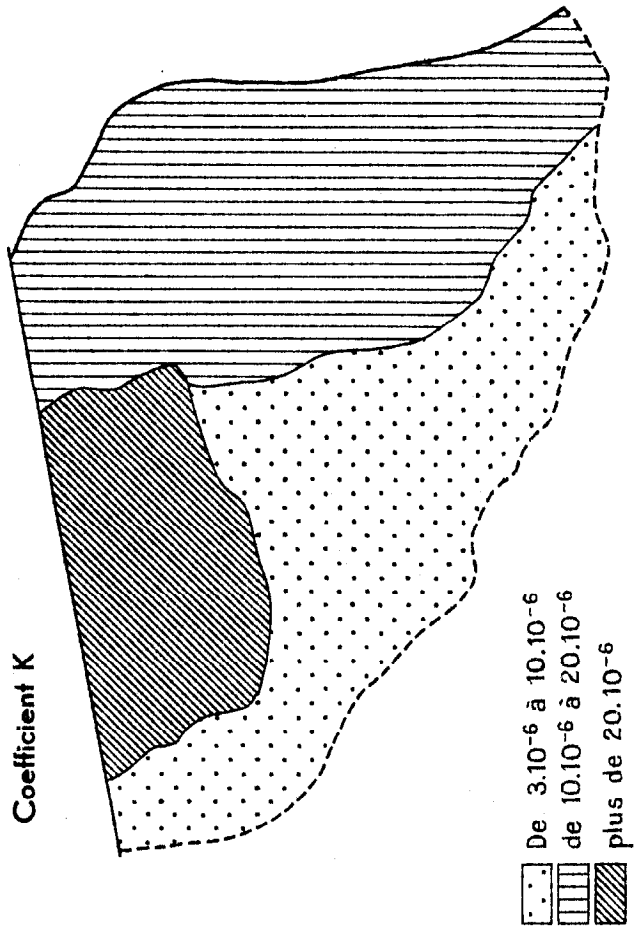
Les problèmes de salure n'interviennent que localement, souvent en bordure des séguias.

HUMIDITÉ ÉQUIVALENTE



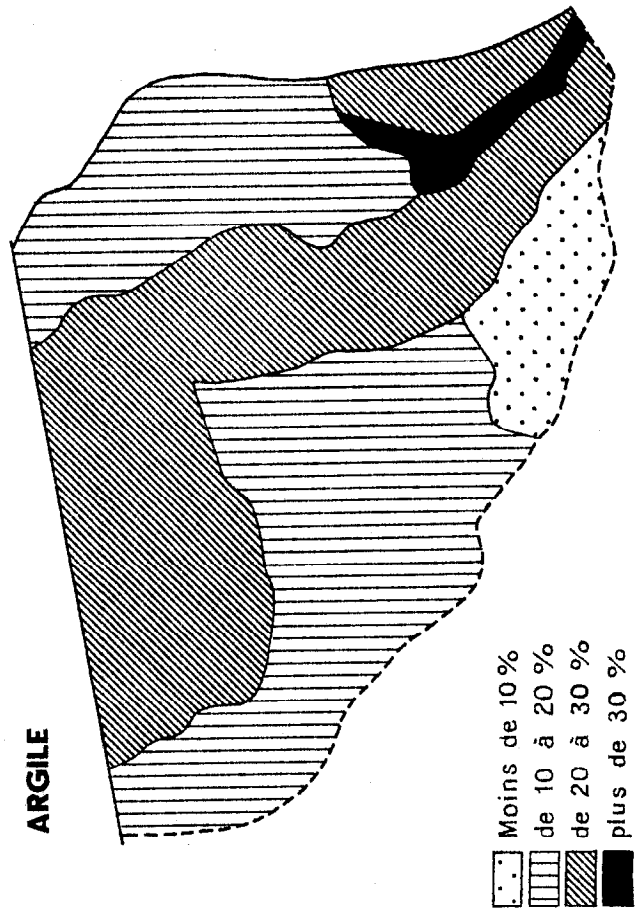
PERMÉABILITÉS

Coefficient K



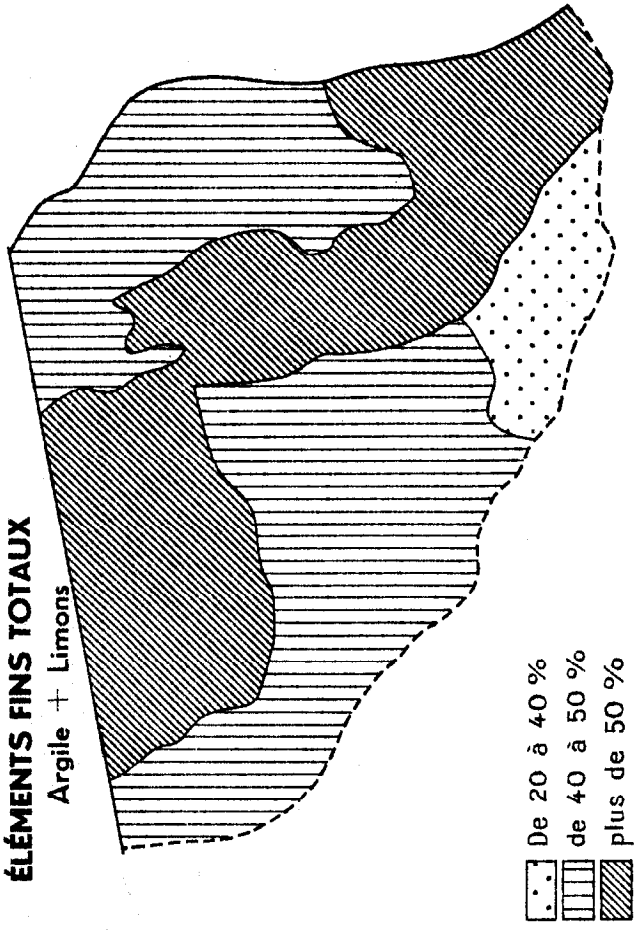
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

ARGILE



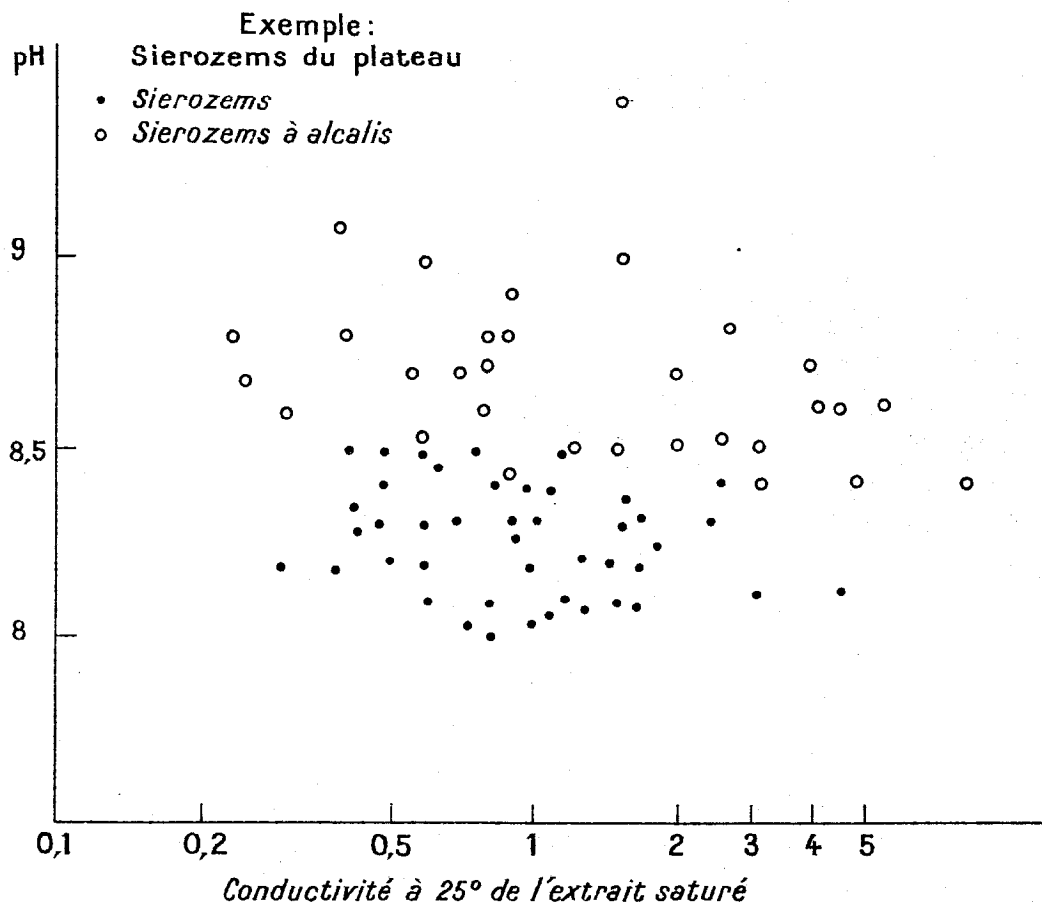
ÉLÉMENTS FINS TOTAUX

Argile + Limons



CARACTÈRES CHIMIQUES

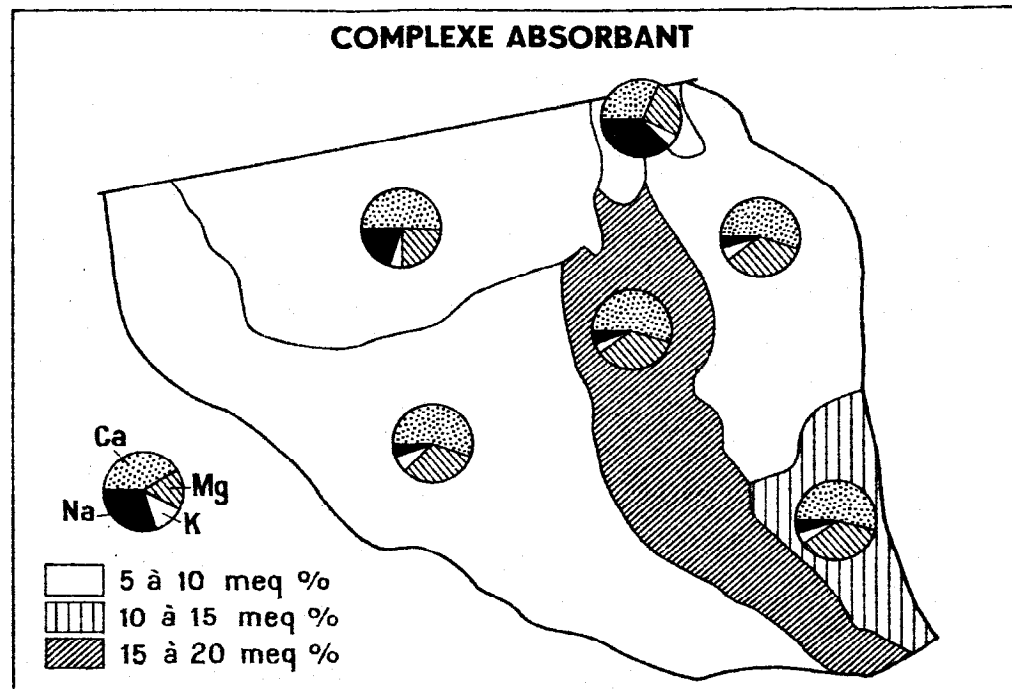
ALCALISATION, pH et CONDUCTIVITÉ



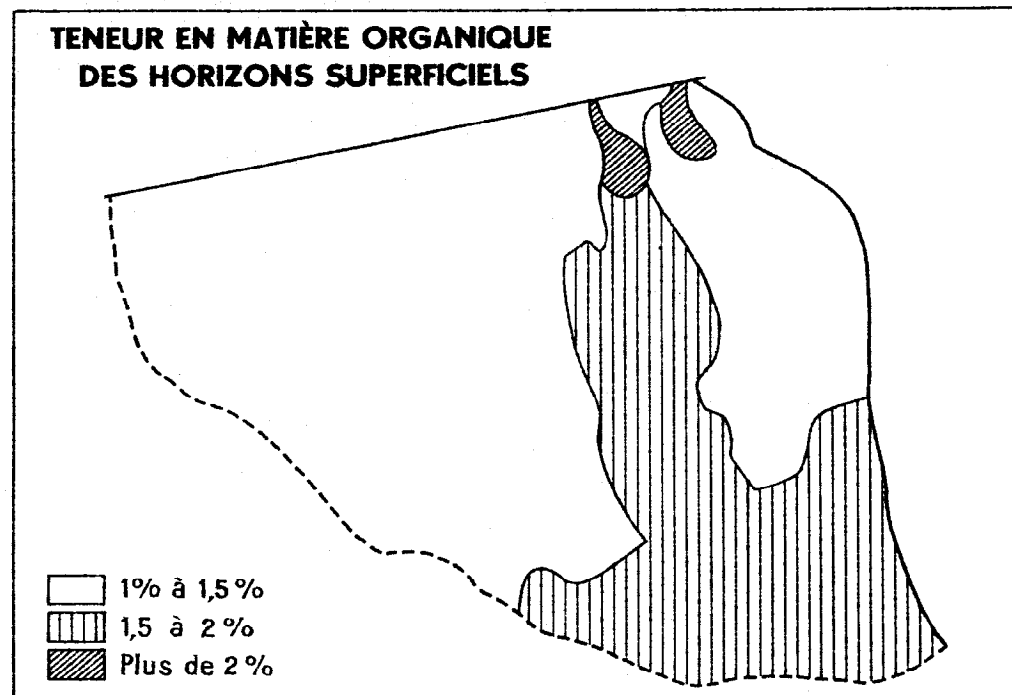
Les deux nuages de points correspondant aux sierozems alcalisés ou non sont bien distincts.

Le pH est d'autant plus élevé que la conductivité est plus faible.

COMPLEXE ABSORBANT

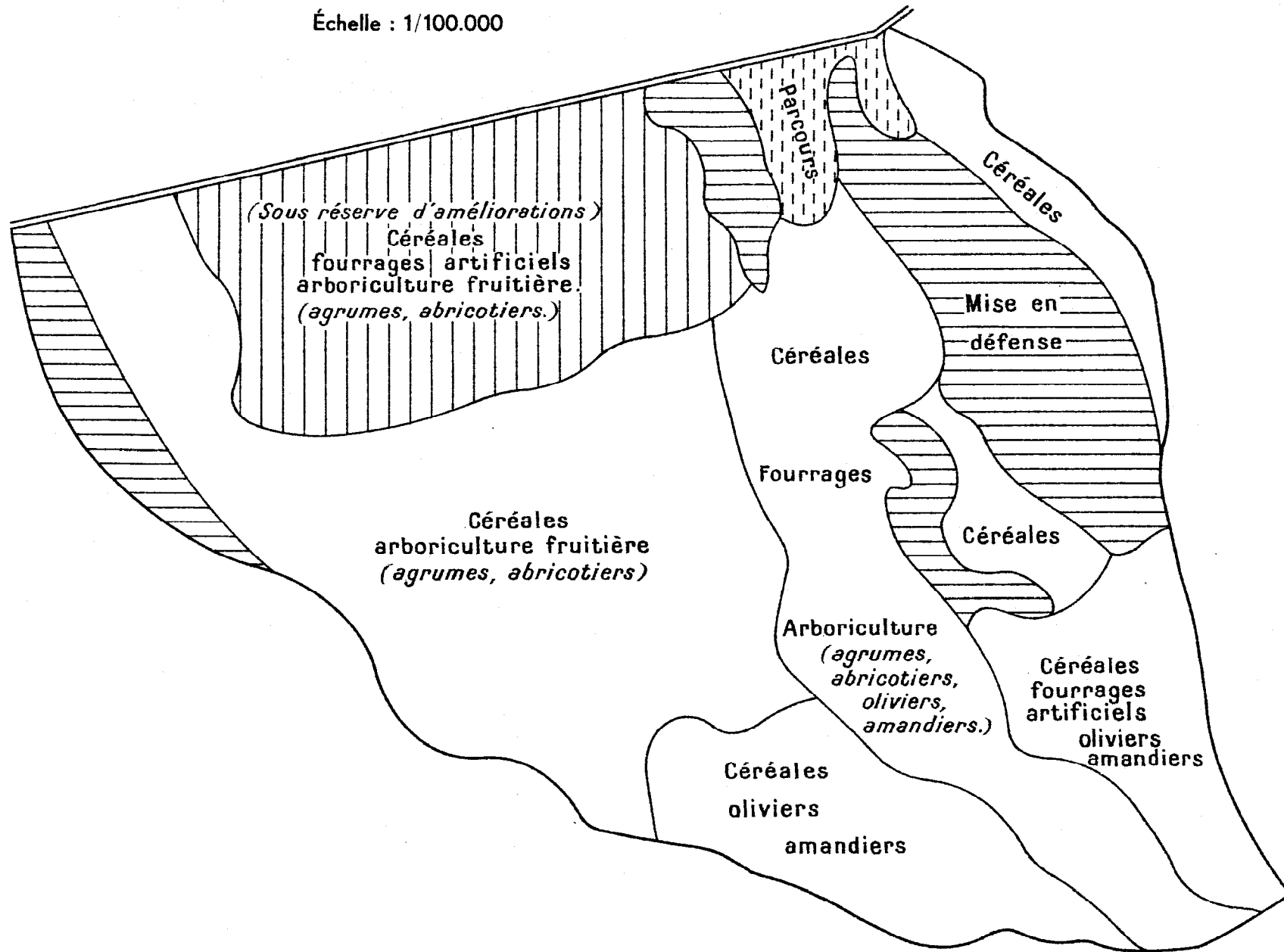


TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE DES HORIZONS SUPERFICIELS



POSSIBILITÉS D'UTILISATION SOUS IRRIGATION

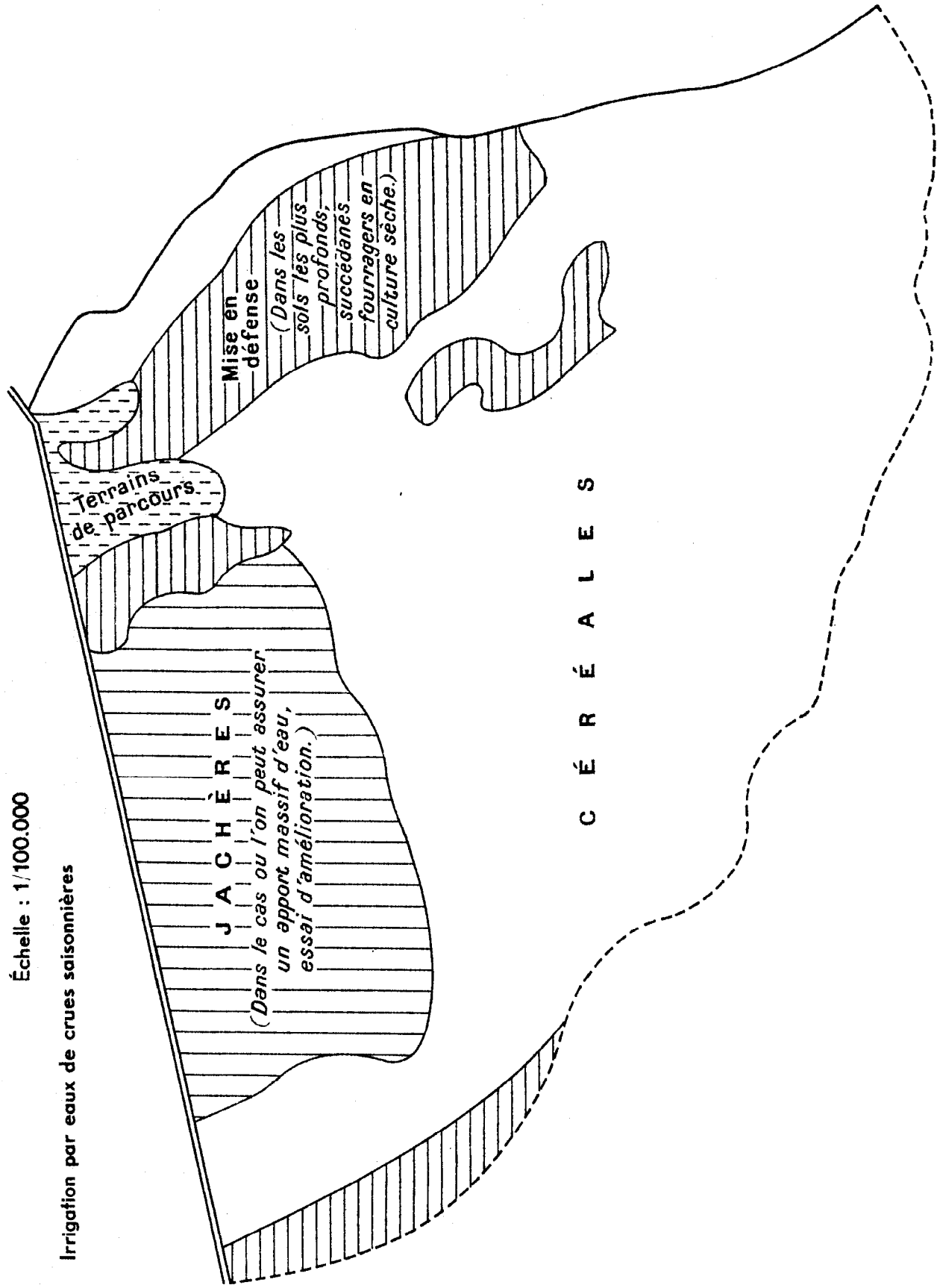
Échelle : 1/100.000



POSSIBILITÉS ACTUELLES D'UTILISATION

Échelle : 1/100.000

Irrigation par eaux de crues saisonnières



En fait, la mise en valeur de cette zone est entièrement dominée par le problème de l'eau. Si l'utilisateur doit se limiter à des apports saisonniers en période de crue, il serait utopique d'établir un plan de mise en valeur sur la base de quantités d'eau disponibles en moyenne, alors que les chiffres relevés, chaque année, trop variables, échappent à toute moyenne. Dans ce cas, les cultures pérennes étant automatiquement éliminées, on ne peut guère envisager que les cultures de céréales traditionnelles. Peut être peut-on, toutefois, conseiller une intensification des cultures fourragères : établissement de mélanges fourragers ou tout simplement protection et maintien d'une partie de la végétation naturelle qui assurerait par ailleurs une défense efficace contre l'érosion.

Si, par contre, les services compétents peuvent disposer d'eau pérenne, la majorité des sols du périmètre s'accommodera de la plupart des cultures irriguées pratiquées dans le HAOUZ.

Les propriétés physico-chimiques locales en conditionneront le choix.

Les deux cartes ci-jointes au 1/100.000ème donnent un aperçu des répartitions de cultures pouvant être envisagées dans les deux cas.

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

- R. JAMINET Etude préliminaire des sols du périmètre irrigable de Marrakech - C.R.A. RABAT 1951.
- J. DRESCH Le Haouz et le Sous - Aspects de la géomorphologie du Maroc - N° 96 des Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc.
- J. DRESCH Recherche sur l'évolution du relief dans le massif central du Grand Atlas, le Haouz et le Sous.
- G. THUILLE Hydrogéologie du Haouz, Note préliminaire sur la région Ouest de Marrakech.
- Dr VAYSSE Alimentation et aliments du bétail au Maroc. Publication du Service de l'élevage. RABAT 1947.
- W.P. KELLEY Alkali soils. Reinhold publishing corporation - New York 1951.
- R. RAYNAL Communications orales.
- G. CHOUBERT, M. GIBOUT, J. MARCAIS, J. MARGAT et R. RAYNAL
Essai de classification du quaternaire continental du Maroc. C.R. Séances de l'Académie des Sciences. T 234 - N° 5 - Juillet 1956.
- G. AUBERT Classification présentée le 2 Juin 1958 à la deuxième réunion du sous comité du C.R.A.C.C.U.S. Brazzaville.
- G. AUBERT Communications orales.
- S. TOUJAN et J. CONCARET
Carte d'utilisation des sols. Haouz de Marrakech. Région Ouest. O.R.S.T.O.M. 1957.

ROYAUME DU MAROC

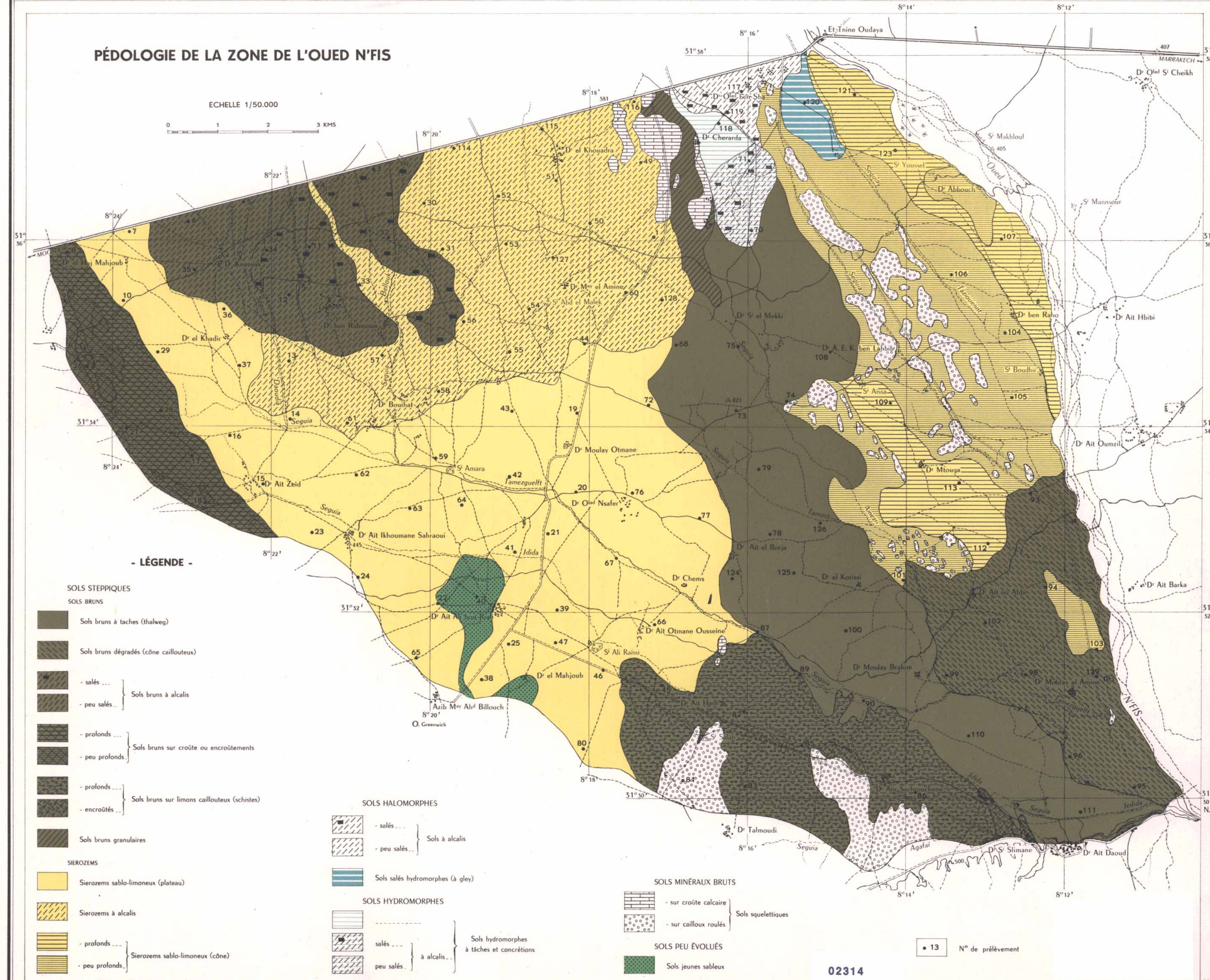
CARTE PÉDOLOGIQUE DE LA ZONE DE L'OUED N'FIS

PAR J. CONCARET

ECHELLE 1/50.000

PÉDOLOGIE DE LA ZONE DE L'OUED N'FIS

ECHELLE 1/50.000



- LÉGENDE -

- SOLS STEPPIQUES**
- SOLS BRUNS**
 - Sols bruns à taches (thalweg)
 - Sols bruns dégradés (cône caillouteux)
 - salés ...
 - peu salés ...
- Sols bruns à alcalis
- Sols bruns sur croûte ou encroûtements
 - profonds ...
 - peu profonds ...
- Sols bruns sur limons caillouteux (schistes)
 - profonds ...
 - encroûtés ...
- Sols bruns granulaires
- SIEROZEMS**
 - Sierozems sablo-limoneux (plateau)
 - Sierozems à alcalis
 - profonds ...
 - peu profonds ...
- Sierozems sablo-limoneux (cône)
 - profonds ...
 - peu profonds ...

- SOLS HALOMORPHES**
 - salés ...
 - peu salés ...
- Sols à alcalis
- Sols salés hydromorphes (à gley)
- SOLS HYDROMORPHES**
 - salés ...
 - peu salés ...
- Sols hydromorphes à taches et concrétions

- SOLS MINÉRAUX BRUTS**
 - sur croûte calcaire
 - sur cailloux roulés
- Sols squelettiques
- SOLS PEU ÉVOLUÉS**
 - Sols jeunes sableux

• 13 N° de prélèvement

02314