

ROYAUME DU MAROC

Ministère de l'Agriculture  
et de la Réforme Agraire

المملكة المغربية  
وزارة الفلاحة  
والاصلاح الزراعي

Congrès de Pédologie Méditerranéenne  
Excursion au Maroc

# LIVRET - GUIDE

Tome I

## LE MILIEU MAROCAIN

3 au 9 Septembre 1966

ROYAUME DU MAROC

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA RÉFORME AGRAIRE

Congrès

de

Pédologie Méditerranéenne

Madrid - Septembre 1966

—

EXCURSION AU MAROC

LIVRET - GUIDE

TOME I

LE MILIEU MAROCAIN

Sous la Présidence d'Honneur de

Son Excellence le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire.  
Son Excellence le Ministre de l'Education Nationale.  
Son Excellence le Ministre du Tourisme.

L'Excursion au Maroc de Pédologie Méditerranéenne

a été organisée par le Comité suivant :

- Président : H. FARAJ, Pédologue, Chef du Service des Recherches Ecologiques à l'Institut National de la Recherche Agronomique.
- Vice-Présidents : P. BILLAUX, Pédologue, Directeur de Recherches O.R.S.T.O.M.;  
Chef du Service de Pédologie à l'Office de Mise en Valeur Agricole.  
G. BRYSSINE, Pédologue, Chef de la Station de Base de Pédologie à l'Institut National de la Recherche Agronomique.
- Secrétaire Général : A. RUELLAN, Pédologue, Maître de Recherches O.R.S.T.O.M., Chef du Centre des Expérimentations à l'Office de Mise en Valeur Agricole.
- Trésoriers : R. WATTEBOW, Pédologue à l'Institut National de la Recherche Agronomique.  
L. PRZEPIORKA, Chef du Laboratoire de Physique du Sol à l'Institut National de la Recherche Agronomique.
- Membres : Madame I. BRYSSINE, Chef de la Station de Biologie des Sols à l'Institut National de la Recherche Agronomique.  
G. BEAUDET, Professeur de Géographie à la Faculté des Lettres.  
J.H. EHRWEIN, Pédologue au Projet Sebou.  
R. HAZAN, Chef de la Division des Ressources en Eaux à l'Office de Mise en Valeur Agricole.  
B. HEUSCH, Pédologue au Projet Sebou.  
T. IONESCO, Chef de la Station de Phyto-Ecologie à l'Institut National de la Recherche Agronomique.  
B. LÉPOUTRE, Pédologue, Directeur de Recherches O.R.S.T.O.M., détaché à la Station de Recherches Forestières.  
J. MARTIN, Professeur de Géographie à l'Institut Scientifique Chérifien.  
C. MASSONI, Pédologue, Chargé de Recherches O.R.S.T.O.M.; Chef du Service de Pédologie du Périmètre du Tadla (Office de Mise en Valeur Agricole).  
J. MATHEZ, Chef du Laboratoire de Phanérogamie à l'Institut Scientifique Chérifien.  
G. MAURER, Professeur de Géographie, Chef du Laboratoire de Géographie à l'Institut Scientifique Chérifien.  
C. MICHEL, Chef de la Station des Améliorations Culturelles à l'Institut National de la Recherche Agronomique.  
G. MISSANTE, Pédologue à l'Institut National de la Recherche Agronomique.

Sous l'égide de

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

(I.N.R.A. - RABAT)

Avec la collaboration de :

La Direction des Mines et de la Géologie (M. et G. - Rabat)  
L'Institut Scientifique Chérifien (I.S.C. - Rabat)  
Le Projet Sebou (Gouvernement Marocain - U.N.D.P. - F.A.O.)  
L'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M. - Paris)  
L'Office de la Mise en Valeur Agricole (O.M.V.A. - Rabat)  
La Station de Recherches Forestières (S.R.F. - Rabat)  
L'Université de Rabat.

Ce Livret - Guide a été rédigé par :

G. BEAUDET (Université)	C. MASSONI (O.M.V.A.-O.R.S.T.O.M.)
P. BILLAUX (O.M.V.A.-O.R.S.T.O.M.)	J. MATHEZ (I.S.C.)
G. BRYSSINE (I.N.R.A.)	C. MICHEL (I.N.R.A.)
H. FARAJ (I.N.R.A.)	G. MISSANTE (I.N.R.A.)
T. IONESCO (I.N.R.A.)	A. RUELLAN (O.M.V.A.-O.R.S.T.O.M.)
B. LEPOUTRE (S.R.F.-O.R.S.T.O.M.)	R. WATTEEUW (I.N.R.A.)
J. MARTIN (I.S.C.)	

Avec la collaboration de :

Madame I. BRYSSINE (I.N.R.A.); Mademoiselle A. SAUVAGEOT (S.R.F.),  
Messieurs A. ANDRE (I.S.C.), J. CHAMAYOU (O.M.V.A.), G. CHOUERT (M. et G.),  
M. COMBES (O.M.V.A.), G. COUVREUR (Université), B. DABIN (O.R.S.T.O.M.), J.H.  
EHRWEIN (Sebou), M. EL JARRAT (I.N.R.A.), H.P. ETIENNE (O.M.V.A.), M. FERRE (O.M.V.A.)  
A. HACHEM (O.M.V.A.), G. HENRARD (F.A.O.-P.R.A.M.), B. HEUSCH (Sebou), M. HUMBERT  
(M. et G.), G. JOHN (O.M.V.A.), G. LAZAREFF (Sebou), G. MAURER (I.S.C.), M. NACIRI  
(Université), L. ORTELLI (M. et G.), G. PALLIX (Sebou), P. PELLOUX (O.R.S.T.O.M.);  
L. PRZEPIORKA (I.N.R.A.), U. SCHOEN (I.N.R.A.), Y. SHAWI (O.M.V.A.), F. SMEYERS  
(O.M.V.A.-F.A.O.), J.F. TROIN (Université).

Coordination scientifique et mise en page par

A. RUELLAN

## S O M M A I R E

### PREAMBULE (Tome I)

### PREMIERE PARTIE : LE MILIEU MAROCAIN (Tome I)

- Chapitre Premier : Le cadre géomorphologique de la pédogénèse au Maroc.
- Chapitre Deuxième : Climatologie, Bioclimatologie et Phytogéographie du Maroc.
- Chapitre Troisième : Les sols du Maroc.
- Chapitre Quatrième : L'Agriculture et les Forêts du Maroc.
- Annexe : Glossaire de quelques noms arabes et berbères.

### DEUXIEME PARTIE : DESCRIPTION DES REGIONS TRAVERSEES (Tome II)

- Chapitre Premier : Le Plateau Central occidental.
- Chapitre Deuxième : La Plaine du Tafla.
- Chapitre Troisième : Le piedmont du Moyen Atlas occidental.
- Chapitre Quatrième : Le Causse Moyen-Atlasique
- Chapitre Cinquième : Le Saïs
- Chapitre Sixième : Les Bas-Plateaux Zemmour
- Chapitre Septième : La Mamora
- Chapitre Huitième : La Plaine du Rharb.

TROISIEME PARTIE : DESCRIPTION DE L'ITINERAIRE DE L'EXCURSION (Tome II)

- Chapitre Premier : 3 Septembre 1966 : de Rabat à Beni Mellal.
- Chapitre Deuxième : 4 Septembre 1966 : la Plaine du Tadla.
- Chapitre Troisième : 5 Septembre 1966 : de Beni Mellal à Fès.
- Chapitre Quatrième : 7 Septembre 1966 : la région de Fès.
- Chapitre Cinquième : 8 Septembre 1966 : de Fès à Rabat.
- Chapitre Sixième : 9 Septembre 1966 : la Plaine du Rharb.
- Annexe : Glossaire de quelques noms arabes et berbères.

QUATRIEME PARTIE : LES PROFILS DE SOLS (Tome III)

- Introduction : Les méthodes d'analyses.
- Chapitre Premier : Profils de sols présentés dans la Plaine du Tadla.
- Chapitre Deuxième : Profils de sols présentés dans le Moyen-Atlas.
- Chapitre Troisième : Profils de sols présentés dans le Saïs.
- Chapitre Quatrième : Profils de sols présentés en Mamora.
- Chapitre Cinquième : Profils de sols présentés dans la Plaine du Tadla.

## P R E A M B U L E

Dans sa forme actuelle, le Livret-Guide n'est qu'une édition provisoire ; il est de notre intention de le publier une fois que seront recueillis les avis et les suggestions qui seront formulés tout au long de l'Excursion par ceux qui auront bien voulu y participer.

Le but essentiel de ce Livret est de présenter les descriptions de profils et les analyses à partir desquelles se fera le travail au terrain. Cependant, afin de faciliter l'interprétation des résultats, les différents profils ont été replacés dans leur contexte géographique régional et ce, grâce à des chapitres où sont rappelés brièvement les données essentielles concernant la géomorphologie, le climat, la végétation, les sols, l'agriculture et la géographie humaine. Ces descriptions régionales sont elles-mêmes précédées par une introduction générale qui donne un aperçu de ces données à l'échelle du Maroc. En ce qui concerne les profils, une première interprétation dans laquelle on a cherché à faire le point des problèmes posés par les sols, est présentée. Nous souhaitons que cette interprétation prépare les discussions sur le terrain.

Nous pensons que ce Livret-Guide aura son utilité même une fois le Congrès terminé et ceci parce qu'il représente un effort de synthèse entre différentes disciplines, d'abord au niveau régional, puis à l'échelle du pays. Dans le même esprit de synthèse, ont été rédigées plusieurs cartes des régions traversées, ainsi qu'une carte générale des sols du Maroc au 1/2.000.000. Les cartes régionales sont éditées. La carte générale, encore à l'état de maquette, le sera pour l'automne prochain. Signalons que ce document est la première carte générale des sols du Maroc depuis celle de W. CAVALLAR (1950).

Ce Livret qui est destiné à guider des pédologues à travers le Maroc n'a pas été réalisé seulement par des Pédologues, mais par une équipe qui a rassemblé des Géographes, des Géologues, des Botanistes, des Agronomes. Nous souhaitons que l'esprit de collaboration et d'amitié qui a régné pendant la préparation du Livret puisse se lire à travers les lignes de ce texte.

Un effort de coordination et d'harmonisation a été fait laissant cependant s'exprimer les différentes familles d'esprit qui se sont manifestées notamment pour l'interprétation des profils.

Il va de soi qu'une telle collaboration n'a été possible que grâce à l'appui de nombreuses personnalités.

Nous voudrions en premier lieu manifester notre vive reconnaissance à Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire qui a bien voulu accepter de présider le Comité d'Honneur et qui nous a maintes fois aidés à résoudre les problèmes qu'à posés l'organisation de cette Excursion.

Nos remerciements vont également à Monsieur le Ministre de l'Education Nationale qui a bien voulu accepter de participer au Comité d'Honneur et qui nous a toujours témoigné sa sollicitude lorsque des problèmes concernant son département lui ont été soumis.

Nous tenons aussi à remercier très vivement Monsieur le Ministre du Tourisme qui a accepté d'être parmi les membres du Comité d'Honneur et qui nous a donné son appui et ses conseils.

Si le soin de patronner et d'organiser l'Excursion revenait à l'Institut National de la Recherche Agronomique, dont le Directeur Général a été pour nous un soutien et un conseiller permanent à qui nous devons une grande reconnaissance, il n'empêche que le travail n'a pu être réalisé que grâce à une participation très large d'autres Organismes dont nous voulons remercier ici les Directeurs qui ont mis à notre disposition leur personnel et leurs moyens. Nous tenons en particulier à témoigner notre reconnaissance à :

- Monsieur le Recteur des Universités,
- Monsieur le Doyen de la Faculté des Lettres,
- Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences,
- Monsieur le Directeur de l'Institut Scientifique Chérifien,
- Monsieur le Directeur de l'Office de Mise en Valeur Agricole,
- Monsieur le Directeur des Eaux et Forêts,
- Monsieur le Directeur des Mines et de la Géologie
- Monsieur le Directeur du Projet Sebou,
- Monsieur le Directeur du Service de la Conservation Foncière et du Service Topographique et Cadâstral,
- Monsieur le Directeur de l'Institut Géographique National,
- Monsieur le Directeur de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

Enfin que tous ceux qui ont participé à la rédaction de ce Livret et à l'Organisation de l'Excursion, qui ont accepté cet esprit d'équipe qui les a souvent obligés de modifier leurs premières rédactions et qui l'ont toujours fait, avec beaucoup de dévouement, soient ici très sincèrement remerciés et vivement félicités. Une quarantaine de personnes ont collaboré à cette rédaction. Nous ne pouvons les citer tous ici. En tant que Pédologue notre reconnaissance va cependant tout particulièrement vers ceux qui ne sont pas Pédologues et qui n'ont jamais refusé de nous aider : sans eux, ce guide et cette excursion n'auraient pas été possibles.

H. FARAJ  
Président du Comité  
d'Organisation

PREMIERE PARTIE

LE MILIEU MAROCAIN

## CHAPITRE PREMIER

### LE CADRE GEOMORPHOLOGIQUE DE LA PEDOGENESE

#### AU MAROC

par G. BEAUDET

avec la collaboration de  
A. RUELLAN

Le Maroc constitue un domaine privilégié de la recherche géomorphologique. Une histoire géologique complexe l'a doté, du Précambrien au Quaternaire le plus récent, de roches variées très diversement disposées, et l'inégale ampleur des mouvements tectoniques fait qu'aux hautes montagnes s'opposent des bassins déprimés : nulle part ailleurs en Afrique du Nord l'étagement altitudinal ne dépasse 4.000 m. D'autre part, si le thème climatique reste partout le même, faisant alterner une saison des pluies hivernale et la sécheresse estivale, la présence de l'Océan Atlantique à l'W, l'existence d'un vaste amphithéâtre montagneux prenant en écharpe tout le pays et l'étalement en latitude sur plus de 900 km, expliquent que toutes les variétés du climat méditerranéen soient représentées au Maroc, constituant depuis le Quaternaire ancien autant de milieux différenciés pour l'évolution morphogénétique.

## I.- APERCU MORPHOSTRUCTURAL DU MAROC

Trois domaines structuraux se partagent le Maroc du N au S, chacun d'eux étant orienté WSW - ENE. Au centre, l'épaisse masse atlasique est faite du socle hercynien localement fossilisé par une couverture sédimentaire secondaire et tertiaire. Au S, le domaine présaharien est armé par le tréfond précambrien d'Afrique inégalement couvert de sédiments variés s'échelonnant du Primaire au Quaternaire. Au N, le domaine rifain est un empilement de nappes de charriage où couvertures sédimentaires et socle hercynien se chevauchent, poussés vers le S.

### A.- Au Sud, le domaine présaharien

Le socle précambrien africain apparaît à l'W, dans l'Anti-Atlas, tandis qu'à l'E il s'enfonce sous des couvertures sédimentaires variées.

L'Anti-Atlas est un bombement structurellement dissymétrique : sur sa bordure N le Précambrien affleure en grandes boutonnières alors qu'au S apparaissent des sédiments primaires de plus en plus récents. Une très longue évolution morphologique a dégagé plusieurs types de paysages. De larges plaines d'érosion se développent sur les roches cristallines du socle tandis que leurs enveloppes volcaniques ou métamorphiques portent les sommets les plus élevés (plus de 2.000 m). De magnifiques formes structurales, faites de corniches et de couloirs d'érosion, sont sculptées dans la couverture primaire : larges synclinaux perchés dans les ensellements du socle précambrien au N, longues crêtes monoclinales comme le Jbel Bani vers le S.

Un chapelet de dépressions jalonnent au N de l'Anti-Atlas, le contact des domaines présaharien et atlasique le long de l'accident sud-atlasique. A l'W, c'est la plaine du Souss remblayée de dépôts quaternaires et s'ouvrant largement sur l'Atlantique par une côte bordée de dunes littorales consolidées. Vers l'E, par delà l'imposant édifice volcanique du Siroua (3.300 m), le fossé du Dades, colmaté de Néogène et de Villafranchien façonnés en glacis, donne accès au-delà du léger seuil d'Imitère, au Bassin du Rheriss.

Au S, l'Anti-Atlas s'ennoie sous la dalle finitertiaire de la Hamada du Dra, localement voilée par les alignements des premiers ergs sahariens.

A l'E de l'Anti-Atlas, les paysages sont dominés par des étendues planes superposées, les Hamadas. Ce sont des plateaux structuraux faits d'empilements sédimentaires couronnés de dalles résistantes : hamadas crétacées de Meski et des Ker-Ker au N et au S du Tafilalt, hamada tertiaire de Boudenib au N et long pédoncule N-S de la hamada plio-villafranchienne du Guir. La dépression du Tafilalt est encadrée par ces plateaux. La couverture primaire du socle précambrien exhumée et affouillée, engendre des crêtes structurales sinueuses au pied desquelles s'épandent largement les alluvions fines des oueds Rhériss et Ziz, parfois remaniées en dunes.

Les paysages présahariens sont marqués par l'aridité. La couverture végétale est toujours très clairsemée, parfois réduite à un piquetage à peine visible; les masses vertes des palmeraies des oasis font contraste, mais elles doivent autant au travail humain qu'à la présence de l'eau. Nulle part ailleurs les formes structurales ne sont aussi nettes : kreb (corniches) des hamadas et crêtes du socle montrent la roche à vif sans couverture détritique; les glacis d'érosion recourent sur des kilomètres roches cristallines et sédiments, à peine voilés de dépôts caillouteux souvent patinés, noirâtres. Au fond des vallées le lit des oueds est un lacis largement étalé de chenaux divagants le plus souvent à sec mais bouleversés par chaque crue; la plupart des oueds sont endoréiques et se perdent dans des épandages fins (les maïdere). Vers le S, les alignements rectilignes ou contournés des dunes et le bossèlement des nebkas annoncent les grands ergs sahariens.

#### B.- Au Nord, le Rif

Structuralement, le Rif est constitué d'une guirlande complexe de nappes de charriage mises en place au Miocène et déversées vers le S, à peu près parallèles au littoral méditerranéen du Maroc. Pourtant, c'est surtout de l'E à l'W que les paysages morphologiques diffèrent, reflétant la disposition climatique.

Les parties culminantes du Rif Occidental sont modelées dans des nappes grésos-schisteuses. Des crêtes quartzitiques et gréseuses étroites peuvent y dépasser 2.000 m (Jbel Tidirhine; 2.456 m) au centre du massif mais s'abaissent vers le NW. Entre ces

crêtes redressées et le réseau dense des vallées bien creusées dans les schistes, se tiennent de longs plans perchés tapissés d'épaisses colluvions, héritage de phases quaternaires d'accumulation qui donnent au paysage une allure aérée; de hauts bassins colmatés de Villafranchien viennent encore ajouter à cette aération du relief. L'ampleur des précipitations et la nature schisteuse des versants font se multiplier les phénomènes de solifluxion qui boursoufflent les pentes, même sous la forêt dense. Au S, avec l'intermédiaire des collines rifaines, le relief s'abaisse dans la zone pré-rifaine, faite de nappes essentiellement marneuses modelées en collines convexes et mues où solifluxion et ravinement combinés accidentent les versants; ce paysage monotone mais complexe est dominé par des escarpements calcaires énergiques : au N, les petites écailles des sofs, au S, les rides pré-rifaines, fragments de la couverture sédimentaire atlasique ébranlés par la poussée des nappes de charriage. Vers le N, la zone rifaine centrale est bordée par les escarpements subverticaux blanchâtres de la Dorsale calcaire, masse complexe de nappes jurassiques portant des sommets très lourds; à l'E, cet ensemble calcaire domine directement la Méditerranée par de gigantesques falaises (Bokoya, à l'W d'Al Hoceïma), tandis qu'à l'W, des nappes primaires le recouvrent, façonnées en fortes collines qui tombent dans la mer ou sont interrompues de plaines littorales portant déjà les marques de l'aridité.

À l'E de la coupure méridienne de l'oued Nekkor, le Rif Oriental est tout différent. Les altitudes s'abaissent vers la Basse Moulouya en même temps que l'aridité s'accroît. De larges plaines plio-villafranchiennes à peine rajeunies, faites de longs glacis encroûtés et d'épandages meubles, sont dominées par de minces crêtes dénudées qui les cloisonnent. Au N, un bourrelet d'altitude soutenue, jalonné d'édifices volcaniques et tronçonné par de basses plaines alluviales, surplombe la Méditerranée. Vers le S et l'E le passage aux pays de la Moulouya est insensible.

### C.- Au Centre, le domaine atlasique

Le socle hercynien et sa couverture sédimentaire sont très inégalement déformés; aux chaînes du Haut et du Moyen Atlas qui constituent l'ossature de ce domaine, s'opposent les plateaux et les dépressions de l'E et de l'W.

## 1<sup>o</sup>) Le Haut Atlas

Au S du domaine atlasique, le Haut Atlas s'allonge de l'WSW à l'ENE sur plus de 700 km mais ses aspects diffèrent. A l'W, le bombement principal fait affleurer le socle primaire et porte les points culminants de la chaîne (Jbel Toubkal : 4.165 m). Les sommets sont lourds car ils dérivent de vieux aplanissements (infratriasique, infra-crétacé, éogène) portés en hauteur par des pulsations tectoniques qui s'échelonnent du Secondaire au Tertiaire. Par contre, les vallées sont énergiquement entaillées, souvent constituées à l'amont d'anciennes auges glaciaires encombrées de blocailles. En serrant ce noyau primaire, les crêtes monoclinaux de la couverture secondaire et tertiaire alternent avec des dépressions d'érosion façonnées dans les roches tendres; les affleurements triasiques sont bien souvent griffés de badlands sous une forêt éclaircie. Au centre de la chaîne, les altitudes sont encore soutenues (Jbel Azourki : 3.685 m; J. Ayachi : 3.751 m) mais seule la couverture sédimentaire, souvent calcaire, affleure, plissée SW - NE en larges synclinaux cloisonnés d'anticlinaux étroits. Monts dérivés et corniches des synclinaux perchés sont souvent modelés en clochetons par le gel quaternaire tandis que leurs pieds disparaissent sous d'abondants débris; dans les bassins à la végétation piquetée, des glaciers étagés dominent de larges lits fluviaux divagants qui se transforment en gorges étroites au passage des anticlinaux. Au N et au S les fronts chevauchants du Haut Atlas surplombent respectivement, par de gigantesques corniches, les dépressions de la Haute Moulouya et du Tafilalt. A l'E, le Haut Atlas s'abaisse jusqu'à 1.000-1.500 mètres et dans la plaine du Tamlelt le socle hercynien réapparaît en boutonnière, souvent voilé par des épandages plans du Quaternaire, tandis que l'aridité s'accroît encore.

## 2<sup>o</sup>) Le Moyen Atlas

Le Moyen Atlas diverge du Haut Atlas Central en direction du NE. Constitué lui aussi des puissantes assises secondaires et tertiaires, il offre cependant deux aspects distincts. A l'W, c'est un Causse qui se tient généralement vers 1.800 m, mais descend à 1.100 m au S d'Agourai. Le Jurassique inférieur dolomitique et calcaire, lourdement plissé et parfois faillé a été recoupé par une ou plusieurs surfaces d'érosion probablement tertiaires. Des dépressions karstiques et tectoniques aux fonds remblayés de dépôts fins et rouges ou parfois occupés par des lacs accidentent ces horizons plans. Des volcans quaternaires s'y dressent, dominant des coulées basaltiques noirâtres qui s'épandent au N et à l'W dans les vallées du Saïs et du Plateau Central.

A l'W, le Causse moyen atlasique surplombe le Plateau Central par une corniche complexe où affleurent les argiles rouges du Trias. A l'E d'une ligne moyen-Serou-Guigou-Tazzeka, et jusqu'au delà de Beni Mellal vers le S, le Moyen Atlas montre une structure franchement plissée et porte les sommets les plus élevés (J. Bou Iblane : 3.190 m, J. Bou Nasser : 3.340 m). Les séries du Jurassique supérieur et du Crétacé, lithologiquement variées, ont permis le dégagement de crêtes qui s'opposent aux dépressions marneuses. Synclinaux perchés, monts dérivés et combes constituent un cortège de belles formes structurales dont les parties les plus élevées ont été ciselées par la cryoclastie quaternaire ou même envahies par des glaciers dont il reste dans les hautes vallées les bourrelets morainiques. Au N, un puissant bombement a permis le dégagement de la boutonnière primaire du Tazzeka tandis qu'au NE, par delà la coupure de la Basse Moulouya, le massif des Bni-Snassene est encore un prolongement du Moyen Atlas qui porte les corniches secondaires à 1.500 m.

### 3<sup>e</sup>) Les pays de l'Oriental

A l'E du Moyen Atlas, c'est encore la couverture sédimentaire du socle hercynien qui affleure le plus souvent.

Les Hauts Plateaux orientaux constituent la terminaison occidentale des hautes plaines oranaises. Bordés au N et au S de bourrelets encore notables (1.700 m) qui font parfois affleurer le socle primaire, ils se tiennent vers 1.100 - 1.300 m et affectent l'allure d'un vaste berceau. Bien qu'ils soient en partie drainés vers la Moulouya ils sont localement endoréiques et des sebkha, vastes étendues planes parsemées d'efflorescences salines, alternent avec des pentes très douces où le ruissellement diffus s'organise durant chaque averse entre les plaques d'alfa.

Le Bassin de la Moulouya est enserré entre le Moyen Atlas à l'W, les Hauts Plateaux à l'E et le Haut Atlas au S; à l'aval, il s'insinue entre la terminaison du Rif Oriental et les Bni-Snassene avant de déboucher sur la Méditerranée. Ce grand fossé subsident SW - NE a joué à diverses reprises : les couches secondaires sont conservées dans le tréfond et sur les bordures; au Tertiaire, dépôts marins (Miocène) et continentaux (Pontien, Pliocène) s'y sont accumulés. Cependant, entre la Haute et la Moyenne Moulouya un bombement transversal du socle fait que l'oued entaille les terrains primaires. Depuis le Villafranchien, ce couloir subsident est façonné tout à tour par le ruissellement diffus et l'érosion linéaire; il en résulte un paysage de vastes glacis étagés et encroûtés dont les plus anciens sont localement déformés.

#### 4<sup>e</sup>) Les plaines et plateaux du Maroc Atlantique

A l'W du Moyen Atlas, le Maroc Atlantique est essentiellement fait des bombements du socle hercynien, cernés de dépressions structurales inégalement profondes.

Les terrains primaires, généralement plissés SW - NE constituent trois massifs séparés par des ensellements de sédiments plus récents.

a) Au N, le Plateau Central fait affleurer de puissantes séries schisteuses armées de quartzite et traversées de batholithes granitiques. Deux grandes surfaces tertiaires, onduleuses et doucement déformées, forment deux paliers topographiques dont le plus élevé (1.100 - 1.300 m) porte de puissants crêtes quartzitiques résiduels (1.500 - 1.600 m). A l'E, une série de failles dénivellent un compartiment abaissé au pied du Moyen Atlas. Les plateaux massifs sont traversés en gorges par les oueds qui rejoignent l'Atlantique ou le Rharb.

b) Au S du Plateau Central, le Plateau des Phosphates est un synclinorium crétacé et éocène où se sont accumulés des sédiments marins dont les plus élevés contiennent des sables phosphatés. Cet ensemble, recoupé par une surface tertiaire, s'incline doucement vers l'W et vers le SE (Bassin de l'Oum-er-Rbia), accidenté de très larges vallées probablement façonnées au Néogène.

c) Au S de l'Oum-er-Rbia moyen, le massif des Réhama est constitué d'un noyau granitique entouré d'enveloppes métamorphiques et sédimentaires primaires. Mais une vaste surface d'érosion le nivellement presque complètement, ne laissant subsister que quelques crêtes de quartzite étroites mais hardies, les Skhour.

d) Vers le S, on passe de plain-pied sur la même surface, aux plateaux phosphatiers éocènes de Youssoufia qui s'effondrent à l'E sous le Villafranchien et le Quaternaire de la plaine de la Bahira, prolongement occidental du Tadla.

e) Enfin, la chaîne des Jbilette ferme au N le Haouz de Marrakech. Les plis hercyniens SW - NE faits de terrains sédimentaires et métamorphiques ont subi postérieurement un bombement W - E.

Aussi la chaîne est-elle discontinue : les roches dures se dressent en corniches méridiennes séparées de larges cols et de surfaces partielles inscrits dans les terrains tendres par plusieurs cycles d'érosion tertiaires et quaternaires,

Au SE et au S du môle primaire central se tiennent les plaines intérieures :

- Le Haouz de Marrakech est une dépression modérément subsidente entre le Haut Atlas au S et les Jbilète au N. Les dépôts tertiaires (Oligo-Miocène et Pliocène) résultant de la démolition du Haut Atlas s'y sont accumulés, déformés par des ondulations qui laissent affleurer localement le socle primaire. Au Quaternaire, des cônes de déjection caillouteux, mis<sup>en</sup> place à partir des "Foums" atlasiques (débouchés de vallées) ont repoussé vers le N le cours du Tensift. A l'W, la subsidence s'atténue et des plateaux crétacés et éocènes monotones font transition avec les bas plateaux littoraux.

- La plaine du Tadla est dissymétrique : au NW elle est bordée par la lente retombée du Plateau des Phosphates tandis qu'au SE elle est dominée par les corniches du front chevauchant du Moyen Atlas méridional. Cette profonde subsidence a commencé à fonctionner au Néogène, permettant l'accumulation de dépôts continentaux souvent rubéfiés, d'origine fluviatile ou lacustre (Pontien et Villafranchien), passant au pied du Moyen Atlas à des cônes de déjection très étalés. Il n'est pas sûr que la subsidence ait continué de jouer au Quaternaire; en tout cas, l'Oum-er-Rbia encaisse d'étroites terrasses étagées à travers le Tadla semi-aride.

A l'W du môle primaire central, sont les bas plateaux littoraux, du N au S : Zaër, Chaouia, Doukkaïa, Abda, Chiadma, Haha. Encore que les substrats géologiques diffèrent (Primaire dans les Zaër et la Chaouïa méridionale, Crétacé et Jurassique ailleurs), ces bas plateaux offrent bien des traits communs. Ils se tiennent toujours en contrebas des plateaux et moyennes montagnes du môle primaire central, l'escarpement intérieur correspondant généralement à une flexure; tous ont subi l'invasion des mers plio-quaternaires (en particulier au Moghrebien, transgression intermédiaire entre Pliocène et Quaternaire) qui ont déposé des calcaires lumachelliques et conglomératiques surmontés de dunes grésifiées. Tous aussi ont été partiellement couverts de formations meubles villafranchiennes : argiles rouges à galets ou sables argileux à pisolithes ferrugineux. Enfin, bien qu'ils soient perchés au-dessus des vallées principales, ces plateaux sont souvent mal drainés, les contrepentes dunaires, les phénomènes karstiques et l'engorgement colluvial des vallons étant responsables de cet endoréisme local.

Au contact du domaine atlasique et de l'ensemble rifain, se tiennent les plaines et plateaux du bassin moyen et inférieur du Sebou dont le soubassement est constitué des marnes du Néogène:

- Autour de Fès et de Meknès, le plateau du Saïs est soutenu par une dalle plio-villafranchienne de calcaire lacustre et de conglomérats fluviatiles surmontée d'un mince recouvrement d'argiles rouges à galets et graviers datant vraisemblablement du Villafranchien. L'ensemble est flexuré, et défoncé au N et à l'E par le Sebou et ses affluents.

- C'est le même dépôt villafranchien qui se poursuit à l'W, dans les bas plateaux Zemzours, mais ici les argiles et les sables reposent directement sur les marnes néogènes. Aussi, l'oued Beht et ses affluents ont façonné d'amples formes convexes qui s'opposent aux horizons tabulaires du Saïs voisin.

- A l'W, la plaine triangulaire du Rharb est un profond fossé subsident encore actuel où depuis le Miocène (dont la base est à 2.000 m), les sédiments ne cessent de s'accumuler. Les bordures sont variées : au N, les cailloutis villafranchiens redressés engendrent un relief de synclinaux perchés et de cuestas aux formes convexes; à l'E, les épandages caillouteux du Quaternaire ancien sont surplombés par les rides pré-rifaines tandis qu'au S le remblaiement sablo-argileux villafranchien de la Manora s'incline vers la plaine; à l'W un empilement de dunes littorales grésifiées quaternaires, le Sahel, sépare le Rharb de l'Océan. Entre ces bordures, la plaine est un ancien marécage flandrien dont les "merjas" sont les derniers témoins; l'alluvionnement récent a exhaussé de quelques mètres des levées limono-sablonneuses qui enserrrent le cours divagant du Sebou et de ses affluents.

C'est dans ce cadre lithologiquement et topographiquement varié que la morphogénèse et la pédogénèse quaternaires ont modelé les formes et différencié les sols.

## II.- L'EVOLUTION MORPHOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE QUATERNAIRE

Depuis plusieurs décennies, les spécialistes des sciences de la Terre ne contestent plus l'existence en Afrique du Nord de variations climatiques quaternaires. La présence de dépôt eolluviaux

et alluviaux hérités, de sols fossiles souvent encroûtés et les traces de transgressions et de régressions marines successives ont finalement permis d'imaginer l'alternance, au cours du Quaternaire, de périodes humides et relativement fraîches, les Pluviaux, et d'époques sèches et probablement assez chaudes, les Interpluviaux.

Le problème est de replacer les phases de pédogénèse et de morphogénèse dans le cadre de ces variations climatiques.

#### Δ.- Le schéma stratigraphique classique du Quaternaire

Durant les années 1950-1960, le rassemblement d'observations et d'hypothèses éparpillées a permis la mise au point de ce schéma.

Les observations qui constituent les bases génétiques de cette théorie stratigraphique peuvent être rassemblées sous quatre rubriques :

1<sup>o</sup>) Du point de vue géomorphologique, l'existence de formes et de dépôts glaciaires et périglaciaires hérités dans les hautes montagnes montre que des conditions froides ont localement sévi au Maroc. D'autre part, l'importance des dépôts colluviaux et alluviaux quaternaires suppose une activité des versants inconnue de nos jours, attribuable peut-être à des conditions plus humides. Enfin, l'observation des crues actuelles montre qu'aux plus forts débits correspond la phase d'alluvionnement alors qu'au moment de la décrue les eaux plus claires incisent les accumulations antérieures.

2<sup>o</sup>) Du point de vue pédologique, les sols évolués sont non seulement hérités mais encore leur formation actuelle ne paraît généralement plus possible faute d'une humidité suffisante. En particulier les dépôts très récents ne semblent pas se rubéfier ou s'encroûter. Là encore l'existence de phases plus humides est nécessaire à la compréhension des héritages.

3<sup>o</sup>) Du point de vue climatique, les temps hivernaux frais et pluvieux du Maroc correspondent souvent à des situations anticycloniques, froides et sèches, en Europe moyenne. On peut donc penser que les Pluviaux d'Afrique du Nord étaient contemporains des Glaciaires européens.

4<sup>e</sup>) Du point de vue eustatique, cinq transgressions quaternaires au moins ont été mises en évidence sur la côte atlantique marocaine. Elles correspondent probablement aux interglaciaires (donc aux Interpluviaux) alors que les régressions intermédiaires seraient synchrones des Pluviaux. Dans ce cas, les versants et les niveaux alluviaux étant supposés mis en place durant les Pluviaux, les sédiments continentaux seraient contemporains des régressions marines tandis que les incisions fluviales dateraient des transgressions.

On peut donc schématiser ainsi le déroulement des événements morphologiques et pédologiques au cours d'une pulsation climatique :

- Pluvial :

- . désagrégation accélérée des roches (en altitude par le froid);
- . transports actifs sur les versants, en particulier par ruissellement diffus (localement, façonnement de glacis);
- . remblaiement et planation latérale des fonds de vallées encombrés de colluvions;
- . pédogénèse rapide des dépôts de versants et des accumulations sous un climat relativement humide.

- Passage du Pluvial à l'Interpluvial :

- . ralentissement de la désagrégation des roches et des transports de débris, sur les versants, qui fournissent donc moins de colluvions;
- . incision des dépôts précédemment accumulés, par des eaux moins abondantes mais plus claires;
- . dans les pays calcaires à tendance aride, épandage sur les versants de nappes ruisselantes d'eaux saturées de calcaire qui déposent encroûtements et croûtes calcaires.

- Interpluvial :

- . Continuation du creusement fluvial;
- . Immobilité des versants;

Le recensement des divers niveaux colluviaux et alluviaux et de leurs sols caractéristiques permettait donc dans cette hypothèse, de bâtir une stratigraphie du Quaternaire continental et de reconstituer les tendances climatiques de chaque Pluvial (tableau n°I-1-1).

Pluviaux	Dépôts et sols caractéristiques	Tendance climatique	Equivalent W européen probable
Rharbien	Limons gris (Tirs ou Rharbien ancien)	Léger rafraichissement	Néo-Würm
Creusement			
Soltanien	Limons et cailloutis rouges sans accumulation notable de calcaire	Froid et fraîcheur relatifs	Würm
Creusement			
Tensiftien	Dépôts caillouteux fréquemment encroûtés	Froid rigoureux	Riss
Creusement			
Amirien	Limons argileux rouges à taches calcaires	Pluvial doux	Mindel
Creusement			
Salétien	Blocailles hétérométriques peu encroûtées	Froid intense	Günz
Creusement			
Régréguien ?	Dépôts fins et cailloutis encroûtés	?	Danube (?)
Creusement			
Moulouyen	Conglomérats fortement encroûtés	Première manifestation froide	Villafranchien supérieur Danube ?

TABLEAU N° I - 1 - 1

SCHEMA STRATIGRAPHIQUE CLASSIQUE DU QUATERNAIRE MAROCAIN

Simple, séduisant et correspondant le plus souvent à un étagement objectif des formes et des dépôts, ce schéma stratigraphique a été volontiers adopté par les divers spécialistes des sciences naturelles. Cependant, il ne rend pas compte de tous les problèmes morphologiques et pédologiques.

### B.- Les difficultés du schéma classique

Bien des observations ne peuvent s'insérer dans le cadre de l'hypothèse "classique" :

- Dans les basses vallées des fleuves exorétiques, on constate que les niveaux continentaux quaternaires se raccordent aux plages et aux dépôts eustatiques laissés par des transgressions marines; or, selon le schéma "classique", les niveaux continentaux devraient au contraire plonger sous le zéro actuel, se raccorder à des mers en régression (du moins si l'on accepte la double simultanéité : régression = Glaciaire = Pluvial).

- Du point de vue paléontologique, l'étude des faunes marines et continentales du littoral atlantique laisse entrevoir un milieu climatique quaternaire presque toujours subtropical (faune "de savane" pour le continent, faune "chilo-péruvienne" ou "sénégalienne" en mer) à l'exception de deux rafraichissements (Amirien, Soltanien). En tout cas les données paléontologiques n'indiquent aucun bouleversement climatique au Maroc, vraisemblablement demeuré toujours méditerranéen.

- Enfin, l'examen des outillages préhistoriques montre qu'on ne peut assimiler le Soltanien au Würm : l'Atérien (industrie caractéristique du Soltanien) n'est pas contemporain du Moustérien mais doit être parallélisé avec le Paléolithique très supérieur ou même l'Épipaléolithique. Le Soltanien des basses vallées serait donc à rapprocher du Tardiglaciaire (transgression flandrienne) et non du Würm proprement dit.

On pourrait alors conclure qu'il existe une étroite frange littorale "eustatique", où les phénomènes sont différents de ceux de l'intérieur et légèrement décalés dans le temps, plus tardifs. Mais en fait, le schéma "classique" laisse subsister deux malentendus fondamentaux qui incitent à le remettre en cause :

1°) Dans l'hypothèse "classique", l'activité majeure des versants (colluvionnement) prend place durant les phases les plus humides. Or, l'observation des processus d'érosion actuels montre que l'évolution rapide des versants est bannie dès que la couverture végétale est dense (ce qui d'ailleurs justifie les reboisements en tant que techniques Défense et Restauration des Sols). Il est par conséquent probable que les Pluviaux entraînaient l'épaississement puis la fermeture du couvert végétal dans une bonne partie du Maroc (pays atlantiques et frange méditerranéenne au moins); autrement dit, dans ces régions qui ne furent probablement jamais assez froides pour que la vie végétale soit ralentie, les Pluviaux auraient permis la stabilisation des versants et le creusement fluvial (débit accru et colluvionnement ralenti), Inversement, le passage vers l'Interpluvial aurait causé l'éclaircissement de la végétation, l'entraînement des dépôts de pentes hérités de la période pluviale, et le remblaiement fluvial (débit en baisse et charge solide accrue).

Le schéma "classique" ne peut logiquement s'appliquer qu'aux régions où le couvert végétal demeurerait ouvert durant les Pluviaux, permettant une érosion des versants accrue par les eaux plus abondantes; l'hypothèse "classique" s'applique donc aux régions très sèches (où même durant le Pluvial, l'humidité est insuffisante pour fermer la végétation) et aux pays montagnards froids (où, quelle que soit l'humidité, la végétation est rare pour des raisons thermiques).

2°) Le schéma "classique" admet implicitement ou explicitement que la pédogénèse fut contemporaine du colluvionnement intense, lors des périodes pluviales. Cela revient à considérer que le dépôt de la roche-mère (colluviale ou alluviale) se fait en même temps que sa transformation pédologique; c'est pourquoi les coupes-types des sédiments pluviaux décrivent à la fois des données sédimentologiques (texture, classement) et des caractères pédologiques (structure de la fraction fine, coloration, accumulation du calcaire). Or l'observation montre que la pédogénèse active, entraînant la formation de sols évolués, ne peut se faire que sur des versants stables pourvus d'une végétation dense. La pédogénèse ne paraît efficace que sur des versants où les transports morphologiques sont très lents (reptation, c'est-à-dire déplacement et réaménagement particuliers insensibles, et solifluxion modérée). Dès que l'érosion l'emporte, pour des raisons naturelles (aridité ou froid accusé) ou anthropiques (déboisement), les sols n'évoluent pas, ou bien s'ils existaient, sont transportés ou fossilisés. Autrement dit, morphogénèse active et pédogénèse notable, alternent forcément dans le temps, sont des phénomènes successifs et non contemporains.

Ces observations ne permettent donc plus de considérer que le schéma "classique" s'applique à toutes les régions marocaines sans distinction.

### C.- Hypothèses nouvelles

#### 1°) Le problème du Villafranchien

L'étendue considérable des dépôts villafranchiens au Maroc rend nécessaire une mise au point quant à leurs conditions de dépôt. La théorie classique considère que le Moulouyen (équivalent marocain d'une partie non précisée du Villafranchien européen) est le premier pluvial quaternaire. Or, deux constatations s'imposent :

- Les sédiments villafranchiens tapissent souvent des glacis d'érosion ou d'énormes plaines; ils ne peuvent avoir été transportés et déposés que par ruissellement diffus ou des chenaux fluviaux divagants, ce qui suppose des étendues considérables à végétation claire. D'ailleurs, les sables et graviers sont fréquemment éolisés et patinés, ce qui indique aussi une certaine aridité.

- L'analyse minéralogique des argiles villafranchiennes montre fréquemment une proportion élevée de kaolinite, proportion que l'on retrouve rarement dans les sédiments plus récents. D'autre part, dans les régions de roches siliceuses, les schistes n'apparaissent pas dans les dépôts ; seuls y subsistent des quartzites et des quartz (souvent cariés).

Au total, le Villafranchien ne paraît pas assimilable à un dépôt pluvial. A titre d'hypothèse on peut le considérer comme l'épandage, dans des conditions semi-arides, de sols tropicaux évolués précédemment constitués. Dans cette hypothèse, le Villafranchien apparaît comme un dépôt "rhexistasique" marquant le passage des conditions tropicales assez humides du Pliocène au climat méditerranéen temporairement sec du Quaternaire.

#### 2°) Dépôts et sols du Quaternaire post-Villafranchien

Il paraît assuré que l'Afrique du Nord a subi à plusieurs reprises au Quaternaire, l'alternance Pluvial-Interpluvial. Mais comment, pour chaque région, reconstituer la succession des phénomènes morphologiques et pédologiques ?

Les principes fondamentaux de cette reconstitution sont les suivants :

a) Au cours du Quaternaire, le climat du Maroc est resté de rythme méditerranéen, simplement plus frais et humide (Pluvial) ou plus sec (Interpluvial). Tout ce que l'on connaît des formes, des dépôts et des sols hérités, des faunes fossiles et de la végétation actuelle, le montre.

b) Il est nécessaire de distinguer de grandes régions naturelles où les conséquences des variations climatiques et l'enchaînement des processus morphologiques et pédologiques diffèrent.

c) On peut schématiquement se représenter chaque période d'installation d'un Pluvial comme une "descente" altitudinale et latitudinale des conditions humides et de la végétation dense dans le pays tandis que les sommets connaissent le froid. Inversement, l'installation d'un Interpluvial doit avoir entraîné le dessèchement relatif des bas-pays et des régions de basse latitude, tandis que les sommets frais étaient recolonisés par la végétation jusqu'à une certaine altitude. Naturellement, l'ampleur de ces "descentes" et "montées" devait varier d'une alternance climatique à l'autre.

d) La morphogénèse active (colluvionnement intense) n'est possible que sous un couvert végétal clair (au-dessous, semble-t-il, du seuil de recouvrement de 5-7/10), soit que le milieu (ou la période) est relativement sec, soit qu'il est froid. Cependant, les milieux très humides subissent les processus de solifluxion même sous forêt dense (Rif occidental).

e) La pédogénèse notable (évolution prononcée des sols) n'est possible que dans un milieu morphologiquement stable (c'est-à-dire pourvu d'une végétation relativement dense, probablement supérieure au seuil de 5-7/10 de recouvrement). La pédogénèse, si elle existe, ne peut être qu'antérieure ou postérieure à la morphogénèse active.

A titre d'approximation, il est possible de distinguer quatre grands types de milieux quaternaires au Maroc : c'est ce qui est montré dans le tableau n°I - 1 - 2. Naturellement, un tel tableau est nécessairement schématique; il ne tient pas compte de la diversité des roches, des expositions et des pentes. Cependant, tel quel, il rend grossièrement compte de la distribution des diverses sortes de sédiments et de sols ainsi que de la position stratigraphique des remblaiements (qui dateraient des phases pluviales dans les régions sèches et les

Régions types	Sous-types	Etage bioclimatique (selon L. EMBERGER et G. SAUVAGE, légèrement modifié)	Installation du Pluvial	Pluvial	Installation de l'Interpluvial	Interpluvial	Dépôts	Evolution Pédologique
Montagnes Atlasiques (Moyen et Haut Atlas)	Océanique (Moyen Atlas occidental)	Humide froid	Froid - Végétation réduite. Cryoclastie. Colluvionnement intense (selon les roches). Glaciers locaux. Pédogénèse très réduite		Conditions tempérées et encore humides. Recolonisation végétale. Pédogénèse active		Dépôts clastiques en partie péri- glaciaires.	Sols évolués; en parti- culier sols rouges; lessivage de l'argile.
	Continental (Haut Atlas central)	Haute montagne et semi-aride froid			Aridité relative et froid persistant localement. Végétation maigre. Pédogénèse réduite.		Dépôts clastiques souvent périgla- ciaires.	Sols minéraux bruts ou peu évolués
Régions sèches (Est et Sud du Maroc)	Présaharien (Sud Marocain)	Saharien	Pluies plus intenses. Végétation demeurant ouverte. Désagrégation mécanique et ruissellement actifs.		Végétation éclair- cie. Mobilisation ac- célération des débris accumulations collu- viales - alluviales	Arrêt du colluvionnement. Creusement flu- viatile (eaux rares mais claires)	Dépôts de ruissel- lement souvent lités.	Sols minéraux bruts ou peu évolués
	Steppique (Haute Moulouya)	Aride	Même processus, mais appoint local de la cryoclastie.		Végétation éclaircie mais demeurant localement assez dense pour permet- tre une certaine pédogénèse.		Dépôts de ruissel- lement souvent lités	Sols assez évolués, par exemple sols isohumiques et carapaces calcaires
Montagnes très humides (Rif Occidental)		Humide, frais et tempéré	Végétation très dense. Solifluxion par place. Creusement fluvial (débit très abondant) Pédogénèse très active.		Végétation encore dense. Solifluxion et ravinement consécutif actifs. Remblaiement fluvial. Pédogénèse continue en dehors des secteurs érosés.		Colluvions complexes (solifluxion, ruissel- lement, reptation)	Sols très évolués; présence de sols lessivés.
Régions tempérées méditerranéennes et atlantiques	Moyenne montagne (Haut Plateau Central, Tazzeka)	Semi-aride frais subhumide	Végétation dense. Versants stables. Creusement fluvial. Pédogénèse active		Végétation restant assez dense Colluvionnement faible et seulement local. Pédogénèse se poursuivant.		Colluvions hétéromé- triques de reptation	Sols évolués; sols rouges et sols isohumi- ques; lessivage de l'argile.
	Bas Pays (Plaines et plateaux atlantiques. N.E. marocain. Frange méditerranéenne)	Semi-aride tempéré et chaud			Végétation éclaircie. Erosion des sols antérieurs sur les versants. Accumulations alluviales-colluviales Arrêt de la pédogénèse		Dépôts de ruisselle- ment (localement de solifluxion) essen- tiellement faits de sols transportés	Sols évolués : sols rouges et sols iso- humiques; lessivage de l'argile.

TABLEAU N° I - 1 - 2

LES DIFFERENTS MILIEUX MORPHOLOGIQUES ET PEDOLOGIQUES DU MAROC QUATERNAIRE

montagnes atlasiques, alors qu'ils seraient contemporains des passages Pluvial-Interpluvial dans les bas-pays tempérés).

Il est bien évident qu'un tel schéma ne s'applique pas indifféremment à toutes les périodes quaternaires post-villafranchiennes; il rend surtout compte du Quaternaire récent (Tensiftien, Soltanien) dont les dépôts, les formes et les sols sont bien conservés. En ce qui concerne le Quaternaire moyen, nos renseignements sont vagues; on peut seulement supposer, à titre hautement hypothétique; qu'il a vu se succéder une phase humide peu contrastée (Régréguien, Salétien), un Pluvial accusé et froid (Amirien) et un Interpluvial très marqué (Interpluvial Amirien - Tensiftien, probablement contemporain du grand Inter-glaciaire Mindel-Riss).

Le Quaternaire récent lui-même est assez différencié : le Pluvial tensiftien (Riss) et l'Interpluvial Tensiftien-Soltanien (Eémien) furent vraisemblablement assez accusés; par contre le Soltanien (Würm) et l'Interpluvial suivant (Tardiglaciaire) furent relativement atténués. Quant au Quaternaire très récent, le Rharbien, il doit être considéré comme un dépôt très jeune (protohistorique et historique) dans les bas-pays tempérés; sa mise en place coïncide avec le léger réchauffement de l'Antiquité classique, mais déjà l'homme était un défricheur et il se peut qu'une partie des alluvions grises subactuelles soit d'origine anthropique.

Au total, si le schéma proposé s'avère valable, il existerait au Maroc quatre grandes catégories de dépôts superficiels, en ce qui concerne le Quaternaire récent (Tensiftien-Soltanien) :

- Les dépôts morphologiques bruts et pédologiquement peu évolués. Ce serait le cas des régions présahariennes, des hautes montagnes continentales et d'une partie des régions steppiques. Ces dépôts dateraient des périodes pluviales mais les Interpluviaux intermédiaires auraient été trop secs ou encore trop froids pour engendrer une pédogénèse notable.

- Les dépôts morphologiques ayant subi une pédogénèse superficielle postérieure : cas des montagnes atlasiques océaniques et d'une partie des régions steppiques. L'Interpluvial aurait été suffisamment chaud et humide pour faire évoluer des sols sur les dépôts et les formes datant des périodes pluviales.

- Les dépôts "lithochromes" ou sols transportés, provenant de l'érosion et de l'accumulation lors du passage Pluvial - Interpluvial de sols élaborés pendant le Pluvial précédent. Ces dépôts, qui ont subi des pédogénèses ultérieures, abondent dans les bas pays tempérés et dans le Rif Occidental.

- Les dépôts et sols hérités en place; ils ont commencé de se former et d'évoluer sur les versants depuis les époques reculées du Quaternaire récent au moins, et les variations bioclimatiques n'ont jamais été suffisamment accusées pour provoquer leur érosion. C'est le cas des moyennes montagnes des régions tempérées et des versants stables du Rif Occidental.

### III.- PEDOGENESE ET EROSION DES SOLS

D'une manière évidemment trop schématique, on a opposé chronologiquement et géographiquement pédogénèse\* et morphogénèse. Il est bien vrai que les évolutions rapides de versants (ruissellement, solifluxion généralisée, éboulement, éboulis) sont inconciliables avec la lente différenciation des horizons pédologiques et, à l'occasion, détruisent des sols précédemment constitués; mais il existe des relations plus nuancées entre les deux ordres de phénomènes qu'il convient de mentionner pour une meilleure compréhension des formes et des dépôts.

#### A.- La pédogénèse et les processus morphologiques

Si l'on en croit des études faites dans le Plateau Central marocain, le comportement morphologique de l'eau est principalement conditionné, pour des pentes ordinaires (de quelques degrés à 25 - 30°), par la densité du couvert végétal ligneux. Au dessus de 7/10 de recouvrement, l'eau de pluie arrive amortie au sol, imbibe

---

\* Comme dans tout ce chapitre, le terme pédogénèse désigne l'ensemble des évolutions physiques, chimiques et biologiques qui transforment la partie superficielle d'une roche ou un dépôt morphologique (une roche-mère) en un profil aux horizons différenciés, engendrant un sol au sens plein du mot. Dans cette optique, la simple désagrégation mécanique n'est qu'une préparation morphologique de la pédogénèse et les "sols minéraux bruts" sont des dépôts morphologiques non pédogénétisés.

plantules et litière et enfin s'infiltrer; au contraire, au-dessous de 5/10 de recouvrement, l'eau de pluie frappe avec violence un sol souvent nu, le "dame" et ruisselle en bonne partie, se chargeant au passage des particules compatibles avec sa puissance. Il est évident que la pédogénèse ne peut s'effectuer normalement que sous une végétation dense. En même temps, les processus morphologiques rapides sont exclus (sauf la solifluxion si le dépôt est suffisamment fin et très imbibé); en particulier le ruissellement, si fréquent dans les régions méditerranéennes, n'existe pas. La pédogénèse est donc surtout le fait des versants stables densément couverts.

Mais la stabilité n'est pas l'immobilité. De multiples causes provoquent un réaménagement perpétuel des particules du dépôt : variations différentielles de volume liées à l'état hydrique et thermique du sol, activité des animaux fouisseurs, passage de l'eau de percolation, implantation, croissance et décomposition des racines. Tous ces menus réajustements se traduisent globalement par une lente migration du dépôt sur la pente, tout mouvement ayant sur un versant une résultante dirigée vers l'aval (et du point de vue morphologique, le plan horizontal est rarissime; tout est pente, mais le mouvement est évidemment plus lent sur les pentes faibles). L'ensemble de ces phénomènes mineurs mais finalement actifs à l'échelle géologique porte le nom de reptation (creep des auteurs anglo-saxons).

La pédogénèse s'exerce donc dans un milieu lentement mouvant où parfois tel horizon (mieux humecté, plus gonflant ou recélant une vie animale ou végétale plus active par exemple) s'avère un peu plus "rapide" que les autres. Aussi ne faut-il pas s'étonner de trouver dans les profils pédologiques de ces régions à végétation climacique dense, des pseudo-discordances, des "ravinements" fugitifs qu'un observateur non averti des processus morphologiques peut interpréter comme autant d'apports colluviaux distincts et superposés.

Lorsqu'en sous-bois la litière est discontinue et le tapis d'annuelles clairsemé, il arrive qu'une partie de l'eau de pluie ruisselle, entraînant les fractions fines des horizons supérieurs et concentrant sur place les fractions plus grossières. Ce ruissellement lent donne des profils aux horizons A amincis et grossiers. Cette érosion insidieuse, quasiment insensible à l'échelle de l'observation humaine, est déjà la preuve d'un déséquilibre du milieu; la pédogénèse est vraisemblablement ralentie (moins d'eau percole) et l'érosion des sols proprement dite débute.

## B.- L'érosion des sols

L'érosion des sols, ou plutôt l'accélération des processus morphologiques d'évolution des versants, peut avoir des causes naturelles. Dans les milieux à tendance aride, ou froide et aride, pourvus d'une végétation climacique ouverte, le ruissellement oeuvre sous forme de petits chenaux divagants qui amincissent le dépôt, perchent les touffes végétales et finalement dénudent la roche en place. Dans les régions arides, le vent peut aussi entraîner et accumuler les fractions fines des sols. Dans les régions très humides, la solifluxion arrache des pans entiers de versants même sous forêt dense. Ces processus sont aggravés sur les pentes raides.

L'érosion anthropique résulte d'un déséquilibre introduit par l'homme dans le milieu naturel. Elle est particulièrement active en Afrique du Nord, car l'équilibre naturel végétation-sol-morphogénèse est assez précaire : la grande variabilité interannuelle des précipitations (fréquemment de 1 à 3 ou 4) s'ajoute aux contrastes saisonniers d'aridité (les pluies ont lieu en saison fraîche, la saison sèche est aussi la plus chaude) pour modifier largement dans le temps et dans l'espace la densité et l'étendue du tapis végétal au sol; il en résulte l'apparition d'espaces particulièrement fragiles, menacés provisoirement par l'érosion. Dans ce milieu fragile, la moindre intervention humaine peut entraîner des conséquences graves. En outre, la "pression humaine" est considérable; non seulement la population marocaine a quadruplé en 50 ans et a dû accroître la production agricole, mais encore la plupart des paysans marocains pratiquent une agriculture et un élevage extensifs : ce sont des défricheurs qui se soucient plus de gagner beaucoup de terre à la culture que d'intensifier la production des surfaces déjà exploitées. Aussi une bonne partie de la végétation climacique a-t-elle disparu, livrant les sols à l'érosion, particulièrement dans les régions climatiquement les plus favorisées, c'est-à-dire celles où précisément le couvert végétal était le plus dense et la pédogénèse la plus active (plaines et bas-plateaux atlantiques). L'érosion anthropique accroit en quelque sorte le domaine de l'érosion spontanée.

Pour rendre compte des modalités et de la virulence de cette érosion (spontanée et anthropique), on peut mettre en avant plusieurs facteurs :

- La valeur de la pente : tout phénomène morphologique se déclenche à partir d'une certaine pente-limite; par exemple, à titre indicatif, le ruissellement diffus apparaît sur des

pentcs minimes, le ruissellement concentré à partir de 15° environ (parfois beaucoup moins), la solifluxion en loupes vers 10° et les tassements à partir de 25°.

- La nature du matériel lithologique : les formations meubles fines et plastiques (roches, dépôts ou sols) sont évidemment les plus sensibles à l'érosion puisqu'elles sont de petite taille et s'imbibent aisément. Au contraire les roches cohérentes et les sols encroûtés montrent une belle résistance.

- La nature du climat : le climat peut jouer un rôle direct dans l'érosion des sols, tant à cause de son régime moyen que par les écarts de ce régime. Par exemple, en pays humide comme le Rif, les averses de saison fraîches sont "capitalisées" et c'est au printemps qu'ont lieu les grands arrachements. Au contraire dans les régions à été très sec, les sols argileux sont hachés de fentes de rétraction à la fin de l'été; les premières pluies d'automne y installent des ravines dévastatrices. Le climat joue aussi un rôle indirect par le biais de la plus ou moins grande rapidité de croissance de la végétation; par exemple, sur les versants fraîchement déboisés exposés au S (mésoclimat aride) la végétation reprend lentement et l'érosion la gagne de vitesse; au contraire sur les versants exposés au N de la même région (mésoclimat frais), la végétation se réinstalle avant que l'érosion ait causé des dégâts sensibles.

- L'héritage morphologique : les évolutions morphologiques antérieures conditionnent la raideur de la pente et la nature du dépôt de versant, dont on a déjà examiné le rôle dans le déclenchement de l'érosion. En outre, l'héritage morphologique peut entraîner l'association ou l'exclusion obligatoires de processus d'érosion. Ainsi, une pente d'arrachement raide et toujours "à vif", amène obligatoirement l'apparition du ravinement. Par contre, un paysage bosselé de loupes de solifluxion exclut le ravinement (l'écoulement est interrompu par des contrepentes) et entretient la solifluxion elle-même (les poches désordonnées de dépôts hétérométriques provoquent l'apparition de petites nappes phréatiques captives capables d'engendrer des sous-pressions hydrostatiques locales qui causent les glissements).

- Le mode d'exploitation agricole : il est inutile d'insister sur des facteurs d'érosion bien connus tels que le sens du labour, la nature des plantes cultivées, l'existence des jachères, le piétinement du bétail, etc...

Il ressort de cette énumération que les facteurs de l'érosion des sols sont multiples et surtout que leurs combinaisons sont innombrables. Il est donc vain de vouloir expliquer ou prévoir l'apparition et la virulence de telle forme d'érosion par tel facteur isolé. En fait, seule une connaissance intime et globale du terrain permet de rendre compte de la nature ou de la probabilité de l'érosion. Par conséquent, il n'existe pas de remède universel à l'érosion des sols : la banquette, par exemple, peut dans certaines conditions enrayer le ravinement; ailleurs son implantation provoque l'apparition de la solifluxion ou même l'accélération du ravinement. Toute entreprise bien menée de D.R.S. (Défense et Restauration des Sols) doit se fonder sur un recensement complet des facteurs visibles ou possibles de l'érosion (qui, par ailleurs, interagissent) entrepris et interprété par un morphologue. Le coût de l'opération est d'ailleurs moindre que la perte d'hectares de sols due à un aménagement inapproprié.

\*

\* \*

Au Maroc, la collaboration entre pédologues et géomorphologues a été fructueuse. Cela est d'abord lié aux facilités d'observation qu'offre la terre marocaine, mais aussi à la conscience de plus en plus vive qu'ont les deux groupes de spécialistes d'envisager deux aspects de la même réalité : les sols s'élaborent sur des dépôts morphologiques et dans un paysage physique global, mais ils sont aussi le milieu où s'implante la végétation (dont le rôle en géomorphologie apparaît de jour en jour plus capital) et constituent les matériaux de la future évolution morphogénétique.

- : -

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BEAUDET G., MAURER G. et RUELLAN A. (1966) : "Le Quaternaire marocain : observations et hypothèses nouvelles". (Sous presse).
- BIBERSON P. (1961) : "Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique". Publications du Service des Antiquités du Maroc; Fasc. 16.
- BIROT P. et DRESCH J. (1953) : "La Méditerranée et le Moyen Orient". T.I.; Coll. Orbis; P.U.F.; Paris.
- CHOUBERT (1957) : "Essai de corrélation des formations continentales et marines du Pléistocène au Maroc". Actes du V<sup>e</sup> Congrès de l'INQUA; Madrid.
- CHOUBERT G., JOLY F., GIGOUT M.;  
MARGAT J.; MARCAIS J. et RAYNAL R. (1956) : "Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc". C.R. Ac. Sc., t. 243; pp.504-506.
- DESPOIS J. : "L'Afrique du Nord". P.U.F.; Paris.  
(Plusieurs éditions).
- DRESCH J. (1941) : "Recherches sur l'évolution du relief dans le Massif central du Grand Atlas, le Haouz et le Souss". Arrault; Tours; 712 p.
- DRESCH J., GIGOUT M., JOLY F.;  
LE COZ J. et RAYNAL R. (1952) : "Aspects de la Géomorphologie du Maroc". Notes et Mem. Serv. Géol. du Maroc; n°96; 159 p.
- ERHART H. (1956) : "La genèse des sols en tant que phénomène géologique". Masson; Paris.

- GIGOUT M. (1960) : "Nouvelles recherches sur le Quaternaire marocain et comparaison avec l'Europe". Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon; nouvelle série; n°6; 158 p.
- JOLY F. (1962) : "Etudes sur le relief du SE Marocain". Trav. Inst. Sc. Chérifien; Sér. Géol. et Géog. Phys.; n°10; 578 p.
- LECOINTRE G. (1952 - 1963) : "Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc". Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc; n°99 et 174; 3 tomes.
- LE COZ J. (1964) : "Le Rharb. Fellahs et colons". Deux tomes; Rabat; 1005p.
- MARTIN J., JOVER H., LE COZ J.  
MAURER G. et NOIN D. (1964) : "Géographie du Maroc! Hatier, PARIS; 255p.
- MAURER G. et SCHOEN U. (1964) : "La méthode d'analyse des argiles appliquée à l'étude morphologique du Rif". Al Awamia; n°13; pp.93-117.
- RAYNAL R. (1961) : "Plaines et piedmonts du bassin de la Moulouya". Faculté des Lettres; RABAT; 573 p.
- RUELLIAN A. (1965) : "Le rôle des climats et des roches sur la répartition des sols dans la Basse Moulouya". C.R. Ac. Sc.; t.261; pp.2 379 - 2 382.

CHAPITRE DEUXIEMECLIMATOLOGIE, BIOCLIMATOLOGIE ET PHYTOGEOGRAPHIEDU MAROCpar T. IONESCO et J. MATHEZI.- CLIMATOLOGIE

Le climat du Maroc, tel qu'il a été défini par L. EMBERGER (1964) est du type méditerranéen, c'est-à-dire de zone tempérée (à photopériodisme saisonnier et quotidien) et à pluviosité concentrée sur les mois froids ou relativement froids de l'année (de l'automne au printemps), l'été, saison chaude, étant sec. Ce climat, considéré dans son ensemble, est en fait une famille de climats présentant selon cet auteur, plusieurs genres, espèces et variétés dues à la variation quantitative et qualitative des facteurs climatiques élémentaires qui les composent (différences des quantités de pluies, répartition saisonnière de la pluviosité, degré de froid de l'hiver ou de chaleur de l'été, etc...) et il est remarquable de constater que le Maroc est, de ce point de vue, un pays méditerranéen complet;

ces diverses modalités climatiques le couvrent depuis le rivage atlantique jusqu'à la frontière algérienne, de la Méditerranée jusqu'au Sahara marocain inclus et depuis le niveau de la mer jusqu'aux hautes altitudes.

Les principaux facteurs climatiques présentent une importante variabilité (voir tableau I-2-1). Ainsi les moyennes annuelles des précipitations (voir figure I-2-1), varient d'environ 25 mm (bassin moyen du Dra) jusqu'à près de 2 m (Rif Central et Occidental). Mais la plus grande partie du Maroc reçoit moins de 500 mm; le S et l'E et la plupart des plaines moins de 300 mm. D'une manière générale, les pluies diminuent rapidement avec la latitude; le Tangérois reçoit plus de 700 mm, le Rharb de 500 à 700 mm, la Chaouia environ 400 mm, le Haouz et le Tadla de 200 à 300 mm. Le Maroc oriental plus sec subit la même décroissance. Au S de l'Anti Atlas, le total des précipitations tombe au-dessous de 100 mm. Mais l'influence du relief a son importance; l'augmentation des pluies que l'on observe habituellement avec l'altitude, a néanmoins une limite située vers 2.500 à 3.000 m et présente en outre une dissymétrie entre les versants exposés à l'W ou au NW, mieux arrosés, et les versants exposés à l'E ou au SE, plus secs. Les pluies, qu'apportent en général les vents d'W, tombent le plus souvent sous forme d'averses, les pluies torrentielles restant l'exception; toutefois, l'intensité instantanée peut atteindre 2 à 3 mm par minute, ce qui explique une érosion parfois spectaculaire, là où le tapis végétal est insuffisant. Dans les régions montagneuses et l'oriental (vallée de la Moulouya), on signale des orages d'été. Les précipitations présentent, par ailleurs, comme dans tous les pays méditerranéens, une irrégularité d'une année à l'autre, le total annuel pouvant varier dans les proportions de 1 à 4; ceci accentue bien souvent la longueur des saisons mortes\*. D'une façon générale, la durée de la saison sèche augmente du N au S et diminue avec l'altitude. Les cultures en sec ne sont possibles qu'après la saison sèche, à partir des premières pluies qui tombent généralement au mois d'octobre.

La variabilité des températures est également importante (les variations des températures d'un point à l'autre du territoire sont néanmoins plus faibles que celles des pluies). L'amplitude moyenne de l'année dans un même lieu (M-m), est assez souvent de l'ordre de 25 à 35°. La côte atlantique exerce cependant une

---

\* Voir sur les figures I-2-2 à I-2-6 quelques climatogrammes qui donnent par étage bioclimatique (cf. définitions de L. EMBERGER) une idée de l'importance des précipitations et des températures.

action adoucissante; par contre, dans le reste du pays, les vents chauds et secs d'origine continentale (chergui), accentuent les écarts de températures. Ainsi, les moyennes maximales du mois le plus chaud\* (généralement juillet) "M" sont partout supérieures à 30°C sauf sur la côte atlantique et en haute montagne. Les moyennes minimales du mois le plus froid (Janvier) "m", sont partout inférieures à 10° et descendent même en dessous de 0° en montagne. Signalons, en outre, que la neige tombe en hiver dans les montagnes à partir de 1.000 ou 1.500 m d'altitude, mais nulle part, même sur les hauts massifs, elle ne persiste en été; seules de rares accumulations peuvent demeurer jusqu'à l'automne dans le fond chaotique et crevasse de quelques couloirs rocheux étroits et encaissés, à l'abri du soleil, dans le Haut Atlas.

Climat et végétation étant solidaires, la répartition géographique des principaux climats est illustrée par la carte bioclimatique de C. BRIGNON et Ch. SAUVAGE (carte jointe à la présente notice).

Mentionnons en outre que G. DEBBACH (1953) a mis au point une classification des climats du Maroc, basée sur un climogramme construit exclusivement en fonction des températures. Il distingue ainsi des climats continentaux, semi-continentaux, littoraux et insulaires en fonction de l'amplitude thermique moyenne (M-m) et des climats chauds, modérés et froids, en fonction de la température moyenne ( $\frac{M+m}{2}$ ); un carton basé sur le calcul de l'amplitude thermique moyenne, complète la carte bioclimatique citée ci-dessus, et met en relief les caractères suivants\*\*:

- Le climat insulaire : réalisé seulement à Essaouira, il résulte des montées d'eau froide qu'on observe au large de la côte atlantique.

- Le climat littoral : il ceinture tout le Maroc maritime. La bande à climat littoral s'interrompt à la latitude du Rharb (plaine froide en hiver et plus chaude en été que les régions voisines) et sur la côte méditerranéenne entre les oueds Martil et Lao.

- Le climat semi-continentale : largement représenté au Maroc, il couvre les plaines cisatlantiques (depuis Chtouka, Souss, jusqu'aux environs d'Oujda), le Rif, une grande partie du Moyen Atlas et la moitié occidentale du Haut Atlas.

- Le climat continental : il s'étend sur le Maroc transatlantique, la moitié du Haut Atlas et la région Khmifra, Kasba-Tadla.

\*On entend par moyenne maximale la moyenne des températures maximales de tous les jours du mois le plus chaud et par moyenne minimale la moyenne des températures minimales de tous les jours du mois le plus froid. Ces moyennes ont été calculées sur une période d'environ 25 ans en général.

\*\* Selon Ch. Sauvage, 1963.

TABLEAU N° I-2-1

## DONNÉES CLIMATIQUES\*

Postes	Latitu- de N	Longi- tude W	Alti- tude en m	Précipi- tations en mm	M en °C	m en °C	M - m	Q
Agadir-Aviation	30°26'	9°39'	50	226	27.1	7.2	19.9	39.1
Agdz	30°37'	6°24'	1.100	74	41.5	2.2	39.3	6.4
Aïn el Johra	34°06'	6°02'	150	487	35.4	5.2	30.2	54.9
Aïn Kahla	33°16'	5°12'	2.000	845	31.0	- 4.5	35.5	83.0
Aïn Thoujdate	33°59'	5°14'	550	467	35.6	4.1	31.5	50.6
Arbaoua	34°53'	5°57'	130	691	34.3	4.5	29.8	79.2
Arhbala	32°29'	5°39'	1.680	628	32.5	- 3.0	35.5	61.1
Assa	28°26'	9°25'	370	42	43.5	4.7	38.8	3.6
Azilal	31°58'	6°34'	1.430	550	33.9	2.0	31.9	59.2
Azrou	33°26'	5°13'	1.250	837	32.7	2.4	30.3	95.0
Bab Azhar	34°04'	4°17'	760	1.043	32.0	1.0	31.0	116.1
Bab Bou Idir	34°04'	4°07'	1.570	1.462	29.3	- 2.8	32.1	158.9
Ben Slimane	33°37'	7°07'	280	441	29.8	6.3	23.5	64.4
Bouznika	33°49'	7°10'	45	411	28.6	7.0	21.6	65.4
Casablanca	33°35'	7°39'	50	406	27.0	7.2	19.8	70.6
Ceuta	35°54'	5°20'	200	604	27.1	8.9	18.2	113.9
Chechaouene	35°10'	5°15'	630	824	33.1	5.9	27.2	103.4
Chichaoua	31°33'	8°47'	340	175	37.9	2.8	35.1	17.0
Dayet Hachlaf	33°32'	5°00'	1.760	666	30.0	- 4.5	34.5	67.5
El Hajeb	33°41'	5°22'	1.050	655	33.4	2.0	31.4	71.7
El Hammam	33°10'	5°29'	1.200	678	33.0	0.0	33.0	70.9
El Jadida el Adir	33°15'	8°24'	55	336	27.6	6.4	21.2	54.6
El Kansera du Beth	34°03'	5°56'	90	422	35.9	6.3	29.6	48.4
El Kélaa des Srarhna	32°03'	7°24'	465	249	39.4	4.3	35.1	24.0
El Khatouate	33°24'	6°59'	800	535	33.1	5.2	27.9	65.5
El Ksiba	32°35'	6°02'	1.100	939	35.8	1.8	34.0	94.6
Essaouira	31°31'	9°47'	5	287	22.2	9.6	12.6	78.8
Fès	34°02'	5°00'	415	545	35.8	4.3	31.5	58.9
Goulimine	28°59'	10°03'	300	116	35.4	6.5	28.9	13.6
Ifrane	33°31'	5°07'	1.635	1.101	30.6	- 4.2	34.8	110.4
Imouzzère du Kanndar	33°44'	5°01'	1.440	663	28.8	0.0	28.8	80.0
Itzer	32°53'	5°03'	1.650	372	34.3	- 1.0	35.3	36.3
Jbel Outkn	34°45'	4°51'	1.085	1.709	34.8	0.5	34.3	171.3
Kasba Tadla	32°36'	6°16'	495	409	39.8	3.9	35.9	38.6

\* D'après Ch. SAUVAGE : "Etages bioclimatiques", notice explicative de la carte 6b de l'Atlas du Maroc, 1963.

Tableau n°I-2-1 : Données climatiques (suite)

	Latitu- tude N	Longi- tude W	Alti- tude en m	Précipi- tations en mm	M en °C	m en °C	M - m	Q
Khémisset	35°50'	6°04'	460	501	36.0	5.3	30.7	55.6
Khniфра	32°56'	5°40'	830	627	40.0	1.2	38.8	55.0
Khouribga	32°53'	6°54'	800	379	34.6	4.1	30.5	42.5
Kénitra	34°16'	6°34'	25	596	31.6	4.8	26.8	76.3
Ktama	34°55'	4°35'	1.520	1.446	27.0	1.1	25.9	179.1
Marrakech	31°37'	8°02'	470	242	38.3	4.5	33.8	24.3
Mechra Bel Ksiri	34°35'	5°56'	25	592	34.9	6.7	28.2	71.4
Meknès	33°52'	5°33'	530	574	34.2	4.4	29.8	65.8
Midelt	32°41'	4°43'	1.525	226	31.1	- 0.3	34.4	22.6
Missour	33°03'	3°59'	900	159	41.0	0.1	40.9	13.2
Mohammedia	33°43'	7°24'	10	410	26.6	8.1	18.5	76.3
Moulay Bou Azza	33°15'	6°10'	1.070	579	33.5	1.7	31.8	62.6
Oued Zem	32°52'	6°34'	780	396	35.0	3.8	31.2	43.4
Oujda-Aviation	34°48'	1°56'	460	342	34.3	3.7	30.6	38.2
Ouiouane	33°07'	5°24'	1.635	853	32.9	- 3.8	36.7	80.7
Ouljete es Soltane	33°38'	5°51'	450	606	33.8	3.8	30.0	69.2
Oulmès	33°26'	6°01'	1.260	773	33.8	2.6	31.2	85.0
Outate-Ouled- el Haj	33°21'	3°42'	745	153	37.2	- 1.0	38.2	13.7
Rabat	34°00'	6°50'	65	523	28.5	7.7	20.8	86.3
Rommani	33°33'	6°36'	390	430	36.0	4.0	32.0	45.8
Safi	32°18'	9°15'	15	327	29.7	8.4	21.3	52.5
Sefrou	33°50'	4°50'	850	646	32.9	2.6	30.3	73.2
Sidi Bettache	33°40'	6°59'	300	535	32.2	6.0	26.2	69.8
Sidi Kacem	34°13'	5°43'	85	472	36.3	4.4	31.9	50.4
Sidi Slimane	34°16'	5°55'	30	464	36.5	4.3	32.2	49.1
Souk el Arba du Rharb	34°42'	6°00'	30	594	35.3	5.8	29.5	68.8
Souk el Tleta du Rharb	34°37'	6°10'	10	587	33.2	5.3	27.9	71.9
Tanger	35°47'	5°49'	75	887	26.8	9.6	17.2	176.9
Tedders	33°35'	6°16'	530	501	34.2	4.0	30.2	56.7
Tiflet	33°54'	6°18'	320	528	35.8	5.6	30.2	59.4
Tiznit	29°42'	9°43'	225	154	33.3	7.3	26.0	20.2
Touflihte	31°28'	7°26'	1.465	799	30.5	- 1.0	31.5	88.0
Zoumi	34°48'	5°20'	350	1.338	35.9	4.4	31.5	144.7

## II.- BIOCLIMATOLOGIE

L'étude des bioclimats de la région méditerranéenne et plus spécialement du Maroc est due également à L. EMBERGER qui a procédé à leur délimitation grâce au quotient pluviothermique (Q) ci-dessous (1955) et aux valeurs de la moyenne des minima du mois le plus froid (m). Le quotient pluviothermique se calcule selon la formule suivante :

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

M étant la moyenne des maxima du mois le plus chaud (exprimé, comme m, en degrés absolus: 0°C = 273,2° K) et P la moyenne des précipitations annuelles (en mm).

Le **clima**gramme pluviothermique\*, dans lequel on porte m en abscisse et Q en ordonnée, a permis à l'auteur de séparer à l'aide de stations de base dont le climat et la végétation sont bien connus\*\*, plusieurs zones correspondant aux différents étages\*\*\* bioclimatiques : saharien, aride, semi-aride, subhumide, humide et de haute montagne (voir figure n°I-2-7 : **clima**gramme d'après Ch. SAUVAGE) :

---

\* Nom donné par Ch. SAUVAGE en 1961.

\*\* Le système de L. EMBERGER a une base phytogéographique très marquée; l'auteur délimite les bioclimats d'après les différences de végétation que l'on constate en corrélation avec les modifications du climat; les limites sont donc tracées là où un changement net de végétation a été observé. En procédant à une différenciation par rapport au quotient et ensuite à quotient égal par rapport aux valeurs de "m", le **clima**gramme permet d'illustrer des affinités de végétation en fonction de l'aridité générale et des températures limitatives. Ainsi s'établit une correspondance entre les climats, les étages bioclimatiques et la végétation, correspondance très significative et d'une utilisation pratique indéniable.

\*\*\* Le terme étage signifie ici degré ou échelon. L'étage de végétation est la réplique biologique du climat (L. EMBERGER 1939).

L. EMBERGER (in Ch. SAUVAGE, 1963) a proposé de distinguer dans chaque étage, les sous-étages suivants en fonction des valeurs de  $m$  :

- froid pour  $m < 0^{\circ}\text{C}$
- frais pour  $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$
- tempéré pour  $3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$
- chaud pour  $m > 7^{\circ}\text{C}$

Les différentes valeurs de  $m$  ont une importance biologique certaine, car elles se réfèrent au repos hivernal de la végétation pour  $m < 3^{\circ}\text{C}$  et à la fréquence des gelées pendant la saison froide ( $m < 0^{\circ}\text{C}$  : gelées durant de longues périodes,  $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$  : gelées fréquentes;  $3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$  : gelées rares;  $m > 7^{\circ}\text{C}$  : gelées nulles).

La carte des étages bioclimatiques du Maroc (carte jointe à la présente notice) est une réduction de la carte de C. BRIGNON et Ch. SAUVAGE (1963), abstraction faite des sous-étages. Elle est basée sur le système de L. EMBERGER et notamment sur la carte de 1948 et utilise une documentation climatologique plus fournie (néanmoins antérieure à 1956) dont nous reproduisons partiellement les données (tableau I-2-1). La carte bioclimatique permet de constater que l'immense majorité du territoire marocain est aride ou semi-aride (l'étage saharien occupant 31 % de la superficie du pays, l'étage aride 29 % et l'étage semi-aride 26 %). Les étages méditerranéens subhumide et humide (13 %) ont donc au Maroc des aires relativement réduites. Quant à l'étage de haute montagne son aire est insignifiante (1 %).

Nous avons estimé utile, par ailleurs, de compléter la légende des étages bioclimatiques par quelques renseignements sur les types de végétation les plus caractéristiques de chaque étage. Les définitions sommaires de ces types seront données au paragraphe suivant.

### III.- PHYTOGEOGRAPHIE

La carte phytogéographique jointe à la présente notice est une généralisation à très petite échelle de la carte de L. EMBERGER (1939). Il s'agit d'une reconstitution de la végétation primitive (climax) caractérisée par ses espèces dominantes. Bien que s'appuyant sur une analyse relativement poussée des témoins de la végétation spontanée (plus ou moins dégradée par l'intervention de l'homme et de son troupeau),

cette carte présente nécessairement dans plusieurs régions un caractère hypothétique, donc contestable. En effet, dans toutes les zones les plus intensément cultivées depuis des siècles, les témoins de végétation spontanée sont très localisés et d'interprétation souvent délicate dans la reconstitution de la végétation climacique : dans ce cas, l'interprétation de l'auteur est essentiellement guidée par la connaissance des caractères écologiques du milieu et des aptitudes propres aux principales espèces; il s'agit donc d'une extrapolation. Les progrès réalisés dans les études de floristique et d'écologie régionale permettront probablement de réviser certaines de ces extrapolations en les appuyant sur des bases plus solides, et de procéder ainsi à des interprétations nouvelles plus détaillées. Toutefois, L. EMBERGER propose dans cette carte une conception générale de la répartition des grands ensembles végétaux qui reste actuellement tout à fait valable dans ses aspects fondamentaux.

Par ailleurs, cette carte ne représente que la composition élémentaire des principaux climax marocains; elle ne prétend pas donner d'indications sur la physionomie, ni climacique, ni actuelle, des paysages végétaux correspondants. Or une présentation générale de la végétation marocaine se doit de donner les éléments nécessaires à la compréhension des paysages qui frapperont les excursionnistes : une telle cartographie physionomique est actuellement en cours à l'I.N.R.A. à une échelle nécessairement plus grande (1/50.000 à 1/200.000) que la carte de L. EMBERGER. Faute de pouvoir dès maintenant présenter cette cartographie pour l'ensemble du Maroc ou seulement pour les principales régions traversées par l'excursion, un paragraphe expose plus loin les principales définitions relatives aux "types de végétation" du Maroc ; les principaux exemples cités à cette occasion aideront les congressistes à transposer les données de la carte phytogéographique aux paysages qu'ils traverseront.

Enfin, les principales espèces citées dans la légende de cette carte, ainsi que celles données à titre d'exemple à propos des types de végétation et les espèces remarquables qui seront vues au cours de l'excursion font l'objet :

- d'un tableau de répartition par étages bioclimatiques (tableau n°I-2-2);
- d'un catalogue regroupant pour chacune d'entr'elles quelques indications sommaires telles que :
  - . nomenclature et position systématiques;
  - . principaux noms vernaculaires marocains;
  - . aptitudes écologiques (relatives au sol en particulier);
  - . distribution mondiale et marocaine.

## LES PRINCIPALES ESPECES - CLIMAX

Type biolo- gique.	Espèces climax	Etage bioclimatique					
		Zone aride			Zone non aride		
		Saharien	Aride	Semi- aride	Sub- humide	Humide	Haute montagne
		Type de végétation possible					
Steppe, Steppe li- gneuse, steppe salée		Sylvatique Forêt, matorral, erme pelouse, prairie, ripisilve				Pelouse, steppe	
Ph	Acacia Seyal	t					
Ph	Acacia Raddiana	tf					
Ch	Anabasis aetiofides	tf					
Ph	Tamarix aphylla	t	t				
NPh	Euphorbia Echinus	ct	ct				
NPh (Ph)	Ziziphus Lotus	ctf	ctfF	ctfF	ctf		
Ch	Artemisia Herba-alba		tfF				
Ph	Argania spinosa	ct	ctf	ctf			
Ph	Pistacia atlantica	tfF	tfF	tfF	ctf	ct	
Ph	Olea europaea		ct	ct	ctf	ctf	
NPh	Acacia gummifera	t	ctf	tf			
H	Stipa tenacissima		fF	tfF	F	F	
NPh (Ch)	Euphorbia resinifera		f	f			
NPh	Rhus pentaphyllum			ct			
Ph (NPh)	Tetraclinis articulata			tf			
Ph	Ceraronia Siliqua		f	tf	ctf		
Ph	Pinus halepensis			fF	fF		
NPh (Ph)	Juniperus Oxycedrus			tfF	fF	fF	
Ph	Juniperus thurifera			F	F		
Ph	Pistacia Lentiscus			ctf	ctf	ctf	
Ph (NPh)	Juniperus phoenicea (littoral)			ct	ct	c	
Ph	Quercus Ilex			tfF	tfF	tfF	
Ph	Cupressus sempervirens			F	F		
Ph (NPh)	Phillyrea angustifolia			ct	ct	ct	
NPh (Ph)	Phillyrea latifolia			t	ct	ct	
Ph	Quercus Suber			ct	ctfF	ctfF	
Ph (NPh)	Quercus coccifera				ctf	ctf	
Ph	Pinus pinaster				fF	fF	
Ph	Cedrus libanotica				fF	fF	
Ph	Quercus faginea (chênes-zênes)				tf	ctf	
Ph	Abies pinsapo					F	
Ph	Acer monspessulanum					F	
Ph	Quercus pyrenaica					fF	

c = chaud

t = tempéré

f = frais

### A.- Les types de végétation du Maroc

A la suite de T. IONESCO et Ch. SAUVAGE (1962), les botanistes marocains utilisent, pour dénommer les types de végétation, une nomenclature tenant compte à la fois de la physionomie du peuplement et de son dynamisme. Les principales définitions qui suivent sont empruntées à ces auteurs.

#### 1°) La forêt et les types de végétation qui en dérivent

##### a) La forêt

C'est une formation dans laquelle dominent les arbres (végétaux ligneux de hauteur supérieure à 7 m), et au sein de laquelle les arbres se concurrencent les uns aux autres, soit par leurs parties aériennes, soit par leurs appareils souterrains.

La forêt n'existe au Maroc que dans les étages bioclimatiques semi-aride, subhumide et humide. Les principales forêts du Maroc sont les suivantes :

Arbres dominants	Nom français de la formation	Répartition*			
		SA	SH	H	Régions
Tetraclinis articulata	Callitricie	+			Voir carte EMBERGER
Pinus halepensis		+	+		R-MA-GA-OS-OL
Argania spinosa	Arganeraie	+			S
Quercus Suber	Subéraie	+	+	+	Voir carte EMBERGER
Quercus Ilex	Iliçaie	+	+	+	-d-
Pinus pinaster				+	R-MA
Cedrus libanotica	Cédraie		+	+	R-MA-GA or
Quercus faginea	Zénnaie			+	R
Quercus pyrenaica				+	R
Abies pinsapo				+	R calcaire

\* Les principales abréviations relatives aux régions floristiques du Maroc sont les suivantes : R : Rif; MA : Moyen Atlas; GA : Haut Atlas; AA : Anti Atlas; H : Haouz et Tadla; S : Souss; ES : Oriental steppique (Moulouya); WD : Maroc désertique occidental; ED : Maroc désertique oriental; SW : Secteur mararonésien (littoral méridional); OL : Eni Snassène; OS : Montagnes de Debdou; or : Oriental; occ : occidental.

Les abréviations relatives aux étages bioclimatiques sont les suivantes : Sah : Saharien; A : Aride; SH : Subhumide; H : Humide; HM : Haute montagne; F : sous étage à hivers froids; SA : Semi-aride.

Remarque : La ripisilve constitue un cas particulier de forêt qui borde les oueds plus ou moins permanents; la présence d'eau en abondance lui permet de se développer également dans les étages saharien et aride (avec notamment *Tamarix aphylla*).

b) Le matorral

C'est une formation de végétaux ligneux n'excédant pas 7 m de hauteur et dérivant directement (par dégradation) de la forêt, ou ne pouvant évoluer jusqu'à ce stade en raison des conditions naturelles très locales (vent, embruns, substrat trop rocheux, etc...). Le matorral existe donc dans les mêmes étages bioclimatiques que la forêt. La plupart des espèces de la liste précédente sont susceptibles de caractériser des matorrals.

D'autres, bien que susceptibles dans des conditions favorables, d'atteindre la taille nécessaire, ne parviennent pas à constituer actuellement au Maroc des forêts, en raison de la forte influence de l'homme dans les régions où elles vivent :

Espèces dominantes	SA	SH	Régions
<i>Phyllyrea</i> pl.sp.	+		} Voir carte EMBERGER
<i>Pistacia Lentiscus</i>	+		
<i>Olea Europaea</i>	+		
<i>Rhus pentaphyllum</i>	+		
<i>Quercus Ilex</i>	+	+	Voir carte EMBERGER : le Chêne vert constitue plus souvent des matorrals que des forêts

Enfin, plusieurs espèces incapables d'atteindre la taille d'un arbre, dominant dans de nombreux matorrals de dégradation : le "Doun" (*Chamaerops humilis*, des étages SA et SH) différentes espèces de Cistes, Genêts, Lavandes, Bruyères, ainsi que les Euphorbes épineuses cactoïdes de l'étage semi-aride.

Remarque : Les ripisilves, par dégradation, laissent la place à des matorrals souvent caractérisés par le Gâttilier (*Vitex Agnus-castus*) ou le Laurier-rose (*Nerium Oleander*).

c) L'erme

C'est une formation herbacée basse, plus ou moins discontinue, à rythme saisonnier très marqué (peuplement ouvert pendant la saison sèche, fermée ou presque pendant la saison humide). L'erme dérive du matorral par dégradation très poussée; les végétaux ligneux, rarement absents, sont dominés par les plantes annuelles et les géophytes à bulbes ou à rhizomes.

Un type d'erne très répandu au Maroc dans l'étage semi-aride est l'erne à *Asphodelus microcarpus* et *Urginea maritima*.

Remarque : Chacun de ces trois types peut être subdivisé en fonction de nombreux critères (hauteur, densité ...); de plus, de nombreux types intermédiaires les réunissent les uns aux autres (matorral arboré, erne buissonneux, etc...)

## 2<sup>a</sup>) Les steppes

Les steppes sont des types de végétation climacique qui prennent la place de la forêt lorsque le climat devient soit trop aride (étages saharien et aride), soit trop froid (étage de haute montagne). On rassemble au Maroc sous cette dénomination des types de végétation très ouverts et très irréguliers, structurés par des xérophytes soit ligneux (steppes ligneuses) soit herbacés (steppes à graminées).

### a) Les steppes ligneuses

Leur physionomie, souvent très proche de celle de certains matorrals, peut prêter à confusion; mais on ne les trouve que sous des climats qui ne permettent pas la forêt.

Parmi les steppes les plus caractéristiques du Maroc, on peut citer :

Espèces dominantes	Répartition				
	Sah	A	SAF	HM	Régions
<i>Erinacea Anthyllis</i>			+	+	GA - MA - AA
<i>Alyssum spinosum</i>			+		MA - GA (Bou Iblane,
<i>Ziziphus Lotus</i>		+			H - ES Agadir)
<i>Acacia gummifera</i>		+			H
<i>Artemisia Herba-alba</i>		+			ES
<i>Haloxylon scoparium</i>	+	+			WD
<i>Anabasis aetiooides</i>	+				ED
<i>Acacia Raddiana</i>	+				WD - ED
<i>Acacia Seyal</i>	+				Wd

Les steppes ligneuses admettent fréquemment des arbres mais dont l'espacement est tel qu'ils ne peuvent réaliser de forêt sous le climat de la steppe. Parmi les arbres qui caractérisent de nombreuses "steppes arborées" marocaines, on peut citer :

Espèces dominantes	Répartition			
	A	SAF	HM	Régions
<i>Cupressus sempervirens</i>			+	GA
<i>Juniperus thurifera</i>		+	+	GA - Ma
<i>Pistacia atlantica</i>	+			H - ES
<i>Argania spinosa</i>	+			SW - WD

b) Les steppes à graminées

L'exemple le mieux développé au Maroc est la steppe d'Alfa (*Stipa tenacissima*), proche par sa physionomie comme par sa composition des steppes russes. Les principales Graminées caractéristiques de ces différents types de steppes sont :

Espèces dominantes	répartition		
	Sah	A	Régions
<i>Stipa tenacissima</i>		+	ES - ED
<i>Lygeum spartum</i>		+	ED - ES
<i>Aristida obtusa</i>	+	(+)	ED - WD - ES

c) Cas particuliers

Ce sont :

- Les steppes salées, dont la répartition n'est plus climatique mais édaphique : sols salés littoraux ou continentaux.

- Les steppes à Euphorbes épineuses cactoïdes des régions atlantiques des étages saharien et aride.

### 3<sup>e</sup>) Les pelouses et les prairies

Sous certaines conditions climatiques (froids hivernaux) ou édaphiques (abondance de l'eau dans le sol par suite de la proximité d'une nappe phréatique) locales, les types de végétation précédents peuvent être éliminés au profit de formations naturelles climatiques d'herbes vivaces qui couvrent le sol de façon continue toute l'année.

a) les pelouses sont des formations rases d'espèces mésophiles.

Ex : pelouse à *Poa Bulbosa* (étages SA ou SH);  
pelouse à *Trifolium humile* (étages H froid et SH froid)

b) Les prairies sont des formations beaucoup plus élevées d'espèces mésophiles ou hygrophiles (essentiellement des Cypéracées ou des Graminées)

Ex : prairie à *Festuca élatior*, le long des oueds du Moyen Atlas.

### 4<sup>e</sup>) Les formations hygrophiles (pour mémoire)

Des types de végétation particuliers correspondent à l'existence locale d'eau libre pendant une durée plus ou moins grande. On désigne au Maroc sous le nom de "dayas" les mares temporaires et sous le nom de "merjas" les étendues d'eau permanentes.

Il existe également de véritables tourbières à Sphaignes dans le Rif, ainsi que des "pozzines" dans le Haut Atlas.

### B.- Données sommaires sur les principales espèces citées

Pour chaque espèce, sont données, en général, les indications suivantes :

- Nomenclature exacte, suivie de la famille et éventuellement de la sous-famille.
- Noms vernaculaires les plus usités : français entre guillemets, arabes ou berbères.

- Aire géographique mondiale.
- Répartition au Maroc.
- Écologie, en particulier sous l'angle édaphique (le texte qui précède donnant l'essentiel des renseignements bioclimatiques).

Acacia Seyal Delile (Léguminosae, Mimosoideae) - Tamate; Seyal

Aire géographique : Sahara central; Sénégal; Soudan; Ethiopie; Egypte; Arabie Pétrée.

Au Maroc : vallée du Bas Dra et de ses affluents.

Écologie : sols sablo-argileux (oueds sablonneux).

Acacia Raddiana Savi (Léguminosae, Mimosoideae) - Tahla.

- Aire géographique : du sud Algérien à l'Arabie; Sénégal.

Au Maroc : zone présaharienne; vallée du Dra et les massifs qui la séparent de l'Atlas et du Sarho; Hamada sud-marocaine.

Écologie : sols pierreux et argilo-siliceux drainés (vallées des oueds non argileuses, dayas, plus rarement dans les rocailles).

Anabasis arctioides (Coss. et Dur.) Coss. et Moq. (Chenopodiaceae);  
"Chou du Sahara"; "Chou-fleur de Bou Hammama".

Aire géographique : Sahara occidental (ne dépasse pas le grand Erg occidental au S et au SE).

Au Maroc : Hamadas du Guir, de la Daoura, du Dra.

Écologie : sols en général compacts; fuit les sables et les zones d'épandages; terrains plats ou peu inclinés; regs.

Tamarix aphylla (L.) Karst. (Tamaricaceae) - Ethel, Letel, Thafin.

Aire géographique : Sahara; Soudan; de la Tripolitaine à l'Arabie;  
Mésopotamie; Perse; Beloutchistan; Inde.

Au Maroc : régions désertiques et arides; Haut-Atlas.

Ecologie : sols limoneux ou argileux; oasis; lits des oueds; zones  
d'épandages; dayas des régions désertiques.

Euphorbia Echinus Hook f. et Coss. (Euphorbiaceae) - Darhmouss, Tikiout.

Aire géographique : endémique du Maroc et du Sahara occidental

Au Maroc : Souss (plaine au S de l'oued Souss); Anti-Atlas litt.  
occ.; Kest; Anti-Atlas cent.; Tekna; Province de  
Tarfaya.

Ecologie : fuit les sols trop argileux (zones d'épandage des oueds)  
et le sable; plaines et montagnes jusqu'à 1.900 m environ.

Ziziphus Lotus (L.) Lam. (Rhamnaceae); "Jujubier" - Sedra, Azougguer,  
Tazougourt.

Aire géographique : Espagne méridionale; Sicile; Grèce mérid.;  
Chypre; Arabie Pétrée; Tunisie; Algérie.

Au Maroc : partout sauf en altitude au-dessus de 1.000 m environ.

Ecologie : tous les sols, calcaires, siliceux, argileux (non  
hydromorphes).

Artemisia Herba-alba Asso (Synantheraceae) - Chih.

Aire géographique : Espagne; <sup>des</sup> Canaries à l'Egypte; Asie occidentale.

Au Maroc : Bassin de la Moulouya; Hauts plateaux; revers S du Haut-  
Atlas; çà et là dans le reste du Maroc, sauf dans les  
régions les plus humides.

Ecologie : sols argileux; dépressions; supporte les sols mouillés  
temporairement dans l'étage saharien; oueds sablonneux.

Argania spinosa (L.) Skeels (Sapotaceae); "Arganier" - Argân.

Aire géographique : endémique du S marocain; déborde sur le Sahara occidental.

Au Maroc : tout le SW, plus localités isolées dont la plus septentrionale est celle des Bni-Snassène.

Ecologie : tous les sols, sauf sables mobiles; plaines et basses montagnes calcaires et siliceuses, jusqu'à 1.700 m.

Pistacia atlantica Desf. (Anacardiaceae); "Pistachier de l'Atlas", "Betoum", Btem, Ij.

Aire géographique : Canaries; Afrique du Nord; Chypre; Hoggar.

Au Maroc : partout sauf dans le Tangerois, les régions les plus désertiques et la haute montagne (au-dessus de 2.000 m)

Ecologie : éliminé des sols sableux; expositions chaudes et sèches.

Olea europaea L. var. silvestris (Mill.) Brot (Oleaceae); "Oléastre" - Zitoun, Zebbouj, Berri, Azemmour.

Aire géographique : Bassin méditerranéen (sauf la France où il n'est pas spontané) jusqu'en Afghanistan.

Au Maroc : partout sauf dans les régions les plus arides et les montagnes au-dessus de 1.500 m en moyenne.

Ecologie : indifférent au sol; fréquent sur les terrains argileux ou marneux, perméables; absent sur les argiles gonflantes et salées; s'accommode mal des sables profonds; plaines et basses montagnes jusqu'à 1.650 m.

Acacia gumifera Wild. (Leguminosae, Mimosoidae); "Gommier du Maroc" - Talah, Talha, Amrad.

Aire géographique : endémique

Au Maroc : SW marocain, pour l'essentiel au S de l'Oum-er-Rbia : Haouz; Tadla; Reharra; Souss; Jbilete; contreforts du Haut Atlas occ.; pentes de l'Anti-Atlas jusqu'à 1.200 m; environs de Goulimine; plus au N, stations isolées.

Ecologie : indifférent à la nature du sol, mais plus abondant sur sols non calcaires; plaines et basses montagnes jusqu'à 1.200 m.

Stipa tenacissima L. (Graminée) - Alfa, Halfa.

Aire géographique : Plateaux algéro-marocains; Portugal mérid.; Espagne mérid.; Baléares; Tripolitaine; Egypte; Lybie.

Au Maroc : Basse Moulouya; Rif; Moyen Atlas; petits peuplements disséminés dans le Haut Atlas, le Souss, la région d'Essaouira.

Ecologie : sol bien drainé, à bonne structure (mélange de terre et de débris pierreux); devient ripicole en bordure du Sahara.

Euphorbia risinifera Berger; "Euphorbe à résine" (Euphorbiaceae) - Zeggoun, Tikiout.

Aire géographique : endémique du Maroc

Au Maroc : Haouz; Moyen Atlas; Moyen Oum-er-Rbia; Haut Atlas centr. (M'Goun); Kest.

Ecologie : rocailles et roches arides des basses montagnes calcaires de 600 à 1.500 m.

Rhus pentaphyllum Desf. (Anacardiaceae); "Sumac à cinq feuilles" - Tizra.

Aire géographique : Algérie; Tunisie; Sicile.

Au Maroc : toutes les zones semi-arides du Maroc cisatlantique.

Ecologie : indifférent au sol; manque sur sol sablonneux profond.

Tetraclinis articulata (Vahl) Mast. (Pinaceae); "Thuya de Berbérie" - Ardr.

Aire géographique : Espagne mérid.; Algérie; Tunisie; Malte.

Au Maroc : tout le Maroc semi-aride.

Ecologie : sols plus ou moins rocailleux; manque sur sables mobiles et sols insuffisamment drainés; indifférent à la nature chimique du substrat.

Ceratonia Siliqua L. (Leguminosae, Cesalpinioideae); "Caroubier" -  
Kharroub, Sliroua, Tikida, Tasliroua.

Aire géographique : Bassin méditerranéen.

Au Maroc : plaines et basses montagnes de l'ensemble du pays,  
à l'exception de la zone centrale aride.

Ecologie : indifférent à la nature du sol; mais plus fréquent  
sur calcaires.

Pinus halepensis Mill. (Pinaceae); "Pin d'Alep" - Sanawbar, Snöber,  
Tâyda.

Aire géographique : Bassin méditerranéen, y compris le Portugal.

Au Maroc : Rif; Moyen Atlas; Haut Atlas; Bni-Snassène; Gada de  
Debdou.

Ecologie : tous les sols, avec préférence pour les sols calcaires  
et en particulier les marnes; altitude : 0 à 2.000 m.

Juniperus thurifera L. (Pinaceae); "Genévrier thurifère" - Anâr,  
Aoual, Taoualt, Androuman.

Aire géographique : Espagne; Pyrénées et Alpes françaises; Algérie;  
Tunisie.

Au Maroc : Masker; Moyen Atlas; manque dans le massif des Seksaoua,  
le Rif et l'Anti-Atlas W.

Ecologie : indifférent au sol; moyennes et hautes montagnes calcaires  
et siliceuses de 1.700 à 3.150 m (3.300 m dans le Toubkal)

Juniperus Oxycedrus L. (Pinaceae); "Genévrier Oxycedre", "Cade",  
"Oxycedre"- Taga, Taqqa.

Aire géographique : Bassin méditerranéen, de la Perse à Madère.

Au Maroc : Subsp. rufescens : Rif SW; Tazekka; Moyen Atlas central;  
Haut Atlas central; M'goun.

Subsp. macrocarpa : sables littoraux du Tangerois

Ecologie : Subsp. macrocarpa : sables mobiles littoraux  
Subsp. rufescens : très plastique, surtout en montagne  
jusqu'à 3.000 m.

Pistacia Lentiscus L. (Anacardiaceae); "Lentisque" - Drou, Deroua, Fadis, Titkt.

Aire géographique : Canaries; Chine occid.; Europe mérid.;  
Afrique sept.

Au Maroc : tout le Maroc, sauf dans les régions désertiques  
(rare dans les régions de climat aride) et en montagne.

Ecologie : tous les sols; plaines et basses montagnes jusqu'à 1.660m.

Juniperus phoenicea L. (Pinaceae); "Genévrier rouge" - Arâr, affs.

Aire géographique : Europe mérid.; Chypre; Asie Mineure; Palestine;  
Arabie; Cyrénaïque; Tunisie; Algérie; Canaries;  
Madères

Au Maroc : peuplements disjoints :

- littoraux : Péninsule tingitane; Rharb; embouchure  
du Sebou et du Tensift; Essaouira.
- inférieurs : liseré discontinu sur les versants  
atlantique et saharien du Haut Atlas, du  
Moyen Atlas et du Sahara.

Ecologie : indifférent au sol; atteint 2.200 m d'altitude.

Quercus Ilex L. (Fagaceae); "Chêne vert", "Yeuse" - Belloute, Kerrouch.

Aire géographique : France occidentales; Europe mérid.; Asie Mineure;  
Syrie; Cyrénaïque; Tunisie; Algérie; Portugal;  
Espagne; Baléares.

Au Maroc : tout le Maroc humide et subhumide; rare dans le Maroc  
semi-aride.

Ecologie : tous les sols; mais éliminé des dépressions trop  
argileuses et humides.

Cupressus sempervirens L. (Pinaceae); "Cyprès méditerranéen", "Cyprès  
de l'Atlas" - Saro, Saroual, Azel, Arella.

Aire géographique : Grèce; Crète; Asie Occid. et centr.; Cyrénaïque;  
Tunisie; Iran; Syrie; Cilicie; Bithynie;  
Chypre; Rhodes.

Au Maroc : Haut Atlas central (vallée de l'oued Nfis); quelques stations isolées dans le Haut Atlas occid.

Ecologie : sols superficiels siliceux; 1.100 à 2.000 m.

Phillyrea augustifolia L. et Phillyrea latifolia L. (Oleaceae);  
"Filarias" - Rbib.

Aire géographique : côtes de la mer Noire; Syrie; Liban; Palestine; Grèce; Albanie; pays riverains de l'Adriatique; Autriche; Italie; Sicile; Sardaigne; France mérid.; Espagne; Portugal; Tripoli; Cyrénaïque; Tunisie; Algérie.

Au Maroc : Tanger; Rif; Tazekka; Rharb; Moyen Sebou; Zaër; Zaïane; Nkor; Triffa; Haut Msoun; Moyen Atlas central; Haut Atlas central; Debdou; Ida-Outanane, etc...

Ecologie : indifférent à la nature chimique du sol.

Quercus Suber L. (Fagaceae); "Chêne-liège" - Fernane.

Aire géographique : Portugal; Espagne; France mérid.; Corse, Sardaigne; Italie; Sicile; Tunisie; Algérie; Dalmatie.

Au Maroc : Bassins de l'oued Sebou et des oueds côtiers de la région de Rabat-Casablanca; zone occid. du Rif; Moyen Atlas; quelques stations jalonnent le versant N du Haut Atlas.

Ecologie : sables; argiles; schistes, sans calcaire; ne supporte ni l'excès d'argile, ni l'excès de sel.

Quercus coccifera L. (Fagaceae); "Chêne-Kermès".

Aire géographique : Europe mérid.; Asie occid.; Cyrénaïque; Tunisie; Algérie.

Au Maroc : Maroc septentrional, surtout sur le versant méditerranéen.

Ecologie : sol siliceux, calcaire ou argileux, mais beaucoup plus abondant sur sol calcaire.

Pinus pinaster Soland subsp. Hamiltonii (Ten.) H. del Villar; "Pin maritime" - Snobar, Taïba.

Aire géographique : du Portugal à la Dalmatie; Sicile; Algérie; Tunisie.

Au Maroc : Moyen Atlas; Rif; Haut Atlas.

Ecologie : sols variés; semble absent sur calcaire franc; sols filtrants, bien drainés; fréquents sur dolomie.

Cedrus libanotica Link subsp. atlantica (Manetti) Holmboe (Pinaceae); "Cèdre de l'Atlas" - Arz, Erg, Idil.

Aire géographique : Asie Mineure; Syrie; Chypre; Algérie.

Au Maroc : Rif central calcaire et siliceux; Jbala occid.; Moyen Atlas et Haut Atlas.

Ecologie : sols sur roches-mères variées; exclu des fonds trop argileux ou trop humides.

Quercus faginea Lam. (Fagaceae); "Chênes zènes" - Techma, Techt.

Au Maroc : Péninsule tangéroise; Moyen Atlas; Haut Atlas; stations isolées dans le Plateau Central.

Ecologie : indifférent au sol; altitude : de 0 à 1.800 m.

Abies pinsapo Boiss. subsp. maroccana (Trabut) Emb. et Maire. (Pinaceae); "Sapin pinsapo du Maroc" - Cholh.

Au Maroc : endémique des hautes montagnes calcaires du Rif; Tissouka; Lechchab; Tassaote; etc....

Ecologie : sur calcaire exclusivement; fait place à des pins sur dolomies.

Acer Monspessulanum L. (Aceraceae); "Erable de Montpellier".

Aire géographique : Europe mérid.; Asie occid.; Tunisie; Algérie.

Au Maroc : Moyen Atlas; Haut Atlas; Atlas saharien, Rif (rare).

Ecologie : Sol siliceux ou calcaire plus ou moins rocheux, de 1.300 à 2.600 m.

Quercus pyrenaica Willd. (Fagaceae); "Chêne tauzin"

Aire géographique : France occid.; péninsule Ibérique occid.

Au Maroc : Rif siliceux.

Ecologie : basses et moyennes montagnes humides et siliceuses (espèce calcifuge); de 200 à 2.000 m.

Chamaerops humilis L. (Palmae); "Palmier nain" - Doum.

Aire géographique : Bassin méditerranéen occid. jusqu'à la Tripolitaine et l'Albanie, sauf la France continentale et la Corse.

Au Maroc : très répandu; absent des zones marécageuses (Rharb), arides et continentales (Haouz, Maroc oriental, régions sahariennes), trop froides ou trop humides (montagnes).

Ecologie : tous les sols, même rocailleux, avec cependant de préférence pour les terres profondes; éliminé des sols trop humides, salés ou non.

C.- Etude des relations sol-végétation. Notions de groupes et complexes écologiques.

Les principales relations sol-végétation ont été mises en évidence dans certaines régions du Maroc, grâce à des groupes d'espèces possédant une certaine autonomie les unes par rapport aux autres. La notion de "groupe écologique" ou "groupe d'espèces qui ont tendance à se trouver groupées dans la nature et qui ont une affinité

sociologique due essentiellement à une similitude d'exigences écologiques", est due à P. DUVIGNEAUD (1949), qui considère en conséquence le groupement végétal comme un enchevêtrement de groupes écologiques dont l'un est dominant et les autres subordonnés. La mise au point au Maroc par T. IONESCO (1956) d'une méthode semblable, est considérée par M. GOUNOT (1961) comme une méthode de tendance "auto-écologique" qui se rattache à la notion de plante indicatrice et a comme point de départ, l'analyse du comportement écologique des espèces prises une à une dans les relevés ordonnés suivant l'intensité croissante d'action d'un facteur. L'élément de base de cette méthode est le relevé phyto-écologique, exécuté, d'une manière minutieuse, en notant l'ensemble des espèces d'une phytocoenose et en procédant à une description très détaillée de tous les facteurs du milieu (complétée par des analyses pédologiques). L'examen et le tri des espèces (en fonction de leur coefficient d'abondance-dominance), et des facteurs, permettent d'isoler les espèces indicatrices d'un ou plusieurs facteurs.

Ces espèces indicatrices sont réunies dans des "listes" ou des "ensembles" écologiques, permettant d'identifier l'écologie des espèces qui font partie des groupes ou des complexes écologiques. Les groupes écologiques distingués en examinant les relevés et en les réunissant dans des tableaux, sont de deux sortes :

- le groupe écologique principal, qui réunit les espèces caractéristiques et par conséquent met en évidence les principaux caractères du milieu;

- les groupes écologiques différentiels qui mettent en évidence des caractères secondaires du milieu.

La combinaison des groupes écologiques entre eux donne le "complexe écologique" d'un milieu.

#### L'étude des complexes écologiques des zones cultivées

La grande majorité des profils pédologiques examinés à l'occasion de l'excursion, sont situés dans des zones de culture et il convient dans ces cas particuliers d'expliquer la signification des complexes écologiques dont nous ferons état. La plupart de ces régions n'ayant pas fait l'objet d'études phyto-écologiques détaillées, les divers complexes écologiques décrits seront très sommaires.

Dans ces zones, la culture alterne généralement avec la jachère morte (à l'exception des zones irriguées où ces jachères sont très rares). D'une façon générale lorsque l'on étudie comparativement la flore des jachères et des cultures soumises à des conditions écologiques locales équivalentes, on constate que les unes et les autres possèdent le même noyau d'espèces indicatrices. La différence essentielle réside du fait que dans la jachère, le noyau d'espèces indicatrices lié à la nature physico-chimique du milieu (groupe écologique principal essentiellement), est dominant, alors que dans la culture, ce noyau est dominé et accompagné d'espèces liées surtout au mode cultural. Ce schéma est valable également en zone irriguée où néanmoins, l'apport supplémentaire de l'eau provoque l'apparition d'espèces hygrophiles et se manifeste par ailleurs par une plus grande vigueur des plantes.

Par conséquent, la mise en culture n'entame pas la nature essentielle de la communauté végétale dans laquelle elle est installée. Dans la jachère le groupe écologique principal est visiblement dominant; par contre dans la culture ce groupe est dominé et masqué par un grand nombre d'espèces adaptées à l'état cultivé du sol.

Les complexes écologiques décrits pour certains des profils des sols, illustrent donc cet état.

Les qualificatifs écologiques (surtout écoédaphiques) les plus utilisés (par l'un de nous)\* sont :

a) - Exigences en eau du sol (irrigation exclue) des plantes, pendant la période de végétation :

Xéro-mésophyte : plante de milieux secs. Sur sol peu approvisionné  
(X-M) en eau, ou à faibles possibilités (texturales, structurales, topographiques, etc...) d'emmagasiner l'eau; se dessèche assez rapidement après la pluie.

Mésophyte : plante de milieux moyennement humides. Sur sol frais,  
(M) conservant l'humidité (sans excès) après la pluie; normalement approvisionné en eau, souvent grâce à la position topographique, ou par remontée capillaire de la nappe. Sols argileux ensablés ou non, assez bien drainés;

---

\* T. IONESCO

Méso-hygrophyte : plante de milieux humides. Sur sol profond, bien approvisionné en eau, à perméabilité lente mais assurée.  
(MH)

Hygrophyte : plante de milieux très humides. Sur sol argileux, souvent engorgé d'eau, mal drainé, avec formation pendant la saison des pluies, d'une nappe d'eau libre peu profonde.  
(Hg)

Hydrophyte : plante de milieux aquatiques. Sur sol marécageux, à nappe d'eau libre superficielle, assez profonde et permanente.  
(Hd)

b) Autres exigences

Argilophyte : plante de sols argileux, à taux d'argile généralement supérieur à 25 %.  
(a)

Psammophyte : plante de sols sableux, à taux de sable fin et grossier supérieur à 80 % sur une profondeur minimale de 5 à 10 cm.  
(ps)

Calcarophyte : plante liée à la présence du calcaire (CO<sub>3</sub>Ca) dans le sol.  
(ca)

Halophyte : plante des sols salés.  
(h)

Nitratophyte : plante des sols riches en azote.  
(n)

Thermophyte : plante des sols se réchauffant facilement; sols calcaires ou secs; généralement plantes de sécheresse et de chaleur (xérothermophytes).  
(t)

Adventice\* des cultures : plantes favorisées par le fait cultural.  
(ad)

Ruée<sup>g</sup>rale : plantes de décombres, de bords des routes, etc...  
(r)

La cohabitation de plantes d'exigence en eau différente est due à la distribution nuancée de l'humidité dans les divers horizons du sol exploités par des systèmes racinaires étagés, à la superposition d'horizons de texture différente ou de richesse en calcaire différente, etc. Notons également qu'une mésophyte, par exemple, peut être psammo-mésophyte, argilomésophyte ou calcaro-mésophyte.

- : -

\* Le terme d'adventice fait partie du vocabulaire biogéographique; faute d'un terme plus adéquat, nous l'avons adopté ici dans un sens écologique.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- DEBRAC J. (1953) : "Notes sur les climats du Maroc occidental". Maroc médical; 32 (342); pp. 1122-1134.
- DUVIGNEAUD P. (1949) : "Les savanes du Bas Congo". Leuvenia. Liège.
- EMBERGER L. (1955) : "Une classification biogéographique des climats". Rec. trav. lab. bot. géol. zool. Fac. Sci. Montpellier; série bot.; 7; pp. 3 - 43.
- EMBERGER L. (1939) : "Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc". Carte au 1/1500000; Véröff géobot. Inst. Rffbel in Zurich (14) et Mém. h.s. Soc. Sci. Nat. Maroc; 40-157.
- EMBERGER L. (1964) : "La position phytogéographique du Maroc dans l'ensemble méditerranéen". Al Awamia; 12; pp. 1-15.
- EMBERGER L. et MAIRE R. (1942) : "Catalogue des plantes du Maroc". Supplément aux Vol. I, II, III. Mém. h.s. Soc. Sci. Nat. Maroc; pp. LIX - LXXV et 915-1181.
- GOUNOD M. (1961) : "Les méthodes d'inventaire de la végétation". Bull. Serv. Carte Phytog.; Série B; t. VI; fasc. 1; pp. 6-73.
- IONESCO T. (1956) : "Sur l'écologie des plantes spontanées dans les Doukkala". Bull. Soc. Sci. Nat. et Phys. Maroc; 36; 3<sup>e</sup> t; pp. 243-255.
- IONESCO T. (1965) : "Considérations bioclimatiques et phytocologiques sur les zones arides du Maroc". Cah. Rech. Agro.; 19.

- IONESCO T. et SAUVAGE Ch. (1962): "Les types de végétation au Maroc : essai de nomenclature et de définition". Rev. Géogr. Maroc; n°142; pp.75-86.
- IONESCO T. et SAUVAGE Ch. (1963) : "Aide mémoire sur les principales espèces climax du Maroc". Rabat; INRA; 130 p.; multigr.
- JAHANDIEZ E. et MAIRE R. (1931, 1932 et 1934) : "Catalogue des plantes du Maroc". Alger; Minerva; tome premier : XL et 150 p.; tome deuxième : pp. 161-558; tome troisième : pp. LI-LVIII et pp. 559-913.
- MARTIN J, JOYER H., LE COZ J., MAURER G. et NOIN D. (1964) : "Géographie du Maroc". Hatier; Paris; 255 p.
- MATHEZ J. (1964) : "La végétation naturelle de la bordure atlantique du Plateau Central marocain". Rev. Géogr. Maroc. n°5; pp.5-18
- SAUVAGE Ch. (1961) : "Recherches géobotaniques sur le chêne-liège au Maroc". Trav. Inst. Sci. Chér.; Série Bot.; 21; 462 p.
- SAUVAGE Ch. (1963) : "Etages bioclimatiques". Atlas du Maroc sect. II; pl. n° 6b; 1 carte et 2 cartons couleurs; notice explic. 44 p.
- SAUVAGE Ch. et collaborateurs (1954) : "Livret-guide de l'excursion". Not. Bot. itin.; comm. VIII<sup>e</sup> Congrès Intern. Bot. Paris. PARIS -SEDES; pp.1-32.

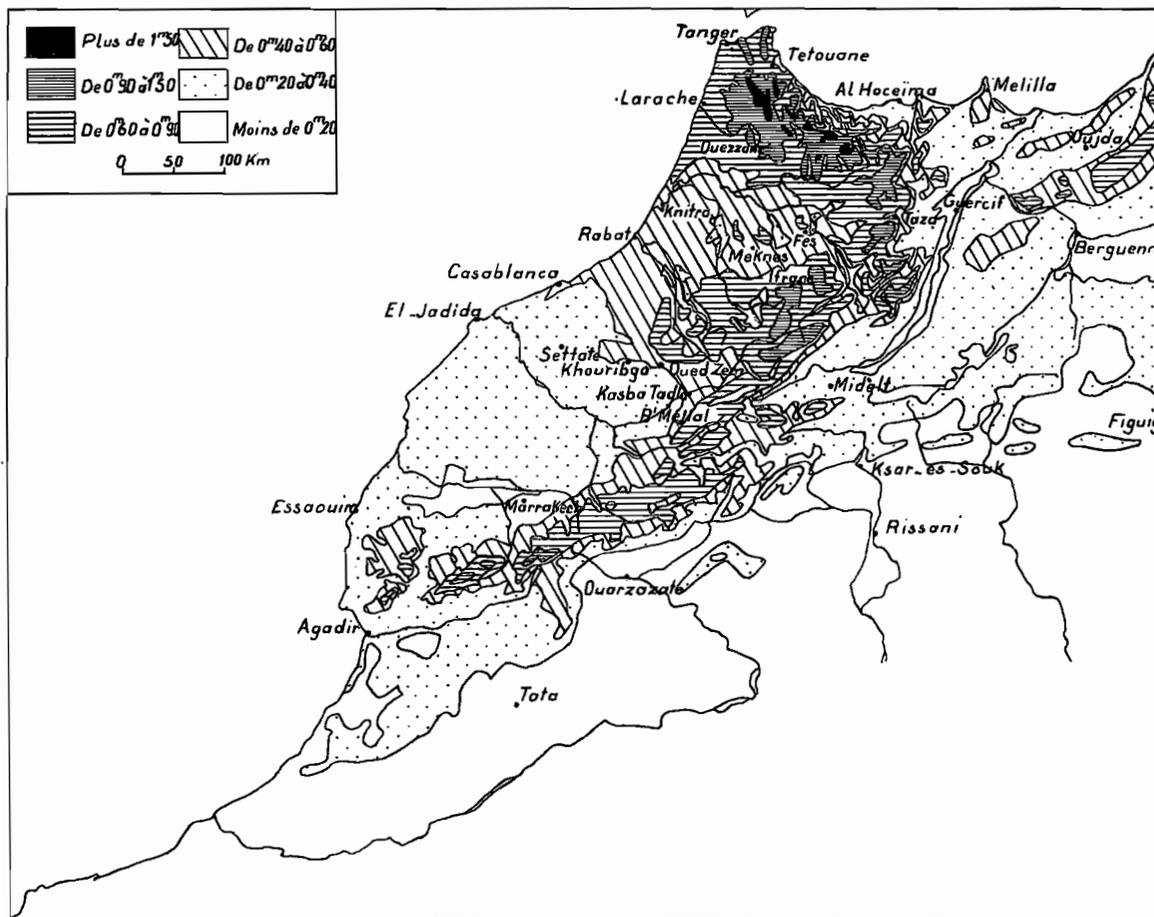


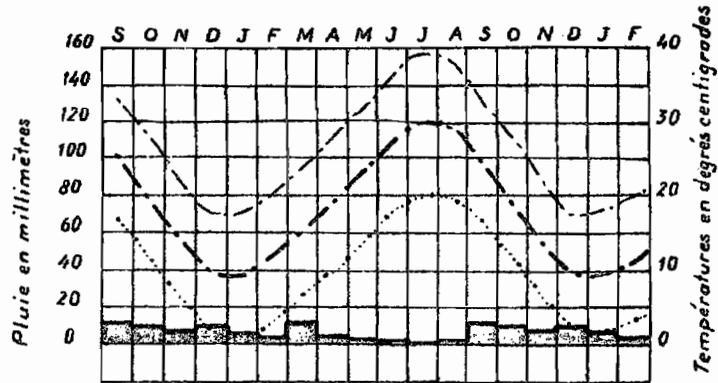
Figure I - 2 - 1  
 Précipitations annuelles

D'après J. MARTIN et coll.  
 1964

## ETAGE SAHARIEN

### Ouarzazate (Dadés)

Long. 6°54' W. Lat. 30°56' N Alt. 1125 m.

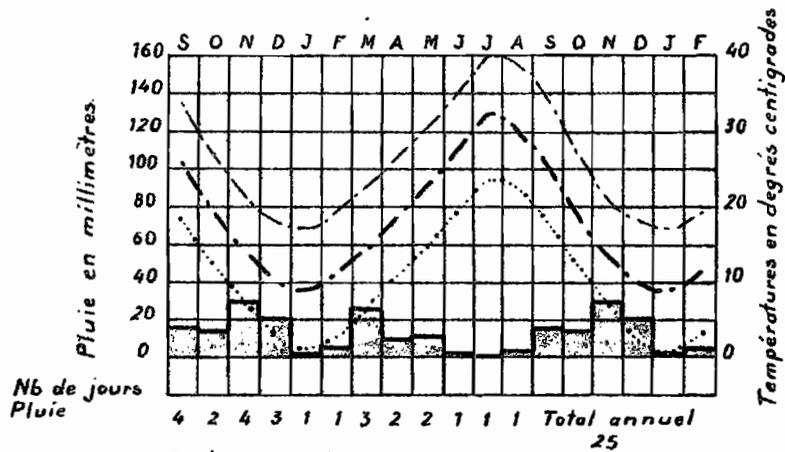


Pluie annuelle: 78

Coef. d'Emberger: 6,9

### Ksar es Souk (Ougnat)

Long. 4°26' Lat. 31°56' Alt. 1060 m.

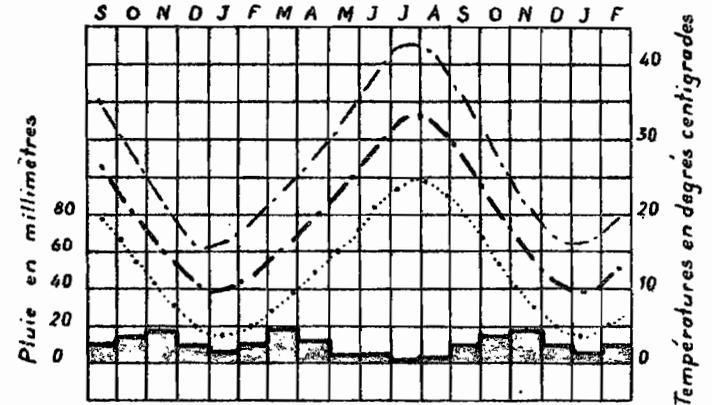


Pluie annuelle: 158,2

Coef. d'Emberger: 12,2

### Figuig (Atlas saharien)

Long. 1°14' Lat. 32°07' Alt. 900 m

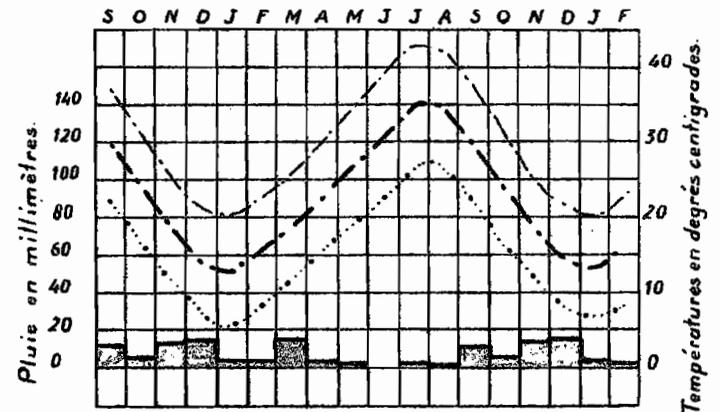


Pluie annuelle: 106

Coef. d'Emberger: 9,2

### Tatta (Bani)

Long. 7°59' Lat. 29°45' Alt. 900 m.



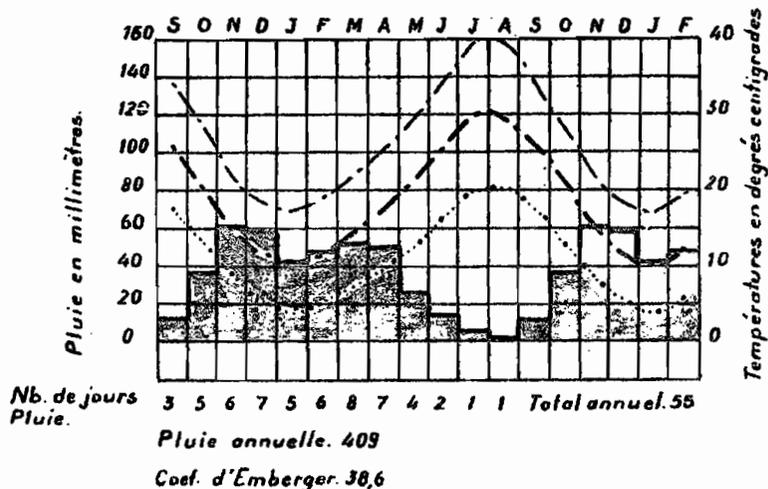
Pluie annuelle: 77

Coef. d'Emberger: 6,9

ETAGE ARIDE

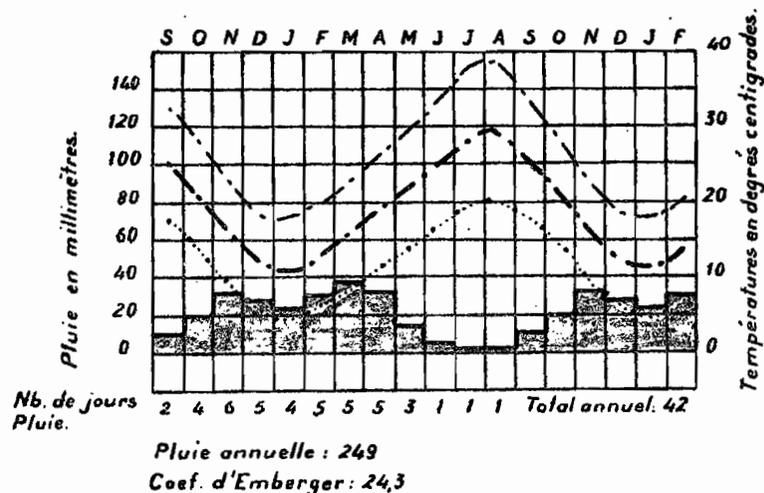
Kasba Tadla (Tadla)

Long. 6°16' Lat. 32°36' Alt. 495 m.



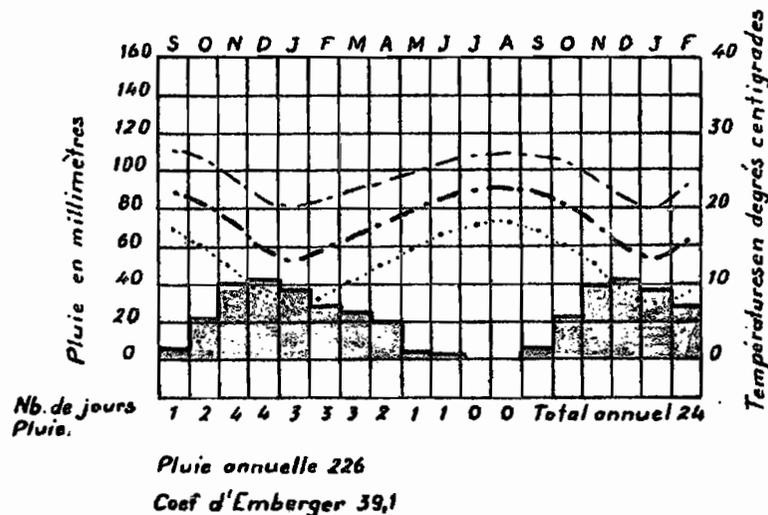
Marrakech (Haouz)

Long. 8°02' Lat 31°37' Alt. 470 m.



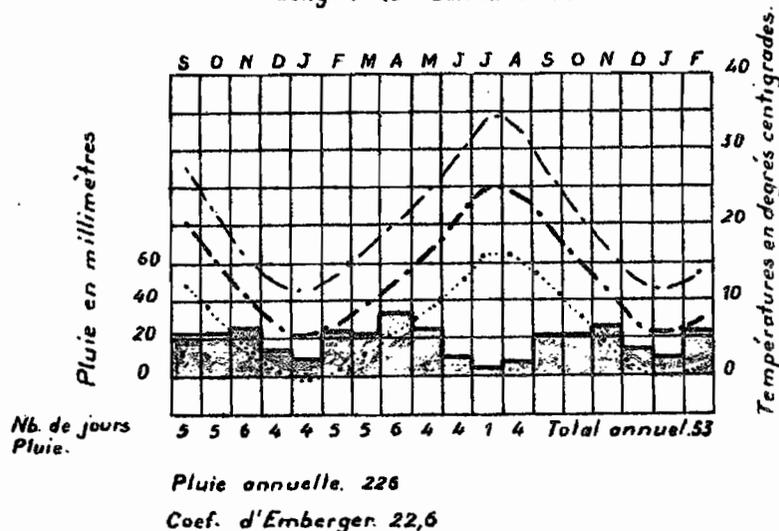
Agadir (Souss)

Long. 9°39' Lat. 30°26' Alt. 50 m.



Midelt (Haute moulouya)

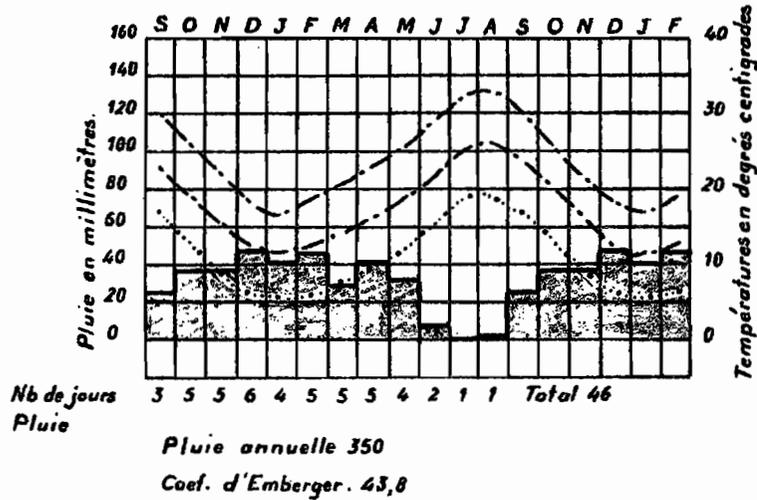
Long. 4°43' Lat. 32°41' Alt. 1525 m.



## ETAGE SEMI-ARIDE

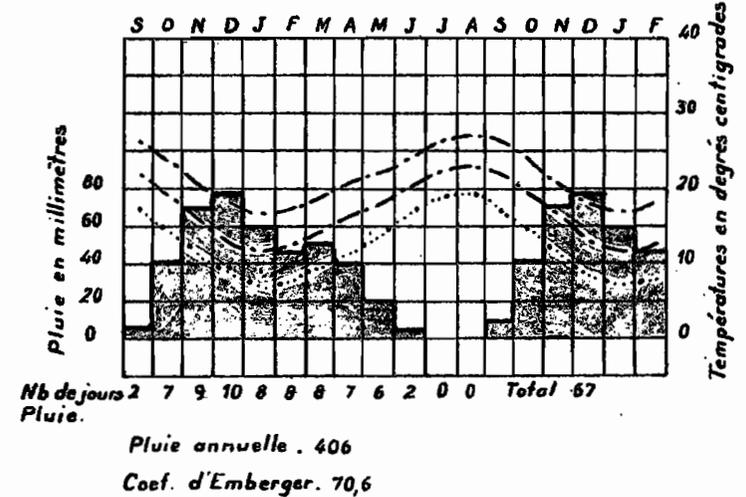
### Berkane (Basse Moulouya)

Long. 2° 20' Lat. 34° 56' Alt. 145 m



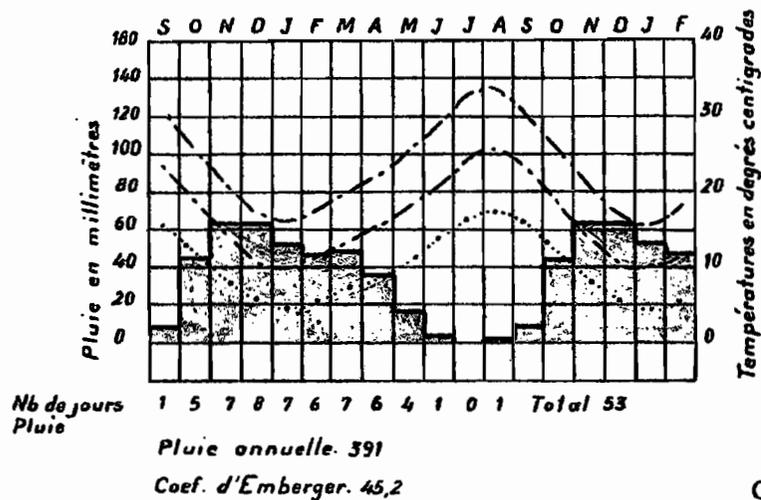
### Casablanca (Chaouia littorale)

Long. 7° 00' Lat. 33° 35' Alt. 50 m



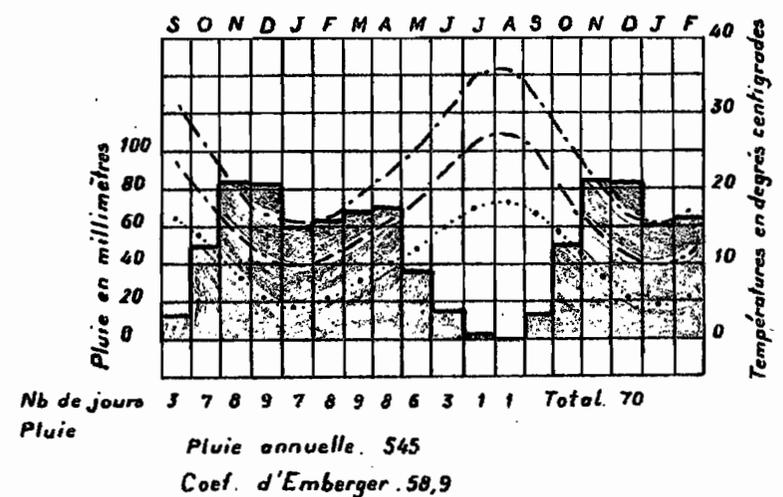
### Settat (Chaouia)

Long 7° 37' Lat. 33° 00' Alt. 375 m



### Fes (Moyen Sebou)

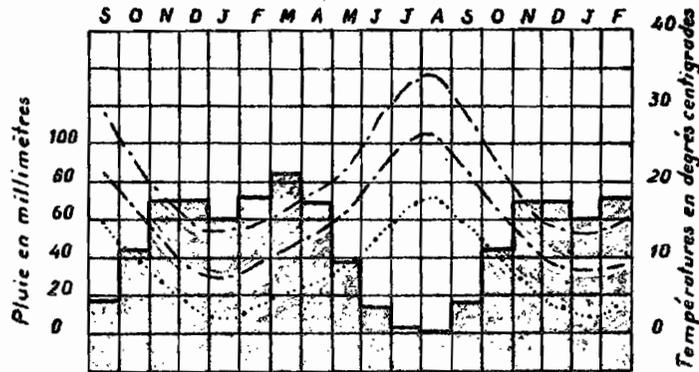
Long. 5° 00' Lat. 34° 02' Alt. 415 m



# ETAGE SUBHUMIDE

## Azilal (Haut Atlas)

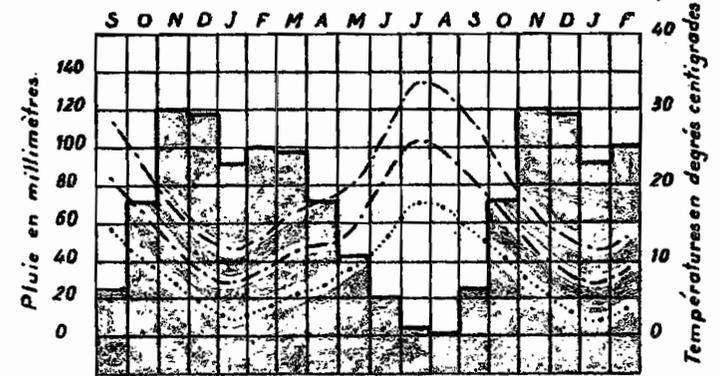
Long 6°34' Lat 31°58' Alt 1480m



Nb de jours de Pluie: 3 4 6 6 5 6 7 6 4 2 1 1 Total 51  
 Pluie annuelle 550  
 Coef. d'Emberger. 59,2

## Oulmes (Zaiane)

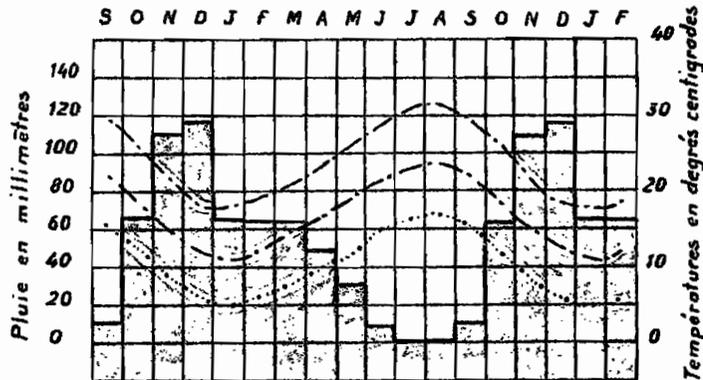
Long. 6°01' Lat. 33°26' Alt. 1260 m.



Nb. de jours de Pluie: 3 6 8 8 7 8 9 8 5 2 1 1 Total 66  
 Pluie annuelle: 773  
 Coef. d'Emberger: 85,0

## Knitra (Mamora littorale)

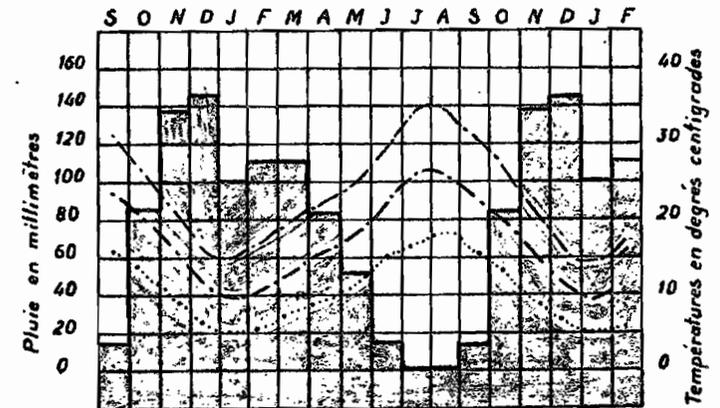
Long 6°34' Lat. 34°16' Alt. 25 m



Nb de jours de Pluie: 3 6 9 10 8 7 9 7 5 2 1 1 Total 68  
 Pluie annuelle 596  
 Coef. d'Emberger: 76,3

## Ouezzane (Pré-Rif)

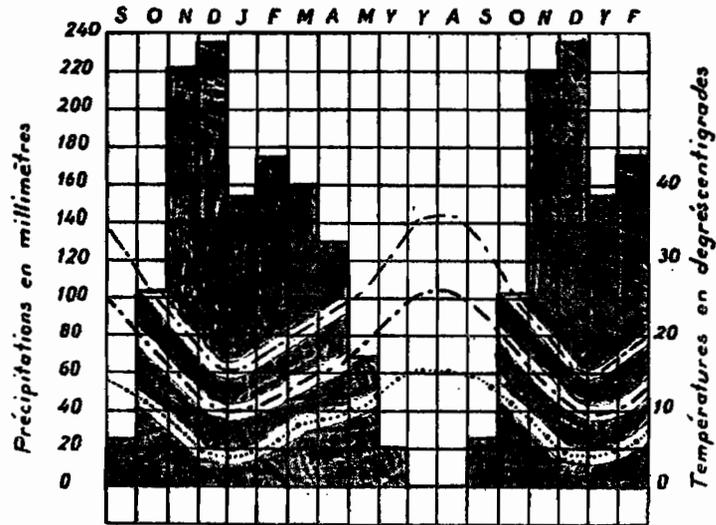
Long. 5°34' Lat. 34°48' Alt. 300 m



Nb de jours de Pluie: 1 6 8 10 10 9 11 8 4 2 1 Total 70  
 Pluie annuelle 886  
 Coef. d'Emberger. 99

### Zoumi (Pré-Rif)

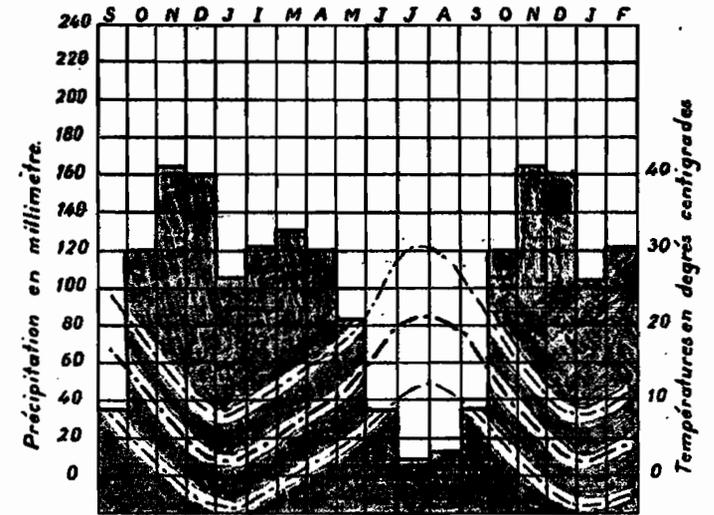
Long: 5°20'W Lat: 34°48'N Alt: 350 m



Nb de jours de pluie. 3 6 10 12 11 9 10 9 7 2 1 1 Total annuel 81  
 Pluie annuelle 1338  
 Coef. d'Emberger 144,7

### Ifrane (Moyen Atlas)

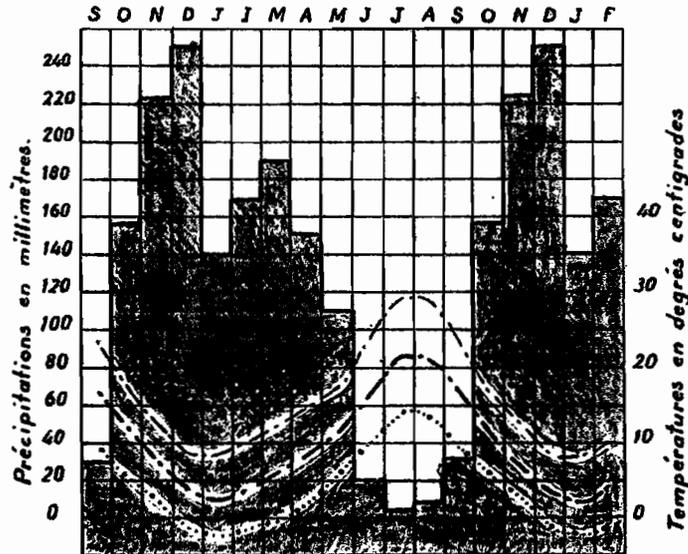
Long: 5°07 Lat: 33°31' Alt: 1635 m



Nb de jours de pluie 5 9 10 11 9 11 12 12 9 6 3 4 Total annuel 101  
 Pluie annuelle 1101  
 Coef. d'Emberger 110,4

### Bab bou Idir (Moyen Atlas)

Long: 4°07 Lat: 34°04 Alt: 1540 m



Total annuel du Nb de jours de pluie: 91j  
 Coef. d'Emberger. 158,9 Pluie annuelle 1462

Climagrammes  
 Figure I - 2 - 6

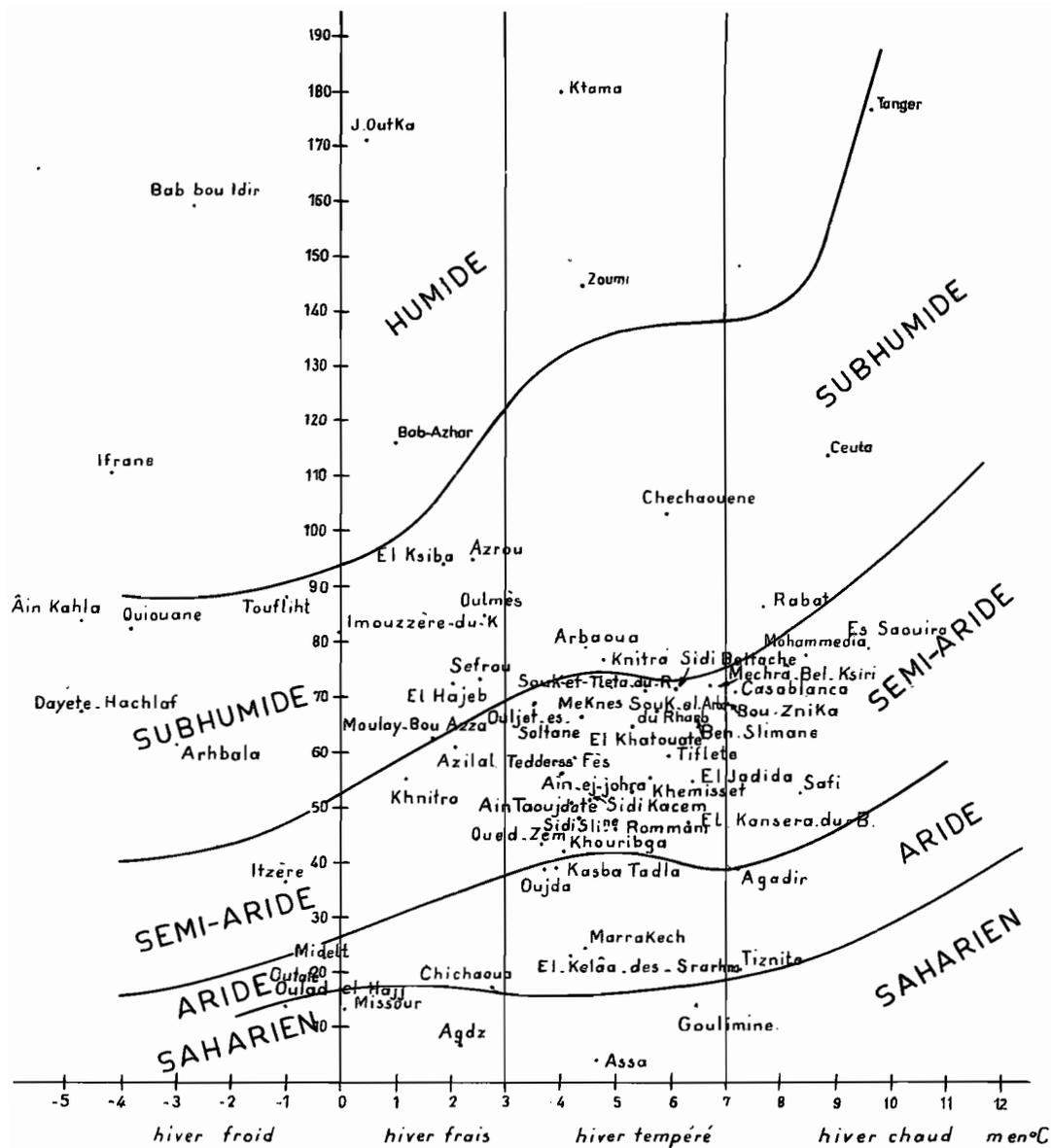


Figure I - 2 - 7

Climagramme pluviothermique

D'après Ch. SAUVAGE 1963

CHAPITRE TROISIEMELES SOLS DU MAROCpar P. BILLAUX et G. BRYSSINEI.- HISTORIQUE DE LA PEDOLOGIE MAROCAINE

Il est possible de diviser l'histoire des recherches pédologiques au Maroc en plusieurs étapes.

1°) Avant 1914, à proprement parler, il n'y avait pas d'études systématiques des sols marocains. Toutefois, plusieurs savants qui passaient au Maroc à cette époque, s'intéressaient, soit comme géographes, soit comme géologues, soit comme agronomes, aux terres du pays qu'ils visitaient. Parmi ces auteurs nous pouvons citer FISCHER, DE BRIVES, L. GENTIL, LEMOINE, MOREAU, BREUIL, DANTIN, CEREDA. Certains de leurs travaux, notamment ceux de de BRIVES ou de L. GENTIL, présentent encore de l'intérêt de nos jours.

2°) C'est de l'année 1914 que date le début des recherches sur les sols effectuées au Maroc, avec la création du Laboratoire Officiel de Chimie de Casablanca. Dès sa création, ce Laboratoire a procédé à de nombreuses analyses de terres suivant les méthodes dites "agrologiques", ce qui permit aux chimistes de ce laboratoire (Chauveau, Valin) de présenter en 1934 au Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences (A.F.A.S.) une première esquisse de la carte "agrologique" du Maroc à très petite échelle, basée sur la composition granulométrique des terres.

De son côté, le Centre de Recherches Agronomiques de Rabat entreprenait, sous l'impulsion de M. MIEGE et avec le concours des inspecteurs régionaux d'Agriculture, l'établissement des cartes "écologiques". Ces cartes manuscrites, à différentes échelles (1/200.000-1/500.000) utilisaient les noms vernaculaires des sols de différentes régions agricoles.

Parallèlement à cette activité "officielle" des services publics, des chercheurs, soit résidant au Maroc, soit venus de l'extérieur, continuaient à s'intéresser aux sols du pays. Mais contrairement à leurs prédécesseurs, ils essayèrent d'appliquer les méthodes modernes de la pédologie, science qui avait déjà pris en Europe une certaine importance. Parmi les missionnaires nous pouvons citer les noms de Melle MALYCHEFF, du Professeur OUDIN et de H. DEL VILLAR. Ce dernier a présenté en 1934 la première carte générale des sols du Maroc.

De leur côté, les chercheurs travaillant au Maroc et appartenant à diverses disciplines s'intéressèrent aussi aux problèmes de pédologie. On peut citer MERCIER, CARLES, TROCHAIN, BOURCART, EMBERGER, ZABORSKI. Ces deux derniers sont les auteurs du premier travail à caractère vraiment pédologique, traitant de la "transformation des grès de Rabat en sol climatique".

Devant l'intérêt que suscitaient ces travaux, MM. BOUDY et E. MIEGE ont tenté de constituer en 1937 une "Association Marocaine pour l'Etude des Sols" (A M E S) qui connût un succès rapide et groupait avant la guerre plus de 150 membres (géologues, ingénieurs, chimistes, agronomes, agriculteurs ...)

3°) A partir de 1936, le Centre de Recherches Agronomiques de Rabat s'organise pour entreprendre l'étude des sols, suivant les méthodes de la pédologie et recruta un pédologue (G. BRYSSINE). L'intérêt se portait surtout vers la reconnaissance des sols de périmètres d'irrigation, dont l'équipement débutait vers cette époque, comme la région de Sidi Slimane dans le Rharb et les Béni-Amir dans le Tadla.

On procéda surtout à la description des profils et à l'analyse des échantillons en vue de caractériser les types de sol.

Parallèlement, des recherches stationnaires furent entreprises, soit dans des cases lysimétriques pour étudier le régime hydrique de différents sols du Maroc, soit dans des buses pour établir l'effet des eaux salées sur les sols du Tadla. Dans ce but, un laboratoire d'études des sols a été créé au Centre de Recherches Agronomiques de Rabat en août 1939.

A la même époque, H. DEL VILLAR s'installa au Maroc pour continuer ses travaux sur les sols de ce pays et, en particulier, sur les sols des deux grands périmètres cités plus haut. En 1936, il présenta au Congrès d'Oxford une note sur la classification des sols.

La guerre de 1939-1944 mit un frein à toutes ces activités. Toutefois, malgré les difficultés matérielles les prospections continuèrent, ainsi que des études au laboratoire. Dès 1942 la reconnaissance des sols du futur périmètre irrigable des Doukkala a été entamée (G. GRILLOT et G. BRYSSINE).

A la fin des hostilités, la prospection des sols fut reprise sur une échelle plus vaste. En effet, la mise en valeur du pays, la création de nombreux et importants périmètres irrigables, l'accroissement nécessaire de la production agricole, la modernisation du paysan marocain, tout cela demandait que les sols soient préalablement reconnus et étudiés.

Au cours des années 1945-51, la Section d'Étude des Sols (ex-Laboratoire d'Études des Sols) du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat, sous la direction de G. GRILLOT, a prospecté les sols de la plaine des Triffa dans le Maroc oriental (G. BRYSSINE), le périmètre irrigable du Tadla (G. BRYSSINE et R. JAMINET), les périmètres des Doukkala (G. BRYSSINE et R. JAMINET) et d'El Kélaa des Srharna (G. BRYSSINE), ainsi que le Haouz de Marrakech (G. BRYSSINE et JAMINET) et le périmètre de l'Oued Massa au S du Souss. L'étude du régime hydrique des sols fut poursuivie (G. GRILLOT et G. BRYSSINE).

A l'Institut Scientifique Chérifien, H. DEL VILLAR réalisa un important travail cartographique, non encore publié.

Fin 1946, le C.N.R.S. détacha auprès du Centre de Recherches Agronomiques le Professeur CAVALLAR en vue d'établir la carte des sols du Maroc au 1/200.000. Avant son départ, il réalisa une carte générale à l'échelle du 1/1.500.000 et une maquette de la carte de la région de Rabat au 1/200.000.

Vers la même époque (1946-1951) différents services de l'Administration, autres que le Centre de Recherches Agronomiques, procédèrent de leur côté à des études de sols. Tels sont le Paysannat, pour lequel G. GAUCHER travailla dans la région des Triffa et plus tard dans le Tadla, la Division de la Mise en Valeur du Génie Rural (DMVGR), les Travaux Publics. Ils confièrent ces études à des organismes privés, tels que la Société Générale de Travaux d'Irrigation au Maroc (SOGETIM): travaux de S. TOUJAN dans le Tadla, de SOLDINI dans le Rharb et plus tard dans le Souss et dans le Périmètre de l'oued Massa .

En 1949-50 l'ancienne "Association Marocaine pour l'étude des sols" devient la "Section de Pédologie" de la Société des Sciences Naturelles du Maroc, sous la présidence de G. GRILLOT d'abord et de G. BRYSSINE ensuite. De 1950 à 1959 elle a fait paraître 14 tomes de ses travaux.

4°) A partir des années 1950 les travaux de Pédologie au Maroc s'intensifient. Ils changent en même temps leur caractère : les études de reconnaissance font place à des prospections systématiques plus détaillées. Le rôle des organismes privés, comme la SOGETIM, le Groupement Technique pour l'Aménagement des Terres (G.T.A.T.), et d'autres à qui les services publics confient les travaux de prospection, est assez important. D'une part, ils procèdent aux études directes de différents périmètres et d'autre part, ils détachent leurs ingénieurs auprès des services intéressés (au Centre de Recherches Agronomiques, notamment).

Ainsi à cette époque, le Centre de Recherche Agronomique continue sa reconnaissance des sols de différentes régions du Maroc : Rif et Pré-Rif par GILBERT et QUAIX de la SOGETIM, Rharb par P. DIVOUX du même organisme. En outre, il passe aux études plus détaillées de certaines régions : périmètre de Taroudant (R. JAMINET), zone côtière maraîchère (P. ROEDERER), plaines de Taddert et de Guercif (P. LANGLE et J. WILBERT de la SOGETIM), périmètre des Doukkala (A. FEODOROFF et J. WILBERT), Tadla (M. TAHIRI), Rharb (M. TAHIRI, ALAOUI, MAOUI).

A la même période une collaboration plus étroite entre les pédologues et les agropédologues a vu le jour, et sous l'impulsion de G. BRYSSINE, W. HUTTER, MAES, C. MICHEL et DECROUX une nouvelle orientation a été donnée à l'étude des techniques culturales, avec comme base les données pédologiques. En outre, des recherches sur les propriétés physiques des sols ont été entreprises (G. BRYSSINE).

A la Station de Recherches Forestières les travaux de G. de BEAUCHOUPS d'abord, puis ceux de B. LEPOUTRE (de l'ORSTOM) sur la régénération de la Cédraie et de la Subéraie, contribuent à la connaissance des sols sous forêt et, en particulier, mettent en relief l'importance du régime hydrique pour la croissance et la reproduction des essences forestières.

Diverses administrations (Division de la Mise en Valeur et du Génie Rural, Travaux Publics, Eaux et Forêts) font également faire des études d'agronomie générale ou d'agropédologie, en vue de l'irrigation ou de la conservation des sols. Ces études sont généralement confiées à la SOGETIM; elles se situent dans les régions suivantes :

Tadla (VELLUTINI, B. HEUSCH, M. ICOLE); Safs (S. TOUJAN); Moyenne Moulouya (cartes écologiques : A. PUJOS); Haouz de Marrakech (M. ENIKEFF, COHEN, NASSE); Souss (RENON, NASSE); Tétouan (VELLUTINI, J. GASC); Settat (M. QUENOT); Moyen-Atlas (A. PUJOS, B. HEUSCH); Rif (A. PUJOS); Doukkala (A. PUJOS, M. QUENOT), Rharb (LEROY); Triffa (B. HEUSCH); bassin des oueds Dadès et Draa (M. ENIKEFF, PLOUY et GASC).

Citons aussi les travaux sur le Souss (CUENOT) et sur la région de Meknès (R. LAGARDE).

Des études pédologiques sont faites aussi dans le cadre de l'établissement de cartes phyto-écologiques; ces cartes sont établies par des chercheurs du C.N.R.S. (France) détachés auprès de certains services de l'agriculture : Division de la Mise en Valeur et du Génie Rural d'abord, Institut National de la Recherche Agronomique ensuite. Dans ce cadre, citons les travaux de T. IONESCO, avec I. PERSOGLIO, dans les Doukkala et dans la zone côtière atlantique.

En 1954, la Division de la Mise en Valeur et du Génie Rural signe une convention avec l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer de Paris (ORSTOM) pour l'étude des sols de plusieurs secteurs irrigables. Un nombre important de cartographies pédologiques est alors réalisé, sous la direction de G. AUBERT. Ces études, à échelle moyenne ( du 1/100.000 au 1/20.000) sont situées dans trois régions :

Basse Moulouya (A. CHEVRON-VILLETTE, Ph. MAHLER, J.L. GEOFFROY, A. RUELLAN); Haouz de Marrakech (S. TOUJAN, Ph. MAHLER, J. CONCARET, E. BEN DRISS); Doukkala (A. CHEVRON-VILLETTE, S. TOUJAN).

5°) En 1961 l'Office National des Irrigations (ONI) nouvellement créé prend en charge l'étude systématique des possibilités de mise en valeur par irrigation. Les études pédologiques sont alors faites dans le cadre de Missions d'études générales, qui groupent des spécialistes de diverses disciplines : hydrogéologie, hydrologie, pédologie, agronomie, sociologie, économie, génie civil, et qui préparent des avant-projets d'aménagement intéressant la plupart des régions naturelles irrigables du Maroc.

L'ONI confie ses études de sol à une mission pédologique de l'ORSTOM. De nombreux travaux de cartographie des sols à échelle variée (du 1/100.000 au 1/5.000) sont alors faits, soit directement par les pédologues de l'ORSTOM, soit sous leur contrôle, par diverses sociétés privées. En même temps que la cartographie pédologique ces travaux sont orientés vers la réalisation de cartes d'aptitude à l'irrigation ou aux diverses cultures. Ces études intéressent les régions suivantes :

- Basse Moulouya (A. RUELLAN, C. MASSONI de l'ORSTOM; J.F. VIEUXTEMPS de la SCET; J. GASC, HUBSCHMAN et colla. de la SOGETIM);
- Haouz de Marrakech (G. PALLIX, J. PHILLIP, P. BRUGULIERE de la SCET);
- Doukkala (J.L. GEOFFROY de l'ORSTOM; H. MELONI de la Sté ELECTROCONSULT; BOURALY et PRUNIER de la SCET; BEN DRISS et ADNANE);
- Tadla (VELLUTINI, B. HEUSCH, RENON de la SOGETIM; P. BILLAUX et C. MASSONI de l'ORSTOM; BOUMANS et collab. de la Sté GRONTMIJ; C. STORK);
- Bassin du Loukkos (P. DESSUS, G. HERMANT, P. BRUGULIERES de la SCET);
- Tafilalt (O. JOVANOVIC, R. RADANOVIC, B. STEFANOFIC de la Sté ENERGOPROJEKT);
- Arrière-pays de Tanger (G. MIGNONI de la Sté ITALCONSULT).

A la suite des cartographies pédologiques, le Centre d'Expérimentation du Génie Rural, repris par l'ONI, étend ses activités à l'étude en stations expérimentales du dessalage et de la désalcalisation et au contrôle de l'évolution des sols irrigués. Citons en particulier les études faites dans le Zébra (A. RUELLAN).

Enfin, d'importantes études pédologiques ont été réalisées dans le cadre des Missions d'études générales confiées à la F.A.O.

- Mission DERRO dans le Rif Oriental, dans le cadre de l'Office National de la Modernisation Rurale (P. AVRIL)
- Projet du Sebou, dans le cadre de l'ONI, puis du Ministère de l'Agriculture, avec en particulier deux zones focales; le Rharb (J. EHRWEIN, B. HEUSCH, G. PALLIX, P. DESSUS) et la région de Fès-Meknès (D. COELUS, P. DESSUS).

6°) A l'initiative de M. EL GHORFI, la Sous-Direction de la Recherche Agronomique, devenue par la suite l'Institut National de la Recherche Agronomique, a entrepris de nouveau en 1958, l'établissement de la carte générale des sols à l'échelle du 1/200.000. Ce travail a débuté par la prospection pédologique systématique de différentes régions naturelles du Maroc atlantique.

- Rif (J. WILBERT), Pré-Rif (G. PAJOT et M. ICOLE),
- Région de Meknès-Fès (G. MISSANTE, R. WATTEEUW, G. PAJOT);
- Mamora (H. FARAJ),
- Région de Rabat et plateau central (R. WATTEEUW),
- Chaoufa et Doukkala (J. WILBERT),
- Plateau des phosphates (M. ICOLE),
- Tadla et Bahira (G. MISSANTE),
- Souss (R. WATTEEUW).

Ces travaux sont en cours d'exécution,

Au cours de la dernière décade on voit apparaître les premiers travaux sur la microbiologie des sols au Maroc (Mme I. BRYSSINE, A. SASSON).

Enfin, en 1962, un laboratoire de minéralogie des sols est organisé à l'INRA et commence, en collaboration avec le laboratoire de physique du Service des Mines et de la Géologie, l'étude minéralogique des argiles (U. SCHOEN, C. HESS).

## II.- LA CLASSIFICATION DES SOLS

Les premiers chercheurs (géographes, géologues, agronomes) qui visitèrent le Maroc à la fin du siècle dernier, et au début de ce siècle, ont utilisé les noms vernaculaires des fellahs marocains pour désigner les sols du pays. Tels sont les noms de tirs (sol lourd argileux, de couleur foncée), hamri (sol rouge, généralement argileux), r'mel (sable), harch ou harroucha (sol caillouteux), dess ou dehs (alluvions), faïd (alluvions limoneuses des Doukkala), merzag (sol sableux à concrétions ferrugineuses), etc... On rencontre ces appellations dans les travaux de BRIVES, GENTIL, et autres.

Ces noms ont été utilisés aussi par les agriculteurs européens qui se sont installés dans le pays et par les agronomes des services officiels. Les légendes des "cartes écologiques" établies en 1935/36 sont basées sur ces appellations. Sous l'impulsion de E. MIEGE alors Directeur du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat, G. BRYSSINE a entrepris des travaux pour rechercher la correspondance entre ces noms vernaculaires et les termes des classifications génétique ou "agrologique". La guerre a arrêté ces recherches.

Dès la création du Laboratoire Officiel de Chimie Agricole et Industrielle de Casablanca, les chimistes de ce laboratoire ont essayé de classer les terres analysées suivant leur composition élémentaire. Cette classification "agrologique" a été largement utilisée par les agronomes, officiels ou privés, dans leurs rapports. Elle a été utilisée par L. VALIN dans sa "Carte des sols du Maroc".

De son côté, E. HUGUET DEL VILLAR (1951) a proposé une classification dont la nomenclature voulait être d'utilisation universelle. L'auteur distinguait d'abord deux grands types de sol : type homocyclique "à métabolisme simple lié à un chimisme déterminé" et type "hétérocyclique à métabolisme variable". (J.P. DUPONT 1951).

Le premier type est divisé en cycles (sial ferrique, calcaire et sodique) et en secteurs (oxyhumique, siallitique, siallo-ferrique et allitique dans le cycle sialferrique; salin et alcalin dans le cycle sodique).

Les caractères chimiques du deuxième type (hétérocyclique) étant mixtes et variables, il faut avoir recours au régime hydrique et à la localisation des processus dans le profil pour pouvoir individualiser les sols et les réunir en groupes.

H. DEL VILLAR a beaucoup insisté sur l'importance du régime hydrique du sol : régime aéropédique (plus ou moins oxygéné, où l'eau et l'humidité se partagent les interstices du sol) et régime hypopédique (où "le milieu pédogénique" est l'eau").

Il divisait les processus de formation du sol en processus épipédiques, dus aux facteurs de surface, et hypopédiques d'origine profonde.

Les éléments suivants entraient dans sa classification : le stade, ou moment dans l'évolution (prématuré, mûr et posthume); la phase (naturelle ou agricole); la nature de l'humus, et les horizons du profil avec leurs caractères analytiques.

La classification de E. HUGUET DEL VILLAR était essentiellement génétique et donnait une large place à la nature et à l'origine des facteurs de pédogénèse. A ce titre elle garde encore un grand intérêt.

Pendant son séjour au Maroc, W. CAVALLAR a appliqué directement, pour ses travaux, les principes et les noms de la classification génétique russe (W. CAVALLAR, 1950).

La position de G. BRYSSINE en matière de classification est beaucoup plus nuancée. Il reconnut "qu'il est difficile de faire entrer les sols de la zone méditerranéenne dans les cadres des classifications actuelles. Ils font partie d'un ou de plusieurs types spéciaux de formation, d'ailleurs encore mal définis, des différents "sols rouges méditerranéens" (G. BRYSSINE, 1954). En attendant de pouvoir préciser ces types de formation, il leur donna provisoirement, soit des dénominations classiques, en se rappelant qu'ils appartiennent à la "série des sols rouges" d'après l'énergie climatique de transformation des roches" (G. BRYSSINE, 1949), soit des noms vernaculaires, en précisant leurs caractères pédologiques.

Comme base de classification il proposa les facteurs de la pédogénèse, en distinguant d'abord les sols de pédogénèse interne et les sols de pédogénèse externe, c'est-à-dire d'apport ou d'érosion (G. BRYSSINE 1956). Les facteurs de la pédogénèse sont divisés en 2 groupes : facteurs principaux (climat, végétation, régime hydrique), facteurs secondaires (roche-mère, relief, eaux souterraines, âge, action de l'homme).

A partir de 1950 surtout, et en partie sous l'influence des géographes et géologues qui étudiaient le Quaternaire, la plupart des pédologues du Maroc ont cherché à utiliser systématiquement, pour leurs cartographies, les données et les méthodes de la géomorphologie. On a ainsi mis en évidence les relations qui existent entre d'une part les types de sol, d'autre part, les formes du relief et l'âge des sédiments, en particulier dans les plaines alluviales. Les notions de sols fossiles, de paléopédogénèse, d'optimum climatique ancien pour la formation de certains types de sol (G. GAUCHER, 1948), ont pris une grande importance pour l'interprétation des observations de terrain (A. PUJOS, 1957). La classification des sols a été elle-même marquée par ces idées nouvelles, et dans certaines cartes les sols étaient classés d'après l'âge quaternaire de leur roche-mère.

Aujourd'hui les idées sur les climats anciens du Quaternaire et sur les pédogénèses fossiles qui leur correspondraient sont un peu différentes, plus nuancées (voir Chapitre I de la 1ère partie), mais les pédologues du Maroc ont gardé l'habitude d'étudier un sol en essayant de le placer dans son contexte géomorphologique et quaternaire, avec les héritages pédogénétiques que cela implique.

Depuis plusieurs années les pédologues de l'ORSTOM, travaillant au Maroc, ont utilisé, de leur côté, la classification de G. AUBERT et Ph. DUCHAUFOR, en suivant ses améliorations successives (G. AUBERT et Ph. DUCHAUFOR, 1956; G. AUBERT, 1965). EN 1962 elle a été également adoptée par l'INRA comme base de travail de la cartographie des sols. Cette classification est fondée sur les conditions et processus d'évolution des sols qui se traduisent par une morphologie particulière. On peut donc dire qu'elle est morpho-génétique.

\* Voir également G. BEAUDET, G. MAURER, A. RUELLAN, 1966)

La différenciation des classes et sous-classes tient compte des conditions d'évolution des sols et repose sur les caractères suivants : degré d'évolution, développement du profil, modes d'altération des minéraux, libération des sesquioxides, types et répartition de la matière organique, phénomènes fondamentaux tels que hydromorphie et halomorphie.

Les conditions du pédoclimat sont exprimées au niveau des sous-classes.

Les groupes sont définis par les processus d'évolution.

Les sous-groupes par l'intensité du processus ou l'apparition d'un ou plusieurs processus secondaires.

Les faciès concernent (parfois) des stades d'évolution ou des types intermédiaires.

Les familles font intervenir le matériau originel ou la roche-mère.

Les séries sont définies par des caractères morphologiques de détail ayant le plus souvent une importance dans l'utilisation des sols.

Les unités inférieures sont : le type, qui indique des variations (généralement de texture) à l'intérieur d'une série; la phase qui marque, à l'intérieur d'un type, des phénomènes transitoires ou de peu d'importance provoqués, par exemple, par la culture, la végétation naturelle, l'érosion.

La classification américaine enfin (U.S.D.A., 1960) bien qu'elle ne soit pas employée pour les travaux de cartographie des sols, est connue de plusieurs pédologues du Maroc; sa terminologie est parfois utilisée, parallèlement à celle de la classification française.

### III.- LES FACTEURS DE PEDOGENESE

Au Maroc, pays méditerranéen, les facteurs que l'on peut rendre responsables de la formation des sols sont les mêmes que partout dans le monde : le climat, la végétation, la roche-mère, le relief, l'érosion, l'homme. Cependant, et c'est là certainement une des originalités des régions méditerranéennes, la hiérarchie de ces facteurs, l'importance de leurs rôles dans la formation des sols, n'est pas la même que dans les pays tempérés ou tropicaux et si dans ces derniers le climat et la végétation sont souvent les facteurs principaux, c'est aux roches et au relief que reviennent, au Maroc, les rôles principaux dans la formation des sols.

#### A.- Les roches

L'influence des roches sur les types de sol est très grande; leur nature et leurs faciès sont très variés et contribuent en tout premier lieu à expliquer la grande diversité des sols du Maroc.

Les roches sont de tous types; parmi les plus importantes on peut citer : les roches cristallines précambriennes, les schistes variés du primaire, les calcaires de toutes natures et les dolomies, du Secondaire et du Tertiaire surtout, les marnes à montmorillonites du Crétacé et du Miocène, les argiles et marnes salifères gypseuses du Permo-Trias, du Crétacé et du Miocène, les grès rouges du Permo-Trias, les basaltes primaires et quaternaires, les alluvions quaternaires des plaines et plateaux. Les phénomènes tectoniques qui les ont affectées, particulièrement au cours de l'orogénèse alpine, et les phénomènes d'érosion qui ont suivi, font apparaître des séries de strates variées, qui se succèdent parfois sur de très courtes distances et auxquelles correspondent des sols de types différents (CHOUBERT G. 1955, 1956).

Parmi toutes ces roches cependant, les roches calcaires sont les plus importantes, non seulement par les surfaces qu'elles couvrent (sans doute près des 3/4 du Maroc), mais aussi par leur relief, car elles forment l'ossature de la plus grande partie des chaînes montagneuses, et aussi parce qu'elles ont contribué à la formation de la plupart des alluvions qui occupent les plaines et plateaux du Maroc.

Les roches en place, dans un climat méditerranéen dont l'énergie de transformation est assez faible (G. BRYSSINE, 1949) ont une influence déterminante sur le type de pédogénèse par leur composition chimique, leur dureté, leur perméabilité, leur résistance à l'érosion.

Les roches alluviales et colluviales meubles déterminent en grande partie, par leur texture, leur teneur en calcaire, leur composition minéralogique, leur âge dans le Quaternaire, la répartition des différents sols isohumiques, des vertisols de plaine, des sols peu évolués d'apport.

: B.- Le relief

Le relief est, avec les types de roches, un des facteurs qui a la plus forte influence sur les variations et la répartition des sols du Maroc.

Le Maroc a un relief très compartimenté, fragmenté, non seulement par son ossature montagneuse générale, mais également à une échelle plus petite. Les plaines et les plateaux sont sillonnés de lignes de flexure ou de faille. Les glacis et les terrasses quaternaires des vallées sont souvent délimités nettement par de véritables petites falaises. Les oueds, sauf dans les plaines littorales, entaillent leurs alluvions profondément. Sur presque tous les plateaux, dans le Maroc atlantique, oriental, ou présaharien, on trouve de nombreuses petites cuvettes fermées (dayas) d'origines diverses : karst, reste de réseau hydrographique, effondrement sur d'anciennes poches de gypse.

Tous ces reliefs, à échelles diverses, ont une influence sur la formation des sols. Le relief général agit surtout par l'intermédiaire du climat, fonction de l'altitude, et de l'érosion, fonction de la pente; il répartit également les alluvions qui formeront les roches-mères des sols de plaine. A l'échelle d'une vallée, l'exposition du versant peut modifier suffisamment le climat local pour changer les conditions de végétation et les phénomènes d'érosion : les versants exposés au S et au SE sont plus secs, moins couverts de végétation, plus érodés. A une échelle plus petite, dans les plaines, un changement de pente modifie les conditions de circulation interne de l'eau : le calcaire se déposera plus facilement en bordure d'un léger thalweg. Les dépressions fermées, les ondulations, même de très faible amplitude, changent totalement le pédoclimat, provoquant des phénomènes d'hydromorphie, des salures.

### C.- Le climat

L'action du climat méditerranéen n'est prépondérante que dans ses cas extrêmes : régions présahariennes où l'ablation et les apports éoliens marquent fortement le paysage, haute montagne où la gélification est générale, régions de montagnes humides même, où les sols évolués climatiques ont des caractères convergents quelles que soient les roches. Ceci cependant n'intéresse au Maroc que de faibles surfaces. Dans la plus grande partie du pays, l'effet du climat est subordonné au relief, aux types de roches, à la végétation, à l'action de l'homme, et il est souvent difficile, sinon impossible, d'établir une répartition des sols en fonction des macroclimats.

Le climat actuel est marqué par une forte variabilité interannuelle de la pluviosité dans la proportion de 1 à 4, par une concentration annuelle des pluies pendant quelques mois et, pendant cette période pluvieuse, par une répartition surtout discontinue des précipitations sous forme d'averses. Il est vraisemblable que ce climat (au moins le mésoclimat et le microclimat) a été aridifié, dans beaucoup de régions du Maroc, par les défrichements intensifs dus à l'homme et parfois très récents. Ce caractère contrasté, avec des alternances de forte humidité et de grande sécheresse, est à l'origine de la plupart des actions climatiques actuelles, pédologiques ou morphologiques.

Il crée des conditions favorables à un engorgement temporaire par l'eau, engorgement dont on voit la marque dans de nombreux types de sols : sols rouges, sols isohumiques, sols bruns calcaires, sols bruns tempérés ou méditerranéens. Cet engorgement peut s'effectuer dans les régions subarides, lorsqu'une topographie de plaine ou de dépression le permet; ainsi se forment des sols hydromorphes et des vertisols sur les bas plateaux de la Meseta côtière. Même dans les régions très sèches, arides ou sahariennes, les pointes de pluviosité peuvent occasionnellement réactiver et conserver des pédogénèses de ce type, formées anciennement sous un climat plus favorable.

L'influence du climat sur l'érosion est très forte. Dans les régions arides et semi-arides la végétation est rarement très dense et elle a tendance à s'éclaircir pendant les années les plus sèches. D'autre part, la couverture de plantes annuelles est presque inexistante à la fin de la saison sèche. Les premières pluies d'automne tombent sur des sols sans défense et produisent des érosions intenses. Les pointes de pluviosité peuvent par ailleurs mettre en action certains types d'érosion, comme les solifluxions, dans des régions où, en année normale, l'érosion est produite par le ruissellement.

Sauf dans les régions subhumides ou humides, ou dans le cas de roches-mères particulièrement perméables, un climat de ce type ne produit pas de lessivage important des sels dissous, d'une part parce que le sol n'est pas mouillé sur une grande épaisseur, et d'autre part à cause des remontées de sels qui se produisent pendant les périodes sèches, même en hiver; il y a donc généralement tendance à une accumulation dans le profil, en particulier pour le calcaire et pour les sels solubles.

Les fortes chaleurs d'été et d'automne, sur un sol laissé à nu ou mal couvert par les plantes, favorisent la destruction rapide de la matière organique.

A cette période chaude et sèche, il faut attribuer également la tendance à la rubéfaction qui marque plusieurs types de sol.

#### D.- L'âge des sols et les climats anciens

Dans beaucoup de cas, les sols montrent des profils dont les forts caractères d'évolution (rubéfaction, encroûtements très épais) ne paraissent pas compatibles avec les conditions climatiques actuelles. On connaît en effet, et on a pu mesurer dans certains cas, la lenteur ou la faiblesse de l'activité actuelle du climat. Ainsi dans les régions semi-arides, la pénétration de l'eau est souvent trop peu profonde pour avoir pu produire les encroûtements calcaires que l'on observe.

On se trouve alors devant un dilemme; ou bien le climat actuel n'est plus suffisant pour expliquer les sols que l'on voit, et il faut supposer que ces derniers se sont formés sous des climats anciens plus actifs, plus humides, que l'on attribue aux périodes du Quaternaire; ou bien c'est une question de durée et on est amené à admettre une pédogénèse extrêmement longue avec des phénomènes lents, à effets cumulatifs, ayant pu se produire sous un climat analogue à celui que l'on constate actuellement. Suivant les régions l'une ou l'autre hypothèse est valable. En région aride, il est évident que certains phénomènes comme les encroûtements, les croûtes, certaines rubéfections non lithochromes, ne sont pas le résultat d'un climat du type actuel. Par contre, dans certaines régions semi-arides et sub-humides, les pédogénèses peuvent être produites par le climat actuel à condition de faire intervenir le facteur temps.

En tous cas, ce qu'on peut affirmer, c'est que les pédogénèses climaciques du Maroc (sols rouges méditerranéens, sols isohumiques, croûtes calcaires), sans être forcément toutes fossiles, sont certainement très anciennes, c'est-à-dire que leur évolution a commencé depuis très longtemps, généralement plusieurs dizaines de milliers d'années.

Par ailleurs, même s'il y a eu des changements climatiques au Quaternaire, il semble bien que les climats anciens sont toujours restés du type méditerranéen.

### E.- La végétation

La végétation climacique, en équilibre avec le climat actuel, n'existe plus qu'en de rares régions : montagnes, zones arides ou subdésertiques. Ailleurs elle a été complètement modifiée par l'action de l'homme; en particulier les végétations de forêt, matorral, erme, steppe des plaines et plateaux arides à subhumides se subsistent plus que par places et sont généralement dégradées ou détruites. Les sols gardent donc, dans leurs caractères morphologiques, la trace de l'action d'une végétation ancienne complètement différente de celle que l'on voit aujourd'hui, végétation qui pouvait exister encore il y a quelques dizaines d'années. Il est donc souvent difficile de voir clairement quelle a été l'influence de la végétation sur la pédogénèse des sols du Maroc. Le rôle des systèmes racinaires et de la matière organique résiduelle dans la formation des sols isohumiques subtropicaux, en particulier, est mal défini.

Sauf dans les trop rares régions où subsiste une forêt ou un matorral, la végétation a un caractère de fugacité, lié au climat. Pendant plusieurs mois, du début de l'été au milieu de l'automne, les plantes annuelles desséchées laissent le sol pratiquement à nu, ce qui permet à l'érosion de se manifester avec force.

### F.- L'action de l'homme

L'action de l'homme est visible presque partout, ancienne ou récente, se traduisant souvent par une dégradation érosive des sols, et modifiant parfois les conditions de pédogénèse.

L'érosion est augmentée ou provoquée par diverses activités humaines, en particulier :

- les exploitations abusives des forêts, allant jusqu'à leur disparition complète dans un climat méditerranéen qui, par lui-même, est peu favorable à leur régénération spontanée,

- les défrichements et mises en culture qui s'étendent de plus en plus sur des pentes fortes;

- le surpaturage qui non seulement dégrade et éclaircit la végétation mais provoque en outre, soit un tassement du sol qui diminue l'infiltration de l'eau de pluie et favorise le ruissellement, soit, surtout sur les jachères, une pulvérisation des couches superficielles du sol, qui permet l'ablation éolienne de particules fines.

Depuis quelques dizaines d'années toutefois des travaux importants ont été réalisés, surtout par les services forestiers, pour la défense et la restauration des sols par des banquettes en courbes de niveau et pour la replantation et la régénération des forêts.

La culture motorisée, spécialement le labour par disques, tasse le sol en profondeur, diminue l'infiltration et provoque un élargissement et une compaction de la structure superficielle par hydromorphie, même lorsque le sol n'est pas irrigué.

La mise en culture après défrichement entraîne une baisse de la teneur en matière organique.

Les labours, les scarifiages profonds faits dans le but d'extirper les croûtes, provoquent fréquemment une recalcarisation des horizons supérieurs.

L'irrigation intensive peut avoir des effets favorables, en particulier une certaine remontée du taux de matière organique; mais si elle est mal conduite elle contribue encore à dégrader le sol, soit par un lessivage des éléments fertilisants, soit par une compaction suivie d'hydromorphie, soit par une salure lorsque le niveau de la nappe phréatique n'est pas contrôlé par un drainage suffisant ou lorsqu'une eau salée est utilisée avec de mauvaises méthodes d'irrigation.

Dans certaines régions, par exemple le Rharb, des travaux importants d'assainissement changent les conditions pédoclimatiques et des sols formés en milieu très humide évoluent maintenant dans des conditions plus sèches.

### G.- L'érosion par l'eau

Ce sujet a déjà été traité en détail dans le chapitre I de la 1ère partie. L'érosion par l'eau résulte des conditions de climat, de végétation et de relief, parfois du type de roches. Elle est aggravée par le déséquilibre que l'homme introduit dans le milieu naturel. Elle affecte à des degrés divers, et sous des formes variées de ruissellement et de solifluxion, la plupart des régions du Maroc à relief un tant soit peu accentué (G. BEAUDET et al. 1964).

Dans les cas les moins graves il se produit un départ des particules fines (argiles, limon, matière organique) de l'horizon superficiel du sol, qui devient plus sableux.

A un degré plus avancé, il se forme des sols peu évolués d'érosion, des lithosols et régosols. Sur les pentes s'organisent des chaînes et séquences de sols; sur les piedmonts et dans les vallées, des recouvrements de sols, des superpositions de dépôts, prolongent ceux qui ont été légués par les diverses époques du Quaternaire.

D'énormes surfaces sont ainsi stérilisées ou en voie de l'être, en particulier dans les régions à roches peu résistantes : Rif, Prérif, Haut-Atlas, plateau central, etc... Beaucoup de terres, cultivées sur des pentes même faibles, sans techniques de protection, voient leur fertilité diminuer au fur et à mesure que leur horizon superficiel s'amincit.

## IV.- LES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS DU MAROC ET LEUR REPARTITION

Les pédogénèses qui ont formé et forment encore les sols du Maroc, et dont les facteurs viennent d'être rappelés, sont multiples et souvent complexes. On passera en revue maintenant les types de sols qu'elles produisent, en commençant par les plus fréquents et les plus importants dans ce pays : les sols isohumiques méditerranéens ou subtropicaux, les sols rouges méditerranéens, les sols calcomagnésimorphes, les vertisols, les sols hydromorphes, les sols bruns à mull, les sols halomorphes. En y ajoutant les sols d'érosion, les sols peu évolués d'apport et les sols des régions désertiques, on aura fait le point des connaissances actuelles sur la question.

Les noms scientifiques de sols qui seront utilisés dans les paragraphes suivants sont ceux de la classification de G. AUBERT (1965)

#### A.- Les sols isohumiques

Il s'agit, au Maroc, de sols isohumiques des régions méditerranéennes ou subtropicales (sous-classe 3), à complexe adsorbant saturé et évoluant sous un pédoclimat frais en saison pluvieuse.

Ces sols sont caractéristiques des plaines et plateaux du Maroc atlantique et oriental, au climat méditerranéen subaride ou aride (250-500 mm de pluie), dont on peut dire qu'ils constituent les sols zonaux; ils s'étendent même, mais de façon plus sporadique, aux plaines et plateaux du domaine présaharien.

Ils sont formés essentiellement sur des alluvions ou colluvions du Quaternaire, ancien, moyen ou récent, à l'exclusion toutefois des dépôts du Rharbien récent ou subactuel. De ce fait, en de nombreux endroits les sols isohumiques ont des profils complexes, montrant des superpositions de roches-mères et des pédogénèses surimposées ou superposées.

Les sols de la sous-classe isohumique subtropicale ont en commun un faisceau de caractères qui les sépare nettement des autres sols du Maroc, bien que chacun de ces caractères, pris isolément puisse se retrouver dans d'autres types de sol. Ce sont : une argilisation en profondeur; une faible rubéfaction; un profil organique isohumique, c'est à dire une matière organique pénétrant profondément le sol en décroissant lentement et régulièrement; une faible teneur en matière organique, ne dépassant que rarement 3 % en surface, un profil calcaire comportant normalement une décalcarisation en surface et une accumulation en profondeur; une individualisation du calcaire en profondeur sous forme de concrétions de divers types.

Parmi ces caractères, les deux derniers, concernant le profil calcaire et l'individualisation du calcaire en profondeur, sont les plus apparents au point de vue morphologique.

On distingue deux groupes parmi ces sols, les sols châtaîns et les sols bruns, qui typiquement, se différencient de la façon suivante:

- Les sols châtaîns isohumiques subtropicaux sont plus argileux, plus rubéfiés; ils sont totalement décalcarisés en surface; leur structure est prismatique en profondeur; leur accumulation de calcaire par rapport à la roche-mère est importante.

- Les sols bruns isohumiques subtropicaux restent souvent calcaires en surface et sont moins rubéfiés; leur structure est polyédrique en profondeur; leur accumulation de calcaire est généralement moins forte.

Ces deux groupes sont eux-mêmes subdivisés en plusieurs sous-groupes suivant l'intensité de développement du sol, ou en tenant compte de caractères annexes :

- . sols modaux, dans lesquels l'individualisation du calcaire se fait sous forme d'amas, granules et nodules;

- . sols peu développés, où l'accumulation et l'individualisation du calcaire sont faibles;

- . sols vertiques, dont la structure devient grossière et compacte, en liaison avec la présence ou la néoformation d'argile gonflante;

- . sols encroûtés, dans lesquels le calcaire s'individualise sous forme de croûte à la partie supérieure d'un horizon fortement calcaire;

- . sols hydromorphes à taches et concrétions ferrugineuses; on les trouve surtout chez les sols châtaîns; ils sont liés à une position topographique basse et, parfois, à un ensablement superficiel (région des Doukkala);

- . sols salés et alcalisés, fréquents surtout chez les sols bruns et plus souvent en profondeur que dans l'ensemble du profil.

Un troisième groupe, celui des Siérozem subtropicaux a été parfois reconnu et cartographié au Maroc. Il comprend des sols, situés dans les régions à climat méditerranéen aride, dont les caractères d'évolution sont peu marqués; en particulier le gradient du calcaire est très faible. La tendance actuelle est de ne plus utiliser ce groupe et de ranger ces sols, soit parmi les sols bruns peu développés, soit parmi les sols peu évolués subdésertiques dont il est généralement difficile de les distinguer.

Les caractères morphologiques et analytiques des sols isohumiques du Maroc ont été décrits dans de nombreux rapports et depuis longtemps on a cherché à les définir avec précision (G. BRYSSINE, 1954) Leur étude a été favorisée par le fait qu'ils constituent la majeure partie des sols irrigables.

Les sols isohumiques encroûtés et d'une façon plus générale les croûtes et encroûtements calcaires, qui paraissent liés surtout à ce type de pédogénèse, ont une importance très grande. Ils posent de nombreux problèmes, aussi bien sur le plan scientifique en ce qui concerne la genèse des croûtes, que sur le plan pratique pour leur utilisation agronomique et leur amélioration. De nombreuses études leur ont été consacrées au Maroc par des géographes, des géologues ou des pédologues (M. GIGOUT, 1960; G. GAUCHER, 1948; J. WILBERT, 1962; G. BEAUDET, G. NAURER, A. RUELLAN, 1966).

Une mise au point sur les caractères, les facteurs et processus de formation et la classification des sols isohumiques et des croûtes a été récemment faite par A. RUELLAN (1966). Parmi les conclusions et hypothèses indiquées par cet auteur certaines seront résumées ici très brièvement.

Il y a un certain parallélisme général entre le degré d'évolution des sols isohumiques et le climat actuel; les sols châtaîns et les sols bruns peu calcaires sont plus fréquents, en moyenne, dans les régions plus humides; plus on va vers les régions arides, plus fréquemment les sols bruns sont calcaires et peu développés.

Dans une même zone climatique, cependant, on trouve côte à côte les divers types de sols isohumiques. Leur répartition est alors étroitement liée aux caractères des roches-mères alluviales et colluviales, en particulier à leur teneur en argile et en calcaire. Les sols châtaîns se forment ainsi de préférence sur les dépôts argileux peu ou pas calcaires. Ces caractères des alluvions sont liés, évidemment, aux caractères des sols ou des roches tendres des zones montagneuses situées en amont, sols ou roches qui ont été érodés et transportés dans les plaines. En particulier les sols châtaîns se forment fréquemment sur des sols rouges transportés, et leur rubéfaction est alors un caractère hérité.

Il y a parallélisme entre le degré de développement des sols isohumiques et l'âge des alluvions. Ceci vaut pour tous les caractères cités précédemment, sauf pour le profil isohumique qui peut se développer sur des alluvions récentes. Ce parallélisme du développement et de l'âge est très caractéristique pour les phénomènes d'accumulation et d'individualisation du calcaire : dans une région donnée, le faciès des accumulations de calcaire est en bonne relation avec l'âge des dépôts du Quaternaire.

Les sols isohumiques évolués sont des sols anciens formés en climat méditerranéen semi-aride, sous une végétation climatique dont on sait maintenant qu'elle était surtout une forêt ou un matorral. Cette végétation par son système racinaire profond, peut expliquer

La répartition profonde de la matière organique; par contre, la faible teneur en matière organique que l'on constate actuellement dans l'horizon superficiel du sol serait un caractère de dégradation, dû au défrichement assez récent et à la culture. Le système racinaire est aussi, par l'assèchement local qui provoque, un des facteurs de l'accumulation du calcaire.

Ces sols anciens ne sont pas forcément fossiles. Certains de leurs caractères le sont, en particulier les croûtes calcaires qui, sauf dans des cas spéciaux, ne semblent pas s'être formées postérieurement au Tensiftien; mais dans les régions à climat actuel subaride ces sols peuvent continuer leur évolution, à condition que subsiste la végétation climacique, ou une végétation de remplacement assurant un pédoclimat analogue.

Pour expliquer les accumulations de calcaire, le lessivage vertical est souvent suffisant et, hors la présence d'une nappe phréatique battante, il faut supposer l'existence d'un apport oblique de calcaire par une circulation interne d'eau provenant des régions situées en amont. Ceci est nécessaire en particulier lorsque les sols sont formés sur une alluvion peu ou pas calcaire.

Bien que la comparaison ne soit pas valable de façon absolue puisque les conditions de roche-mère et de topographie sont différentes, on peut cependant considérer la pédogénèse isohumique, en climat méditerranéen, comme un type d'évolution intermédiaire entre la pédogénèse des sols rouges et bruns méditerranéens et celle des sols peu évolués subdésertiques. Ceci est particulièrement net en ce qui concerne la dynamique du calcaire, les sols rouges méditerranéens étant caractérisés par un départ total du calcaire, les sols isohumiques par une conservation partielle ou par un apport de calcaire, les sols peu évolués subdésertiques par une quasi absence des mouvements de calcaire.

### B.- Les sols rouges et bruns méditerranéens

Les sols à sesquioxydes fortement individualisés, de la sous-classe des sols rouges et bruns méditerranéens (formation en milieu calcaire ou calcique, individualisation des seuls oxydes de fer, complexe d'échange restant presque saturé), sont largement répandus au Maroc sous des climats actuels très variés, allant du méditerranéen aride au méditerranéen humide.

Contrairement aux sols isohumiques ce sont, avant tout, des sols formés sur des roches en place. On les trouve en majorité dans les régions montagneuses, sous une végétation climacique forestière.

Ils ne sont typiques que lorsque la forêt existe encore, montrant alors dans leur profil un horizon organique bien différencié. Lorsque la forêt est dégradée, ils sont érodés et ne subsistent que par taches, associés à des lithosols, à des sols rendziniformes, à des sols peu évolués de pente qui conservent une couleur rouge.

Ces sols généralement situés dans des régions à pente forte et non cultivées ont été assez peu étudiés au Maroc.

Ils se forment sur une gamme de roches variées : calcaire dur, grès dunaire à ciment calcaire, schiste calcaire, schiste, basalte et andésite, grès et sable siliceux ferrugineux, granite.

Les zones les plus étendues et les plus homogènes de sol rouge méditerranéen sur calcaire sont situées dans les régions montagneuses du Maroc, sur calcaire ou dolomie surtout jurassiques; ce sont le Causse moyen-atlasique, le Moyen Atlas plissé, le versant atlantique du Haut Atlas calcaire dans sa moitié occidentale, la dorsale calcaire du Rif, la chaîne des Béni Snassène. Le climat dans ces régions est méditerranéen humide ou subhumide, parfois semi-aride; la pluviosité peut atteindre 1500 mm dans le Rif, elle n<sup>e</sup> descend pas en dessous de 450 mm dans les Béni Snassène et le Moyen Atlas.

Une autre zone assez homogène de sol rouge se trouve sur les bandes de grès calcaire dunaire (Sahel) qui bordent le littoral atlantique depuis l'embouchure de l'oued Loukkos au N (climat subhumide, 500-700 mm de pluie), jusqu'à l'embouchure de l'Oum er Rbia au S (climat semi-aride, 350-500 mm).

Dans ces diverses régions les sols appartiennent généralement au groupe des sols rouges méditerranéens lessivés, à teneur en argile augmentant en profondeur; en outre, ils sont parfois encroûtés, présentant au-dessus de la roche-mère un horizon à concrétions calcaires. Dans le Moyen Atlas les sols rouges sont souvent associés à des sols bruns méditerranéens qui en diffèrent par leur très faible rubéfaction.

Dans les régions les moins sèches de l'Anti-Atlas, au climat semi-aride ou aride (250 à 500 mm de pluie), on trouve des restes de sol rouge méditerranéen très érodé sur les calcaires Géorgiens (Cambrien).

Les sols rouges méditerranéens sur schiste non calcaire sont également des sols de montagne. On les trouve dans le Rif, le Plateau Central, les entailles d'oueds de la Meseta côtière, sous un climat semi-aride à subhumide (500-1000 mm de pluie). Ils y sont associés à des sols bruns appartenant soit à la classe des sols à mull des régions tempérées, soit à celle des sols à sesquioxydes. Ils sont généralement érodés.

Il existe également de nombreux restes de sol rouge sur schiste dans des massifs montagneux au climat actuel surtout aride, entièrement déboisés et fortement érodés : chaîne des Jbilète, massif des Rehamna, où la pluviosité est de 250-400 mm.

Des sols rouges et bruns méditerranéens sur basalte quaternaire existent dans le Causse moyen-atlasique (600-1000 mm) et dans le Saïs (500-600 mm de pluie) il en est de même sur les andésites des massifs volcaniques miocènes de la côte méditerranéenne : Jebel Sebt (400-700 mm).

Des sols rouges lessivés se forment sur "les sables fauves" siliceux ferrugineux du Villafranchien qui affleurent dans le plateau de Meknès (500-600 mm de pluie).

Sur des granites, dans l'Anti-Atlas et dans le plateau central, on a reconnu des phénomènes de rubéfaction, sinon de véritables sols rouges méditerranéens.

Enfin, il existe dans les régions présahariennes des dunes rubéfiées dont la couleur n'est peut-être pas uniquement lithochrome.

On voit, d'après les pluviométries qui ont été citées, que ces sols se trouvent actuellement au Maroc sous des conditions de pédoclimat très diverses. La question de l'ancienneté ou de la formation actuelle des sols rouges n'est pas résolue. Il est vraisemblable que ceux des régions arides sont fossiles. Il faut cependant nuancer les hypothèses suivant la nature de la roche-mère : il est possible que sur une roche-mère à faible teneur en calcaire (grès, schiste) ou très perméable (sable) la formation des sols rouges puisse se faire sous un climat assez aride.

En dehors des sols rouges en place, on trouve dans les plaines et plateaux intérieurs des surfaces importantes de sols rubéfiés qui se sont formés sur des dépôts du Quaternaire, généralement soltaniens, amiriens et villafranchiens, et peut-être aussi sur des dépôts plus anciens (Pontien). Dans la plupart des cas il semble bien

qu'il s'agit d'une rubéfaction héritée, la roche-mère étant un dépôt lithochrome, c'est-à-dire provenant de l'érosion et du transport d'un sol rouge de montagne ou d'une roche meuble rouge. Cependant, lorsque ce dépôt recouvre un calcaire dur lapiazé il est possible que ce dernier ait participé aussi à la formation du sol.

La pédogénèse qui a affecté ces dépôts de plaine se rapproche généralement plus du type isohumique que du type rubéfiant.

De tels sols, appelés "Hamri", existent dans la plupart des plaines intérieures, sous un climat actuel semi-aride (Saïs, Basse-Moulouya, Doukkala) ou même aride (Tadla, plateau des phosphates, Haouz de Marrakech : 300-400 mm de pluie). Ils sont tous cultivés. Leurs caractères étant intermédiaires entre ceux des sols isohumiques et ceux des sols à sesquioxides, ils ont été classés, suivant les auteurs, soit en sols rouges méditerranéens à caractères isohumiques, soit en sols châtaîns isohumiques sur roche-mère rouge.

#### C.- Les sols calcomagnésimorphes

Les sols calcomagnésimorphes sont essentiellement formés sur des roches calcaires ou dolomitiques en place, à pente plus ou moins forte, ou sur des dépôts de pente recouvrant ces mêmes roches.

On ne range pas dans cette classe les sols formés sur des alluvions calcaires : suivant leur degré d'évolution ils font partie soit des sols peu évolués d'apport, soit des sols isohumiques. Les sols calcomagnésimorphes se caractérisent, en effet, par une décalcarisation partielle relativement à la roche-mère, ce qui les différencie des sols peu évolués, et par l'absence d'accumulation et d'individualisation du calcaire, ce qui les différencie des sols isohumiques.

Ceci suppose d'une part une attaque de la roche-mère dans un milieu pédoclimatique suffisamment humide, provoquant un départ de calcaire, d'autre part le maintien d'un certain taux de calcaire dans le sol. Sur une roche calcaire tendre, à pente plus ou moins forte, ces conditions sont réalisées dans n'importe quel climat;

en climat humide, la pente favorise l'érosion lente de l'horizon superficiel et la mise à jour progressive des couches profondes plus calcaires; en climat plus aride la décalcarisation est faible et peu profonde. Sur un calcaire dur, de tels sols ne se forment pas lorsque la pluviosité et la végétation permettent la pédogénèse des sols rouges méditerranéens; ils se forment par contre, d'une part lorsque la pluviosité est faible, d'autre part lorsque la dégradation de la végétation, en région humide, provoque une érosion qui permet la formation de dépôts de pente calcaires assez stables pour qu'une pédogénèse s'y produise.

En fait on trouve des sols calcomagnésimorphes, au Maroc, pratiquement partout où il y a des roches calcaires en place, c'est-à-dire dans la plus grande partie du pays. Les seules régions du Maroc où il n'y ait pas de calcaires sur de vastes surfaces sont : le Plateau Central, une partie de la Meseta côtière, une partie du Rif (schistes), le Haut Atlas occidental (roches cristallines arides et schistes), une partie de l'Anti-Atlas (roches cristallines acides, roches volcaniques, schistes, quartzite), les Rehamna et les Jbilete (schistes).

Dans les régions à calcaire dur, les sols calcomagnésimorphes sont rares lorsque les conditions de climat et de végétation permettent la formation des sols rouges; c'est le cas par exemple du Causse moyen atlasique. Ils sont au contraire fréquents et associés à des lithosols et à des sols peu évolués de pente lorsque la végétation est dégradée, c'est le cas par exemple du Rif et du Haut Atlas calcaire sur son versant méridional.

Dans les régions à calcaire tendre ils sont dominants, associés à des sols peu évolués d'érosion, à des régosols et, lorsque la roche et le climat le permettent à des vertisols.

Parmi les sols de la sous-classe rendziniforme (sous-classe 1) le groupe des rendzines vraies, à structure grumeleuse ou grenue, est peu représenté au Maroc. Ces sols n'existent que lorsqu'une végétation naturelle de forêt ou de matorral est conservée, fournissant de là matière organique en quantité suffisante. On a ainsi reconnu des rendzines grises typiques sur des calcaires crayeux sénoniens de la bordure S du Haut Atlas, sous une steppe arborée d'Arganiers. La formation des rendzines est également favorisée par certaines roches-mères, comme les marnes sableuses sahéliennes. Par ailleurs, lorsqu'un sol sur calcaire dur est peu épais, cela se traduit généralement par une teneur en matière organique assez forte qui permet la formation d'une structure de rendzine.

Un cas particulier est celui des rendzines dolomitiques qui se développent, dans le Moyen-Atlas, sur des dolomies à faciès sableux et sous une végétation forestière.

Le groupe des rendzines à horizons est beaucoup plus répandu, avec surtout des sols bruns calcaires à structure polyédrique ou prismatique en profondeur. Sur les marnes tortoniennes ces sols ont souvent des caractères vertiques. Un type particulier de formation est celui des sols bruns calcaires sur croûte calcaire, qui se développent soit dans l'horizon supérieur d'un sol brun isohumique encroûté, soit aux dépens de la croûte elle-même.

On a cartographié par ailleurs des sols "bruns calciques", dont l'origine est mal élucidée. Il s'agit de sols non calcaires mais à complexe adsorbant saturé, à structure de rendzine, de couleur noirâtre, formés sur des grès dunaires siliceux à ciment calcaire. On les trouve surtout dans le Sahel de la côte atlantique, en association avec des sols rouges méditerranéens.

Les sols de la sous-classe à accumulation gypseuse (sous-classe 2) sont très rares au Maroc. On a cartographié des sols à encroûtement gypseux dans le Maroc oriental, sur les terrasses de l'oued Za.

#### D.- Les vertisols

Les vertisols ou "tirs" couvrent des surfaces importantes dans le Maroc atlantique, c'est-à-dire dans un triangle limité au N par la crête dorsale du Rif, à l'E et au S par le Moyen Atlas et le Haut Atlas, à l'W par l'Océan Atlantique.

Dans cette zone elle-même, leur importance va en diminuant du littoral à l'intérieur du pays. Les bas plateaux littoraux (Doukkala, Chaouia, Zaer), les plaines côtières (Rharb et vallées adjacentes) et les collines du NW du Maroc en portent de vastes étendues. Les plateaux et plaines intérieures de Fès-Meknès, du Tadla et du Haouz n'en ont plus que des taches, de faible superficie, qui sont généralement localisées au piedmont des chaînes atlasiques. Seule fait exception l'auréole des collines pré-riifaines, sur lesquelles les tirs sont fréquents, vers l'E, jusqu'à la latitude de Taza.

Les tirs du Maroc ont fait depuis longtemps l'objet de nombreuses études concernant leurs caractères physiques particuliers, les facteurs et processus de leur pédogénèse, leurs qualités et défauts agricoles. Récemment des études et mises au point importantes ont été publiées (G. BRYSSINE, 1965; J. WILBERT, 1965; C. HESS et U. SCHOEN, 1964).

Les caractères physiques et analytiques des vertisols sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les décrire ici. Ils sont d'ailleurs étudiés en détail à propos de certains profils présentés dans la région de Fès et dans le Rharb.

On en distingue plusieurs types, d'après le degré de développement de leurs caractères vertiques et d'après leur position topographique et leur roche-mère.

### 1°) Les vertisols topo-litohomorphes (sous-classe 1)

Formés en zones planes ou déprimées sur des alluvions contenant de l'argile montmorillonitique, <sup>ils</sup> ont presque toujours au Maroc une structure large dès la surface. On y distingue, au niveau du sous-groupe :

- des sols modaux, qui comprennent des tirs noirs et des tirs gris, dont la différence paraît provenir de l'âge de la roche-mère, les tirs gris se formant sur des alluvions plus récentes;

- des sols à caractères vertiques moyennement développés, ou sols tirsifiés, dans lesquels on a parfois différencié, à côté de sols ayant une couleur gris-foncé typique, des tirs rouges et des tirs bruns; il existe aussi des sols tirsifiés sur croûte calcaire, à profil généralement peu épais; ces différenciations proviennent de caractères de la roche-mère ou du substratum : la couleur rouge par exemple est un caractère hérité, attribuable soit à une pédogénèse ancienne à laquelle s'est surimposée la pédogénèse verticale, soit à un dépôt lithochrome.

- des vertisols hydromorphes, à taches et concrétions ferrugineuses, formés dans des zones marécageuses en voie d'assèchement : tirs de merja.

Tous ces types de vertisol se trouvent dans les plaines et plateaux du littoral ou de l'intérieur qui ont été cités précédemment. Ils y sont fréquemment associés à d'autres sols avec lesquels ils forment des séquences liées à la topographie. Ainsi, dans la plaine du Rharb, depuis le bourrelet alluvial qui borde les oueds et jusqu'à la zone déprimée de l'interfluve, la succession des sols est régulièrement la suivante : sol peu évolué d'apport modal, puis verticale, vertisol modal, vertisol hydromorphe. Sur les alluvions anciennes des bas plateaux littoraux et des plaines intérieures les vertisols passent latéralement à des sols châtaîns isohumiques modaux ou vertiques, et parfois à des sols hydromorphes à taches et concrétions.

2°) Les vertisols lithomorphes se sont formés sur des pentes et généralement aux dépens de roches en place ou de colluvions de piedmont. On les appelle au Maroc "tirs de coteau"

On les trouve surtout sur des marnes riches en Montmorillonite du Tortonien (Miocène marin) et du Crétacé supérieur et ils sont localisés essentiellement dans les collines du Pré-Rif, formant un vaste croissant depuis Taza jusqu'à Tanger.

On trouve aussi des tirs de coteau sur les basaltes ou dolérites du Permo-Trias (Moyen-Atlas, bordures du Plateau Central).

Les tirs de coteau sur marne sont en général moyennement développés. Les flancs des collines pré-rifaines, depuis le sommet jusqu'à la vallée, portent généralement une séquence de sols peu évolués d'érosion, sols bruns calcaires, vertisols lithomorphes moyennement développés, vertisols topo-lithomorphes modaux.

La localisation des tirs dans le Maroc atlantique fait penser à une relation avec le climat. En effet la tirsification, sur une roche-mère à argile gonflante, suppose une possibilité d'engorgement temporaire par l'eau, possibilité qui dépend elle-même de la pluviosité et de la topographie.

En réalité cependant, les climats actuels sous lesquels on trouve ces sols sont très variés, allant du climat méditerranéen sub-humide au climat méditerranéen aride, en passant par le subaride, (Ch. SAUVAGE, 1963). Comme ces climats existent dans d'autres régions que le Maroc atlantique, il est évident que la localisation des tirs est liée en premier lieu à la présence ou à l'absence de roches-mères à argile gonflante. A l'intérieur du Maroc atlantique toutefois, le problème se pose de savoir si les tirs évoluent encore actuellement ou sont anciens. La réponse doit être nuancée, et J. WILBERT (1965) donne les conclusions provisoires suivantes :

Les tirs de cotéau, qui se trouvent au Maroc dans des régions à pluviosité supérieure à 400-450 mm, avec des maxima de 800-900 mm, peuvent se former actuellement. Leur formation est toutefois limitée en altitude par l'abaissement de température; il semble en effet que lorsque la température minimale moyenne du mois le plus froid est inférieure à 4°C, la tirsification ne se produise plus.

Les tirs de plaine se trouvent dans des régions à pluviosité plus variée, allant surtout de 350 à 600 mm, avec des extrêmes de 250 et 800 mm. Au-dessous de 400 mm la tirsification paraît être un caractère hérité, qui se conserve ou se dégrade suivant les conditions locales, parmi lesquelles interviennent notamment la topographie et l'humidité de l'air.

### E.- Les sols hydromorphes

Les sols hydromorphes existent partout au Maroc, lorsque les conditions locales de topographie le permettent, mais ils ne sont largement représentés que dans le Maroc Atlantique, où ils sont surtout localisés sur les bas plateaux littoraux de la Méséta côtière, sur le pourtour de la plaine du Rharb, et dans le Plateau Central.

Dans la Méséta côtière, le sol hydromorphe le plus caractéristique, qui couvre des surfaces importantes sur les bas plateaux des Zaer, des Zemmour, des Doukkala et de la Chaouïa, est un sol hydromorphe minéral à pseudogley de profondeur, à taches et concrétions ferrugineuses, appelé localement "Merzag". Ce sol, non calcaire et légèrement acide, montre, typiquement, un horizon supérieur sableux, un horizon inférieur argileux, et une zone intermédiaire contenant une forte proportion de pisolithes ferrugineux (G. BRYSSINE, 1954). L'origine de ces sols est complexe; la forte différence de texture entre les deux horizons a été expliquée soit par un lessivage de l'horizon supérieur (J. WILBERT, 1962), soit par un apport sableux qui aurait recouvert un dépôt argileux.

Sur le pourtour des "dayas", ou petites dépressions temporairement inondées, qui sont fréquentes sur ces mêmes plateaux littoraux, il se forme des sols hydromorphes minéraux à ~~serapace~~ ferrugineuse.

Il peut sembler curieux de trouver des sols hydromorphes sous un climat méditerranéen semi-aride comme celui de la Méséta côtière, avec des pluviosités de 300 à 500 mm. Plusieurs facteurs concourent à leur formation : un substratum peu perméable, de schiste ou d'argile; un mauvais écoulement de l'eau sur ces plateaux où la circulation superficielle est presque endoréique; la concentration des pluies en quelques mois, propre au climat méditerranéen, qui permet la formation d'une nappe perchée temporaire au-dessus de l'horizon argileux ou du substratum imperméable; enfin la forte humidité relative de l'air dans les régions littorales.

Sur le pourtour du Rharb, des sols hydromorphes de type analogue, appelés "Harch", forment une auréole qui suit le contact entre les sables villafranchiens de bordure et les alluvions argileuses de la plaine. Sur le plateau de Meknès on en trouve également quelques taches, liées aux affleurements de sable fauve villafranchien.

Dans le Plateau Central, sous un climat sub-humide ou semi-aride, des sols hydromorphes minéraux à taches et concrétions ferrugineuses se forment fréquemment aux dépens des schistes primaires non calcaires, sur les colluvions de piedmont et même sur les pentes. Ils sont associés à des sols bruns à mull, eux-mêmes plus ou moins hydromorphes.

Un type particulier de sols hydromorphes sur alluvions fortement calcaires se développe enfin dans de petites vallées mal drainées (Saïs, Tadmra). Ces sols sont moyennement ou peu organiques, Bien qu'engorgés d'eau par une nappe phréatique haute, temporaire ou permanente, ils ne présentent que de très faibles caractères d'hydromorphie, dont le plus net est une couleur grise très claire. Ces sols, qui ne couvrent que de petites surfaces, sont cependant intéressants car ils posent le problème de l'hydromorphie en milieu très calcaire.

En dehors de ces sols de la classe hydromorphe, des phénomènes d'hydromorphie moins accentuée affectent fréquemment les sols de certaines régions littorales : vertisols et sols peu évolués d'apport du Rharb et de la vallée du Loukkos, sols lessivés de la Mamora. Par ailleurs, dans l'ensemble du Maroc, jusqu'au Sahara, une certaine hydromorphie peut se développer dans tous les sols de plaines ou plateaux; ce phénomène est toujours la conséquence d'une topographie déprimée, d'une texture argileuse ou d'un substratum imperméable.

#### F.- Les sols à mull

On rapproche des sols à mull des pays tempérés, à pédoclimat frais au moins pendant la saison pluvieuse, toute une série de sols formés en régions montagneuses sur des roches-mères non calcaires : en particulier grès rouge du Permo-Trias dans le Haut Atlas occidental, grès et schistes secondaires dans le Rif, schiste primaire dans le Haut Atlas occidental, le Plateau Central et la Meseta côtière.

Ces sols se développent dans des régions à climat méditerranéen humide ou sub-humide, parfois semi-aride et sous une végétation forestière. Comme les sols rouges méditerranéens, ils ne présentent de profils typiques que lorsque la forêt subsiste; lorsqu'elle est dégradée, les fortes pentes favorisent une érosion rapide et on ne trouve plus que des sols peu évolués de pente et des régosols ou lithosols. Comme les sols rouges de montagne, d'ailleurs, ces sols ont été très peu étudiés au Maroc.

Ils couvrent des surfaces importantes, surtout dans le Rif (900-1000 mm de pluie), le Plateau Central (500-700mm) et le Haut Atlas (500-800 mm).

On y a distingué des sols bruns acides, des sols bruns modaux à pH proche de la neutralité, des sols bruns lessivés.

Dans le Plateau Central ils sont fréquemment hydromorphes en profondeur, avec des taches et concrétions ferrugineuses, ou associés à des sols hydromorphes sur schiste.

Dans les entailles d'oued de la Meseta côtière, ils sont associés à des sols rouges méditerranéens sur schiste. Dans certains cas, il est possible que ces sols soient plus proches des sols bruns méditerranéens que des sols bruns des régions tempérées.

Il est probable que la composition chimique des schistes, et notamment leur teneur en bases et en fer, joue un rôle important dans l'orientation de la pédogénèse vers le type rouge méditerranéen ou vers le type brun tempéré, sous des climats analogues.

On a rapproché, par ailleurs, des sols lessivés, les sols formés sur les sables et cailloutis villafranchiens qui s'étendent entre Rabat et Larache sur la bordure atlantique du Maroc. Ces sols, à acidité assez forte (pH inférieur à 6), se développent sous forêt de Chênes-lièges, en particulier dans la Mamora, avec une pluviosité de 500 à 700 mm.

#### G.- Les sols halomorphes

Bien que les phénomènes de salure et d'alcalisation soient assez fréquents dans les plaines intérieures et côtières du Maroc (atlantique, oriental, ou présaharien), les sols halomorphes véritables, c'est-à-dire présentant des caractères morphologiques bien développés, y sont rares.

Les zones de sols halomorphes les plus importantes, dont la surface reste cependant faible, se trouvent dans les régions à climat méditerranéen saharien ou aride. Elles correspondent à des zones déprimées ou à des bassins mal drainés, situés sur le trajet d'oueds à écoulement endoréique. La salure du sol est provoquée par la remontée

capillaire et la forte évaporation d'une nappe phréatique salée peu profonde. Le sel apporté par les oueds ou par la nappe circulante provient généralement de roches tendres, salées et gypseuses, situées en amont dans la zone montagneuse des bassins-versants. Il se forme dans ce cas des sols fortement salins, à encroûtement superficiel ("Bekh-bekh") ou à horizon superficiel friable. Ces sols sont hydro-morphes en profondeur et leur complexe adsorbant renferme une forte proportion de Sodium. Ils sont en outre souvent gypseux.

Les sols de ce type ont été surtout observés dans le Tafilalt et, plus au S, dans le bassin de l'oued Draouza (J. MARGAT, 1960; F. JOLY, 1962; R. RADANOVIC et Al, 1963). Il en existe aussi dans la vallée de l'oued Draa, dans la dépression du Sedd el Mejnoun au NE de Marrakech et sur les Hauts-Plateaux du Maroc oriental.

D'autres sols salés se forment dans les basses plaines littorales et d'estuaires. Sur les côtes atlantiques et méditerranéennes ils sont la conséquence d'une infiltration de l'eau de mer, qui remonte dans les oueds sous l'action de la marée. On trouve ainsi des sols fortement salés et alcalisés, à structure massive, dans les basses vallées des oueds Mellah, Bou Regreg, Loukkos, Mharhar et tout le long de la côte méditerranéenne.

En dehors des sols salés typiques, les phénomènes de salure qui se surajoutent à une autre pédogénèse sont fréquents dans les plaines alluviales au climat semi-aride, aride ou saharien. Il s'agit généralement d'une salure due à une nappe phréatique peu profonde; ce phénomène a été parfois aggravé ou même produit par l'homme, dans les régions irriguées. Dans ce cas, à la remontée de la nappe phréatique s'ajoute une salure superficielle provoquée par l'évaporation de l'eau d'irrigation. De telles salures, accompagnées d'alcalisation sodique, affectent : des sols peu évolués d'apport ou subdésertiques dans le Tafilalt, dans les vallées du Guir et du Draa; des sols isohumiques dans le Haouz de Marrakech, la Basse Moulouya, le Tadla; des vertisols, des sols peu évolués d'apport et des sols isohumiques dans le Rharb; des sols peu évolués d'apport dans les vallées du Sebou, de la Moulouya, du Tensift et de leurs affluents.

Enfin, en l'absence de nappe phréatique et d'irrigation, la salure et l'alcalisation de certains sols de plaine, en particulier des sols isohumiques, peut être due à leur roche-mère. Ceci a été reconnu surtout dans les plaines et plateaux du Maroc oriental, où les limons du Villafranchien et du Quaternaire sont souvent salés et gypseux, avec une alcalisation à la fois sodique et magnésienne, cette dernière étant liée à la présence de carbonate de magnésium (A. RUELLAN, 1964).

## H.- Les sols minéraux bruts et les sols peu évolués

### 1<sup>o</sup>) Les sols d'origine climatique

a) Les sols de haute montagne : on les trouve au dessus de 3000 m dans le Haut Atlas, au-dessus de 2500m dans le Moyen Atlas. Sur les sommets à relief mou, enneigés pendant plusieurs mois, on a observé, dans les zones déprimées, des sols polygonaux et réticulés ainsi que des rankers analogues à des sols de prairie alpine (B. HEUSCH, communication orale). Ces derniers sols sont soit calciques, soit acides, suivant la roche-mère.

b) Les sols des régions subdésertiques : ces sols, ou dépôts, sont pratiquement limités au S et au SE du Maroc, dans le domaine présaharien, c'est-à-dire dans la vaste région comprise entre les bordures de l'Anti-Atlas et du Haut-Atlas oriental et les frontières S et E du pays. La pluviosité y est de l'ordre de 50 à 150 mm par an. Cette région a été peu étudiée, sauf dans le SE marocain (F. JOLY, 1962; R. RADANOVIC et O. YOVANOVIC, 1963).

- Les formations de désert : les ergs, ou grands massifs de dunes à localisation fixe, pénètrent peu au Maroc (erg Chebbi de Taouz); ils restent localisés à la frontière sud-orientale, où on trouve la bordure N de la grande zone d'accumulation dunaire du NW saharien. Plus fréquentes sont les dunes basses mobiles, barkhane ou sif, isolées ou groupées en champ; elles remontent jusqu'au pied du Haut Atlas dans le Tafilalt et le bassin de l'Oued Guir. Les reg, ou surface planes couvertes d'une couche de cailloux à patine désertique, couvrent de grandes surfaces. On distingue : des reg d'ablation éolienne (et aussi de ruissellement en nappe lors des rares pluies) sur les glâcis qui bordent les nombreuses crêtes montagneuses; ces reg se développent souvent sur des sols évolués qui datent du Quaternaire moyen et ancien, sols souvent fortement encroûtés et qui sont à rapprocher des sols isohumiques; des reg de désagrégation sur place sur les grands plateaux rocheux des Hamada; des reg alluviaux ou épandages de cailloutis. On peut ajouter à cette liste les formations pierreuses de versants des montagnes subdésertiques, héritage d'un passé plus humide et plus froid, qui n'évoluent pratiquement pas actuellement : éboulis, "régolites" de fragmentation sur place.

- Les sols peu évolués subdésertiques : dans le S et le SE marocain, ces sols sont localisés surtout dans d'étroites bandes qui bordent le lit majeur des oueds. Ils se sont formés sur les terrasses alluviales et les épandages de glaciis du Quaternaire récent, soltano-rharbien, et plus rarement du Tensiftien. Les sols de terrasses, profonds, de texture variée, sont éolisés en surface, portant soit des microdunes ("hebla") formées au pied des touffes de végétation, soit des voiles sableux; ils sont fréquemment salés, soit par remontée à partir d'une nappe phréatique, soit par irrigation; dans certains cas ils montrent des traces d'hydromorphie en profondeur, peut-être fossiles; certains de ces sols, irrigués depuis plusieurs siècles, ont des caractères de sol brun isohumique subtropical, en particulier des amas et granules calcaires. Sur les épandages de glaciis, ils sont généralement caillouteux ou graveleux, et couverts par un reg de déflation éolienne.

Presque toute l'agriculture des régions présahariennes est concentrée sur ces sols, qui sont irrigués soit à partir des nappes phréatiques par pompage ou par des "rhettara", soit par les eaux de crue des oueds.

## 2°) Les sols non climatiques

a) Les sols d'érosion : Il s'agit du produit de l'érosion par l'eau dans les régions en pente. Hors le cas de la solifluxion, le facteur normal de cette érosion est le ruissellement, sous toutes ses formes, qui est lui-même le résultat d'un couvert végétal insuffisant. La faible densité du couvert végétal peut avoir des causes naturelles, climatiques, dans les régions arides ou froides. Le plus souvent, cependant, c'est l'intervention de l'homme qui a provoqué ou accru l'éclaircissement de la végétation, allant jusqu'à sa destruction complète.

L'ancienneté de l'érosion, son degré, son intensité actuelle, ses types, sont variables suivant les multiples facteurs qui entrent en jeu (voir chapitre I de la 1ère partie et, dans ce chapitre, les paragraphes sur les facteurs de pédogénèse). On peut toutefois dire que la majorité des régions en pente en sont atteintes; montagnes, collines, glaciis de piedmont, flancs de vallées, plateaux à pentes faibles. Des études sur ces questions si importantes pour le Maroc ont été réalisées en diverses régions par des géographes, des forestiers, des botanistes, des pédologues, des agronomes, mais les données sont encore fragmentaires.

↳ Les sols peu évolués d'érosion : ce nom regroupe des sols de pente en partie érodés et en partie transportés. En effet, dans un phénomène d'érosion active mais modérée, progressive, les dépôts, les transports et les apports de matériaux sur la pente sont toujours liés, voisins, parfois simultanés en un même point. Il peut s'agir de sols amincis, décapés en surface par un ruissellement diffus ou une solifluxion pelliculaire, qui enlèvent chaque année une partie des horizons superficiels évolués. Il peut s'agir aussi de sols rajeunis, par un apport de matériaux qui se substituent, se mélangent ou se superposent à leur horizon superficiel.

- Les lithosols constituent le terme ultime de l'érosion sur une roche dure; la roche affleure sur une grande partie de la surface et il ne reste que quelques taches discontinues de sol. On utilise généralement le nom de sol squelettique dans le cas où la roche dure reste en majeure partie couverte par un sol très mince, souvent caillouteux. Les lithosols et sols squelettiques couvrent des surfaces importantes, en association avec des sols peu évolués d'érosion : sur des calcaires durs dans le Rif, le Haut-Atlas oriental, les bordures du Moyen-Atlas, l'Anti-Atlas, les plateaux des phosphates et des Gantour, les Hauts-Plateaux du Maroc oriental (où ils se trouvent sur des croûtes calcaires mou-louyennes); sur des quartzites ou des grès dans le Rif, le Plateau Central, les Rehamma, l'Anti-Atlas; sur des roches éruptives acides dans le Haut-Atlas occidental, l'Anti-Atlas.

- Les régosols sont constitués de roches tendres ou facilement fragmentées, décapées par l'érosion. Contrairement aux lithosols, sur lesquels l'érosion est pratiquement arrêtée, les régosols sont eux-mêmes attaqués : le ruissellement concentré en ravines y découpe des paysages de "bad lands". Contrairement aussi aux lithosols, il est possible à une végétation de s'y réinstaller. Les régosols couvrent rarement des surfaces continues importantes. On les trouve, associés à des sols peu évolués d'érosion et aux sols évolués climaciques, sur trois groupes de roches : sur les marnes et calcaires tendres du Tortonien et du Sénonien, dans l'auréole des collines pré-rifaines et dans les bordures N et S du Haut Atlas; sur des schistes, dans le Plateau Central, dans les entailles d'oueds de la Meseta côtière, dans la bordure méditerranéenne du Rif, dans les massifs des Rehamma et des Jbilète; sur les formations rouges meubles et les dolérites du Permian-Trias, dans le Haut-Atlas occidental, dans la haute vallée de l'Oued Rbia et de ses affluents, dans la bordure N du Plateau Central.

b) Les sols d'apport fluviatile : Ces sols, qui ne couvrent pas de très grandes surfaces au Maroc, sont importants pour l'agriculture à cause de leur profondeur et de la proximité de l'eau des oueds, qui permet de les irriguer facilement.

- Les sols minéraux bruts, correspondant à des zones où l'alluvionnement se poursuit actuellement, sont peu importants. Les basses terrasses inondables du lit majeur de certains oueds sont parfois cultivées malgré la texture grossière de leurs sédiments. Les zones inondables de la plaine du Rharb reçoivent, lors de fortes crues de l'oued Sebou, des couches de limon d'épaisseur variable (quelques cm à quelques dm exceptionnellement). Un type original de sol minéral brut d'apport est constitué par le "limon des palmeraies" du SE marocain, apporté par les eaux de crue des oueds avec lesquelles les fellahs irriguent leurs champs; dans la plaine du Tafilalet, on a calculé que l'épaisseur du sol ainsi formé atteint 0,5 à 1 mètre par siècle. Les limons de palmeraie prennent rapidement, sous l'influence des cultures, des caractères de faible évolution (structure, salure, matière organique).

- Les sols peu évolués se trouvent principalement sur les terrasses non inondables du Rharbien ancien et récent qui bordent les oueds. Dans les régions arides, les sols sur dépôts soltaniens sont également peu évolués. Dans la plaine du Rharb, ils se forment sur les bourrelets alluviaux un peu surélevés qui encadrent les lits du Sebou et de ses affluents. Ces sols sont des textures variées, on voit souvent dans leur profil des superpositions de sédiments. Ils sont le plus souvent calcaires. Les zones les plus importantes de sols peu évolués d'apport fluviatile sont les suivantes : plaine du Rharb, vallées de l'oued Sebou et de ses affluents, vallée de l'oued Loukkos, où les sols "dass" sont calcaires, limoneux ou argileux, parfois vertiques ou hydromorphes, parfois salés; les vallées des oueds Fahrer et Bouchane, dans les Doukkala, où les sols sont limoneux et non calcaires ("faïd"); la vallée du Souss, aux sols limoneux et calcaires; la vallée de la Moulouya et les Hauts Plateaux de l'Oriental, aux sols calcaires.

### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- AUBERT G. et DUCHAUFOR Ph. (1956) : "Projet de classification des sols". C.R. VI<sup>e</sup> Congrès international de la Science du Sol; Paris; D., pp. 597-604.
- AUBERT G. (1965) : "Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la Section de pédologie de l'ORSTOM". Cahiers O.R.S.T.O.M. Pédologie; Vol III; fasc. 3; pp 269-288
- BEAUDET G., MARTIN J., MAURER G. (1964) : "Remarques sur quelques facteurs de l'érosion des sols" C.R. des journées d'étude sur l'érosion du sol; Fès; Avril 1964; Revue de Géographie du Maroc; n°6; pp 65-72. Rabat.
- BEAUDET G., MAURER G., RUELLAN A. (1966) : "Le Quaternaire marocain. Observations et hypothèses nouvelles". En cours d'impression.
- BRYSSINE G. (1949) : "Les facteurs climatiques de la pédogénèse au Maroc". Les cahiers de la Recherche Agronomique; n°2; pp.43-71; Rabat.
- BRYSSINE G. (1954) : "Typologie des sols du Maroc". Société des sciences naturelles et physiques du Maroc; Travaux de la section de pédologie; T.8-9; pp.87-129.
- BRYSSINE G. (1956) : "Réflexions sur la classification des sols" Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc; Travaux de la section de pédologie; T. 10-11 pp. 81-103.

- BRYSSINE G. (1965) : "Les propriétés physiques des tirs du Rharb". Les cahiers de la recherche agronomique; 20; pp. 87-279; Rabat.
- CAVALLAR W. (1950) : "Etude des sols des différentes régions du Maroc". Société des Sciences Naturelles du Maroc; Travaux de la Section de Pédologie; T.1; pp. 19-45.
- CAVALLAR W. (1950) : "Esquisse préliminaire de la carte des sols du Maroc". Carte au 1/1.500.000.
- CHOUBERT G. et collaborateurs (1955) : "Carte géologique du Maroc au 1/500.000". Direction des Mines et de la géologie; Rabat.
- CHOUBERT G. et collaborateurs (1956) : "Lexique stratigraphique du Maroc". Direction des mines et de la géologie; Rabat; Notes et mémoires N°134; 165 p.
- DUPONT J.P. (1951) : "La classification pédologique du professeur HUGUET DEL VILLAR et les sols d'Afrique du Nord". Société des Sciences Naturelles du Maroc; Travaux de la Section de Pédologie; T.2-3; pp.1-15.
- GAUCHER G. (1948) : "Sur quelques conditions de formation des croûtes calcaires". C.R. Ac. des Sc.; t.227; pp.215-217
- GAUCHER G. (1948) : "Sur la notion d'optimum climatique d'une formation pédologique". C.R. Ac. des Sc. T. 227; pp.290-292.
- GIGOUT M. (1960) : "Nouvelles recherches sur le Quaternaire marocain et comparaisons avec l'Europe". Travaux du Laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences de Lyon; Nouvelle série; N°6; 145 p.
- HESS C. et SCHOEN U. (1964) : "Tirsification et classification des vertisols. Apport de l'analyse minéralogique des argiles à la connaissance des tirs". Al Awamia; n°13; pp.41-92; Rabat.

IONESCO T. (1964) : "Considérations générales concernant les relations entre l'érosion et la végétation du Maroc". C.R. des journées d'étude sur l'érosion du Sol; Fès; Avril 1964; Revue de Géographie du Maroc; N°6; pp. 17-28. Rabat.

JOLY F. (1962) : "Etudes sur le relief du Sud-Est marocain" Faculté des Lettres et Sciences Humaines; Paris; 578 p.

MARGAT J. (1960) : "Carte hydrogéologique au 1/50.000 de la plaine du Tafilalt. II. Hydrochimie". Direction des Mines et de la Géologie; Rabat.

PUJOS A. (1953) : "Réflexions sur la rubéfaction des roches et des sols dans le Nord marocain et le Maroc Oriental". Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc; Travaux de la section de Pédologie; T. 6/7; pp. 95-105.

PUJOS A. (1957) : "Terres rouges, noires, grises". Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc; Travaux de la Section de pédologie; T. 12; pp. 71-96.

RADANOVIC R., YOVANOVIC O. (1963) : "Aménagement de la région du Tafilalt Rapport général préliminaire. Pédologie. T. 1". Office National des Irrigations. Rabat.

RUELLAN A. (1964) : "Les sols salés et alcalisés en profondeur de la plaine du Zebra : premiers résultats d'une expérimentation destinée à étudier leur amélioration et leur évolution sous irrigation". VIII<sup>e</sup> Congrès International de la S. du Sol. Bucarest.

RUELLAN A. (1966) : "Les sols isohumiques et accumulations du calcaire en Basse Moulouya et dans l'ensemble du Maroc. Description, pédogénèse et classification". En cours d'impression.

SAUVAGE Ch. (1963) : "Atlas du Maroc, étages bioclimatiques" Notice explicative; Comité national de géographie du Maroc. Rabat.

- U.S.D.A. (1960) : "Soil classification. A Comprehensive system, 7 th. approximation".
- WILBERT J. (1962) : "Croûtes et encroûtements calcaires au Maroc". Al Awamia; N°3; pp.175-192; Rabat.
- WILBERT J. (1962) : "Un sol marocain polyphasé : le merzag d'Ellouizia". Al Awamia; n°4; pp.163-177 Rabat.
- WILBERT J. (1965) : "Localisation géographique de la tirsification au Maroc". Les cahiers de la recherche agronomique; N°20; pp. 1-22; Rabat.
- WILBERT J. (1965) : "Tirs et sols tirsifiés au Maroc". Les cahiers de la recherche agronomique; N°20 pp. 23-85 ; Rabat.

CHAPITRE QUATRIEMEL'AGRICULTURE ET LES FORETS AU MAROCpar C. MICHEL et A. RUELLIANavec la collaboration de  
G. BEAUDET et J.F. TROIN

Pays à la fois traditionnel et moderne, où un artisanat très actif côtoie un secteur industriel assez bien équipé, où l'araire et le tracteur s'associent pour faire produire la terre, où l'automobile et l'âne se croisent quotidiennement, le Maroc est un pays de contrastes. Les paysages, la végétation, les sols ont déjà permis de faire ressortir la grande variété qui contribue à la beauté et au charme indiscutables de ce pays. L'étude de son agriculture et ses forêts, qui font vivre 80 % de ses habitants, va nous permettre de compléter ce tableau et de poser rapidement les principaux problèmes que le Maroc s'attache actuellement à résoudre pour la mise en valeur de ses sols.

Le Maroc qui couvre une superficie d'environ 41 millions d'hectares, peut être divisé, sur le plan agricole, en quatre grandes zones (tableau n°I-4-1).

- Une zone agricole proprement dite, qui correspond à peu près aux étages bioclimatiques semi-aride, subhumide et humide, et qui s'étend sur 7 millions d'hectares. Elle englobe les régions littorales, la Chaouïa, le Rharb, les collines du Pré-Rif, le plateau du Saïs, les plaines irrigables du Haouz, du Tadla, des Abda-Doukkala, du Souss et de la Basse Moulouya.

- Une zone agro-pastorale, formée des régions arides et des régions montagneuses en-dessous de 2.000 m environ. Elle comprend tout le Maroc oriental et présaharien, et une partie des basses plaines de la Moulouya. Elle est occupée en grande partie par des terrains de parcours et couvre environ 9 millions d'hectares.

- Une zone forestière, s'étendant sur 8 millions d'hectares et localisée principalement dans les régions montagneuses du Rif, du Moyen Atlas, de l'Anti Atlas, du Plateau Central et de la Haute Moulouya, et sur le littoral atlantique (Forêt de la Mamora). On y rattache également les nappes alfatières du Maroc oriental.

- Enfin, une zone non productive comprenant les régions sahariennes et les sommets du Haut et du Moyen Atlas. Elle occupe 17 millions d'hectares qui ne sont pratiquement touchés ni par l'agriculture, ni par la forêt.

Sur cet ensemble, les surfaces cultivables ne représentent que moins du cinquième de la superficie totale et les terres réellement ensemencées n'occupaient en 1962 que 4.742.000 hectares, soit 12 % de la superficie totale.

	Superficie en hectares	Pourcentage de la superficie totale	
Terres ensemencées	4.740.000	11,6	
Vignobles et vergers	600.000	1,5	
Jachères temporaires	2.500.000	6,1	19,2
Zone forestière	4.120.000	10,0	
Zone alfatière	2.800.000	6,8	
Parcours	9.000.000	22,0	38,8
Superficie non utilisée	17.240.000	42,0	42,0
Superficie totale	41.000.000	100,0	100,0

TABLEAU N°I-4-1

OCCUPATION ACTUELLE DU SOL (Superficies moyennes)

## I.- LES FACTEURS DE L'AGRICULTURE MAROCAINE

Le Maroc a une nécessité absolue de voir sa production agricole augmenter de plus de 3,2 % par an, taux d'accroissement de sa population. Les efforts que l'Etat doit déployer pour atteindre ce résultat et même le dépasser se heurtent à une série de problèmes posés par la mise en valeur des sols du pays.

### A.- Les facteurs naturels

Ce sont essentiellement le climat, les ressources en eau, l'érosion et les propriétés physico-chimiques des sols.

#### 1°) Le climat

Le climat constitue le problème fondamental de l'agriculture marocaine. Il est caractérisé principalement par (voir chapitre II de la première partie) :

- une insuffisance des précipitations; la plus grande partie du Maroc reçoit moins de 500 mm de pluie; tout le S et l'E du pays, moins de 300 mm;

- une mauvaise répartition de la pluviosité; partout l'été constitue la saison sèche; les pluies d'été comptent pour moins de 10 % de la pluviosité totale et sont parfois infimes ou nulles; la saison humide coïncide au contraire avec la saison froide;

- une irrégularité interannuelle des précipitations (les rapports pouvant être de 1 à 3).

Ces traits particuliers du climat font que l'irrigation constitue pour les cultures d'été, une nécessité absolue dans le cadre d'une mise en valeur rationnelle des sols. Même dans le cas des cultures d'hiver, l'obtention de rendements élevés dans certaines régions n'est possible que grâce à des irrigations d'appoint durant les mois à faible pluviosité.

## 2°) Les ressources en eau

On estime (HAZAN, 1964) qu'il tombe en année moyenne, 120 milliards de mètres cubes d'eau au Maroc, soit un débit fictif continu de 4000 m<sup>3</sup>/s. Mais, compte tenu des pertes par évaporation, seulement 18 % de ce débit, soit 700 m<sup>3</sup>/s en moyenne, représentent en fait le potentiel théorique des ressources en eau du pays : 640 m<sup>3</sup>/s pour les eaux de surface et 60 m<sup>3</sup>/s pour les eaux souterraines.

On évalue le débit maximum régularisable des cours d'eau, par des barrages de retenue ou des prises, à 400 m<sup>3</sup>/s. En ce qui concerne les eaux souterraines, des 60 m<sup>3</sup>/s théoriques, 43 sont actuellement exploités.

Au total on peut estimer à un débit fictif continu de 430 m<sup>3</sup>/s, les disponibilités maximales en ressources en eau du Maroc.

De cette quantité globale, l'alimentation humaine et le fonctionnement de quelques industries prélèvent à l'heure actuelle un débit de 9 m<sup>3</sup>/s. Cependant, on pense que dans les 10 années à venir, celui-ci devra au moins doubler, compte tenu de l'augmentation de la population et de l'accroissement de sa consommation actuelle. Il est donc raisonnable de réserver de 20 à 30 m<sup>3</sup>/s aux secteurs autres que le secteur agricole.

Il ne reste donc disponible pour l'agriculture dans cette perspective qu'un débit de 400 m<sup>3</sup>/s au prix d'aménagements hydrauliques modernes (12 milliards de m<sup>3</sup>). En admettant une consommation moyenne d'eau par les cultures irriguées de 10.000 m<sup>3</sup>/ha/an, seulement 1.200.000 hectares pourront bénéficier de l'irrigation, soit 1 hectare irrigué pour 15 habitants.

### 3<sup>e</sup>) L'érosion

Les phénomènes d'érosion, comme il a déjà été signalé (chapitre I de la première partie), sont particulièrement développés au Maroc où les caractéristiques climatiques (variabilité interannuelle, contrastes saisonniers d'aridité) rendent précaire l'équilibre naturel végétation - sol - morphogénèse. Cette érosion spontanée est en outre accentuée par l'action de l'homme. En effet, la plupart des paysans marocains pratiquent un défrichement intensif et une agriculture extensive. Ceci a eu pour conséquence de détruire, dans les zones cultivées, la végétation naturelle climacique et de rendre les sols plus vulnérables aux agents d'érosion. Enfin, des techniques culturales mal adaptées, telles les labours dans le sens de la pente, les plantes mal choisies, les jachères travaillées, l'exploitation à outrance des pâturages, les pratiques anti-érosives mal conduites, etc... ont fini par aggraver dangereusement le phénomène dans certaines régions (en particulier dans le Rif et le Prérif).

### 4<sup>e</sup>) Les propriétés physiques et chimiques des sols

Aux limitations importantes présentées par le climat, les disponibilités en eau et l'érosion, viennent s'ajouter un certain nombre de caractères défavorables des sols. Ce sont principalement : la profondeur des sols, l'hydromorphie, la teneur en matière organique, la teneur en calcaire, la richesse en éléments fertilisants, la salure.

#### a) La profondeur du sol

Parmi les facteurs édaphiques, la profondeur réduite des sols constitue dans beaucoup de cas, l'un des principaux obstacles à une mise en valeur, l'horizon limitant étant très souvent une croûte ou un encroûtement calcaire. Les types de sols qui sont le plus souvent affectés de ce défaut sont : les rendzines, les sols bruns calcaires, les sols châtaîns et bruns isohumiques sur carapace calcaire, certains sols gris, les sols squelettiques ou érodés. Certaines régions comme la Plaine du Saïs sont constituées presque en totalité de sols ne dépassant pas 50 cm de profondeur. Ces sols posent des problèmes à l'irrigation et obligent souvent à faire appel à des travaux importants (sous-solage, labour de défoncement, épierrement).

b) L'hydromorphie

Ce phénomène intervient à des intensités diverses dans un grand nombre de sols du Maroc. Il s'agit principalement des sols de "dayas", des sols de "merjas", des sols lessivés à concrétions ferrugineuses, de certains sols rouges lessivés sur roche-mère schisteuse, des sols châtains hydromorphes, des sols bruns hydromorphes, des tirs et des sols tirsifiés.

L'hydromorphie, en général accentuée en culture irriguée soit par les remontées de la nappe, soit par l'aggravation des engorgements superficiels, oblige à des aménagements particuliers : système de drainage, cultures en ados, assolement comportant un nombre limité de cultures irriguées.

c) La teneur en matière organique

D'une manière générale, les sols sont pauvres en matière organique. Mis à part les sols de "merjas" et les sables noirs (dune noircie) en bordure du Rharb, qui sont très riches (8 à 10 %), ainsi que les sols sous forêts, les teneurs les plus élevées ne dépassent pas 3 à 4 % (tirs, dess, sols bruns calcaires, rendzines). Les sols du groupe isohumique, très largement représentés, possèdent dans l'ensemble un taux de matière organique extrêmement bas, de l'ordre de 1 à 2 %.

On peut rapprocher de cette pauvreté en matière organique, le manque de stabilité structurale de la plupart des sols; sous l'effet d'un excès d'eau, la structure se dégrade facilement et on observe très souvent à la surface, après les pluies ou les irrigations, la formation d'une croûte argileuse dure et compacte.

L'enrichissement des sols en matière organique soit par apport de fumier (fumier de ferme, compost, gadoue, paille, etc...) soit par des cultures d'engrais vert, devrait constituer l'une des principales améliorations culturales à entreprendre dans le cadre d'une politique rationnelle de mise en valeur. Malheureusement, d'une part le fumier représente dans ce pays un élément rare et cher à cause de l'organisation actuelle de l'élevage, d'autre part les assolements pratiqués ne tiennent pas toujours suffisamment compte du problème de la matière organique.

#### d) La teneur des sols en calcaire

Les sols à complexe désaturé (sols acides) sont plutôt rares : la grande majorité sont à pH élevé (entre 7 et 8). Certains sont peu ou non calcaires mais ont leur complexe saturé en calcium : sols isohumiques (sols châtaîns et certains sols bruns), tirs très évolués, certains sols sableux; d'autres sont calcaires dès la surface avec souvent un taux égal ou supérieur à 10 % de carbonate de calcium. Enfin, assez souvent, les sols contiennent quelques % de carbonate de magnésium qui provoquent des pH pouvant atteindre 9,0 et plus (RUELLAN, 1964).

En culture irriguée, le taux calcaire a encore de tendance à augmenter, les eaux d'irrigation étant généralement assez chargées en carbonate de calcium.

L'utilisation de tels sols pose des problèmes sur le plan de la nutrition des plantes : insolubilisation de l'acide phosphorique, du fer, du magnésium et de certains oligo-éléments tels que le zinc, le manganèse, le cuivre, le bore.

#### e) La richesse en éléments fertilisants

Les sols présentent une pauvreté assez généralisée en azote et en acide phosphorique.

L'azote constitue dans presque tous les cas l'élément limitant principal. Certains sols en sont cependant relativement bien pourvus : ce sont en particulier les sols de "merjas", les sables noirs, les rendzines, les sols bruns calcaires, les tirs et les dess. Par contre, les sols châtaîns isohumiques, les sols bruns isohumiques, les sierozems, les sols rouges et rouges lessivés sont très pauvres en cet élément.

L'acide phosphorique vient en second lieu. A part quelques rares exceptions (sierozems, sols rouges méditerranéens), cet élément fait souvent défaut dans les sols.

Enfin, en ce qui concerne la potasse, les sols en sont généralement très bien pourvus, mis à part quelques sols sableux (certains sols rouges lessivés en particulier).

f) La salure et l'alcalisation sodique

Les problèmes de salure et d'alcalisation ne présentent pas de caractère de gravité généralisée étant donné que ces phénomènes n'ont qu'une extension relativement limitée dans le pays. Ils sont en effet localisés dans certaines plaines de l'Oriental, dans les plaines pré-sahariennes (Tafilalt en particulier), dans les Béni Amir, dans le Rharb et dans la région maraîchère de Casablanca.

Ils revêtent d'ailleurs des aspects très différents et varient en intensité suivant des régions. Dans l'Oriental ils se manifestent souvent dans les horizons profonds des sols isohumiques qui se sont développés sur des roches-mères salées. Dans la plaine du Tafilalt, ils intéressent au contraire tout le profil des sols alluviaux et sont occasionnés par la teneur élevée en sels des eaux d'irrigation et de la nappe phréatique. Dans les Béni Amir (sols isohumiques) et la région côtière de Casablanca (sol rouge lessivé), les sols se salent sous l'effet des irrigations et des remontées des nappes. Enfin, dans le Rharb, il existe des taches plus ou moins étendues soit de sols salés et alcalisés sur les 70 premiers centimètres (tirs, tirs de merjas), soit de sols salés et alcalisés en profondeur (dess).

B.- Les modes de faire-valoir et les régimes fonciers

1°) Les modes de faire-valoir

Le régime d'exploitation des terres est assez complexe et comporte trois modes principaux de faire-valoir :

a) Le faire-valoir direct

Le propriétaire du sol gère directement sa propriété, seul ou avec l'aide d'ouvriers salariés. C'est le type d'exploitation habituel des terres de colonisation étrangère et des grandes propriétés marocaines modernes. Il représentait, avant la reprise des terres de colonisation, environ 1.500.000 hectares. En agriculture traditionnelle, ce régime d'exploitation, quoique tendant à se généraliser, est encore assez peu répandu. Pour la campagne agricole 1961-62, seulement 2.150.000 hectares y étaient soumis.

### b) Les baux à ferme

En dehors des terrains loués à des fellahs par des agriculteurs du secteur moderne, ce système d'exploitation concerne principalement les terrains appartenant au domaine de l'Etat, les terrains appartenant aux Habous (communautés religieuses), les biens séquestrés et les biens privés. La superficie totale des terres en location est estimée à 140.000 hectares.

### c) L'association

Dans ce mode de faire-valoir, le preneur cultive le fonds affermé sous condition de partage avec le bailleur. Ce type de contrat est très répandu au Maroc car il permet de répartir les risques de la culture, risques dus aux conditions climatiques ou à certains fléaux comme les invasions de sauterelles, les attaques de rouille, etc... Il est également engendré par la petitesse de la plupart des propriétés, qui pousse les exploitants à s'associer pour mettre en commun les différents facteurs de production (sol, semence, attelage, travail et frais de culture). Les associations sont très diverses : parfois les deux associés se répartissent les facteurs de production, parfois l'un des associés ne fournit que le terrain, parfois encore deux paysans peuvent s'associer pour cultiver les terres d'un troisième, etc... En 1961-62, sur 3.900.000 hectares de terres cultivées, 700.000 ont été exploités par des "Khammès" (métayers au cinquième) et 1.200.000 ont fait l'objet d'associations agricoles de type "khobza" (métayers au 1/2 ou aux 2/3).

Les campagnes traditionnelles marocaines connaissent donc des catégories socio-professionnelles très variées : des grands propriétaires résidant souvent dans les villes et faisant travailler leurs terres, des propriétaires habitant les "douars" mais faisant également travailler leurs biens, des propriétaires exploitants ayant une superficie suffisante pour vivre convenablement, des petits propriétaires qui n'ayant pas assez de terres, pratiquent souvent l'association, et enfin de très nombreux paysans sans terre, qui deviennent obligatoirement khammès, ouvriers agricoles ou chômeurs.

## 2<sup>o</sup>) La répartition de la propriété

Le régime juridique des terres est également complexe. Celles-ci ne sont pas toujours des propriétés privées dans les campagnes.

a) les terres melks

Ce sont des biens privés acquis par achat ou par héritage. La superficie totale de ces terres n'est pas connue avec précision mais elle représente aujourd'hui la plus grande partie des terres cultivées. Leur répartition est très inégale. On estime en effet que 90 % des familles ne disposent que d'une superficie inférieure à 2 hectares, ce qui constitue une surface très insuffisante pour permettre une modernisation des techniques culturales.

b) Les terres collectives

Elles appartiennent aux groupements ethniques (tribus, fractions, douars) et sont gérées par des "djemma" (assemblée représentative des chefs de famille). Constituées de terres de parcours et de terres cultivées, elles sont partagées périodiquement. Cette redistribution est annuelle dans le cas des terres irriguées. En sec, elle a lieu à des intervalles compris entre 3 et 10 ans. Toutefois, depuis 1958, les redistributions ont été interrompues pour une période de 10 ans.

c) Les terres guich

Elles appartiennent à l'Etat. Leur usage fut autrefois octroyé à des tribus qui devaient en échange le service militaire. Elles sont en général très mal exploitées, les règles de partage étant les mêmes que celles des collectifs (les attributaires ne pouvant ni planter d'arbres, ni "vivifier" la terre).

d) Les terres habous

Ce sont des biens légués à des mosquées ou à des institutions religieuses et qui sont cultivés par des locataires. Leur mode de gestion est le même que celui des collectifs, mais la périodicité des partages est différente, la jouissance d'un lot étant en général assurée à vie à son bénéficiaire. L'exploitation de ces terres est donc meilleure.

e) Les terres domaniales

Elles appartiennent à l'Etat et sont constituées de forêts, de "merjas", de broussailles, en général incultivables.

L'origine juridique des terres exerce une profonde influence sur leur mode d'exploitation. Quand il s'agit de terres melks, l'exploitant, possédant de façon effective le sol, accepte d'entreprendre des travaux destinés à améliorer la production, établit des plantations pérennes et exploite le sol de façon rationnelle pour en conserver la valeur. Il n'en est pas de même des collectifs, des guich et même des habous dont le régime juridique constitue un obstacle à la mise en valeur.

### C.- Des techniques disparates

Elles diffèrent fondamentalement dans le monde paysan traditionnel, qui représente 90 % des exploitants, et chez les agriculteurs modernes.

Chez les paysans traditionnels l'outillage est réduit : une araire et une faucille chez les céréaliculteurs, une houe dans les oasis. L'attelage est peu efficace et onéreux; le collier est inconnu et la traction animale est celle de l'Antiquité, nécessitant un grand nombre de bêtes de trait pour une médiocre égratignure de la terre. Le grain, mal semé, est de qualité médiocre et l'engrais, animal comme chimique, est fort rare. Les façons culturales se réduisent, en fait, au désherbage de printemps. Bien souvent les assolements n'existent pas, et de plus en plus la jachère disparaît : le fellah cultive, en sec, céréale sur céréale. Aussi les rendements sont-ils faibles, oscillant en moyenne de 5 à 9 qx. à l'hectare.

Chez les éleveurs traditionnels, le troupeau est généralement trop nombreux pour les ressources du pacage : les bêtes sont étiques et les pluies d'hiver comme la sécheresse d'été clairsemement le cheptel. Par ailleurs, l'affouragement est inconnu, les étables encore trop rares, et l'amélioration des races commence à peine d'être pratiquée. Aussi la masse globale du troupeau marocain n'a-t-elle pas évolué depuis 10 ans.

Dans les périmètres irrigués modernes, malgré des techniques avancées et un encadrement sérieux, les résultats ne sont pas toujours à la mesure des investissements. Bien souvent le système de culture laisse trop de place aux céréales traditionnelles et les cultures commercialisables, au rendement trop faible, ne trouvent

Année 1960

Types d'engrais	Tonnages bruts d'engrais			Tonnages en éléments purs				
	importa tion	fabri- cation locale	Totaux	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O
					impor tation	fabri- cation locale	Totaux	
Engrais azotés	23.294	-	23.294	6.190	-	-	-	-
" phosphatés	4.008	99.059	103.067	-	1.539	23.725	25.264	-
" potassiques	8.405	-	8.405	-	-	-	-	4.569
" binaires	692	-	692	112	210	-	210	90
" composés	14.580	-	14.580	1.491	4.848	-	4.848	901
Totaux				7.793	6.597	23.725	30.322	5.560

Année 1963

Types d'engrais	Tonnages bruts d'engrais			Tonnages en éléments purs				
	importa tion	fabri- cation locale	Totaux	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O
					Impor tation	fabri- cation locale	Totaux	
Engrais azotés	39.651	-	39.651	11.149	-	-	-	-
" phosphatés	987	80.251	81.238	-	362	17.534	17.896	-
" potassiques	9.995	-	9.995	-	-	-	-	5.318
" binaires	747	-	747	113	323	-	323	26
" composés	26.712	16.793	43.505	3.708	2.462	2.418	4.880	2.859
Totaux				14.970	3.147	19.952	23.099	8.203

TABLEAU N° I-4-2

UTILISATION DES ENGRAIS

pas de débouchés suffisamment rémunérateurs. Par contre, dans le cadre d'une polyculture vivrière, les vieux cultivateurs des oasis du S pratiquent une irrigation bien menée et, faisant alterner céréales et luzerne, obtiennent de hauts rendements en grains (plus de 30 qx. dans le Tafilalet).

Sur les domaines d'exploitation moderne, au contraire, le tracteur est roi. La sélection des semences, l'usage des engrais, l'assolement bien compris (céréales et légumineuses) et des façons culturales plus nombreuses assurent des rendements nettement supérieurs à ceux de l'agriculture traditionnelle (entre 10 et 25 qx à l'hectare, en sec, en moyenne). Par ailleurs, des cultures particulières comme celles de la vigne ou des agrumes, bien conduites, sont particulièrement rentables.

Ainsi n'y-a-t-il pas une agriculture marocaine mais des régions agricoles aux techniques et aux rendements disparates.

#### D.- Les moyens d'une agriculture moderne

##### 1°) La formation professionnelle

L'Etat se préoccupe beaucoup, depuis quelques années, du problème de l'encadrement agricole et de la formation professionnelle. Des écoles d'agriculture d'enseignement supérieur et du second degré forment chaque année un nombre sans cesse croissant d'ingénieurs agricoles, d'adjoints et d'agents techniques, destinés aux différents organismes d'intervention agricole.

En outre, l'Etat s'efforce d'assurer une formation agricole directe aux paysans. C'est ainsi que des écoles rurales au nombre de 350, sont fréquentées par près de 30.000 élèves. Plusieurs centres de formation professionnelle, créés dans le cadre des Offices de Mise en Valeur, permettant chaque année, la formation d'un nombre important d'agents techniques et d'ouvriers spécialisés.

Malgré tous les moyens mis en oeuvre, l'encadrement reste cependant en-dessous des besoins et l'action directe sous forme de scolarisation ne permet d'atteindre qu'un nombre limité de paysans.

Les autres modes d'information (radio, films, fiches de vulgarisation, etc...) qui pourraient assurer une plus large diffusion des connaissances de base, sont encore insuffisamment utilisés. Ainsi la masse rurale est-elle jusqu'à présent peu touchée par les techniques culturelles modernes.

## 2°) L'infrastructure

Si les facteurs humains évoqués plus haut sont susceptibles d'entraver la mise en valeur du pays, il n'en est pas de même en ce qui concerne l'infrastructure. En effet, le Maroc possède un équipement économique très satisfaisant. Il se situe, à ce point de vue, au niveau des pays de l'Amérique latine comme le Mexique ou le Brésil, et dépasse largement la plupart des pays africains et asiatiques.

Son réseau routier se compose de 51.000 km de voies classées, pistes et routes, parmi lesquelles 20.000 km sont en état de viabilité permanente.

Son réseau ferroviaire, moins important, s'étend cependant sur une longueur d'environ 1.900 km. Il dessine un grand arc de cercle qui enveloppe, sans le pénétrer, le bloc montagneux des Atlas. Son rôle économique étant assez limité dans l'espace, des projets d'extension sont à l'heure actuelle à l'étude.

En ce qui concerne la circulation automobile, le développement du pays dans ce domaine est considérable. On compte en effet 19 voitures pour 1.000 habitants (13 voitures de tourisme et 6 voitures utilitaires).

Des installations portuaires modernes, très bien équipées, permettent au pays de pallier l'absence de ports naturels et d'assurer un trafic total approchant 15 millions de tonnes.

Enfin, le Maroc possède une puissance électrique installée assez grande; le quotient est de l'ordre de 55 Watts par tête d'habitant. Celle-ci est fournie principalement par de grands barrages modernes à double fin (production électrique et irrigation) dont six dans le bassin de l'Oum-er-Rbia (Bin-el-Ouidane, Afourer, Kasbah-Zidanya, Imfoute, Daourate, Sidi-Saïd-Machou) un sur le Beht (El Kansera) et un sur le N'Fis (Lalla Takerkoust). Elle sera bientôt renforcée par la production du barrage de Mechra-Klila en construction sur la Moulouya et dans un avenir plus lointain par celle du barrage sur le Ziz qui est à l'heure actuelle à l'étude.

## II.- LE CADRE HUMAIN DE L'ECONOMIE AGRICOLE

Du point de vue des techniques agronomiques, des systèmes de culture, des types de production et des rendements, il convient d'opposer deux Maroc agricoles: celui du "bled" traditionnel et celui des agriculteurs modernes.

### A.- Le "bled" traditionnel

Les divers apports ethniques, la variété des types d'occupation du sol et les différents modes de mise en valeur culturelle permettent de distinguer trois séries d'ensembles humains.

#### 1°) Les vieux sédentaires

Ils occupent essentiellement une partie du Pré-Rif, le Rif central et oriental, la bordure septentrionale et occidentale du Moyen Atlas "dir", le Haut Atlas occidental et sa retombée Nord, ainsi que la plaine du Souss et l'extrémité occidentale de l'Anti-Atlas. Les oasis du S appartiennent aussi à ce groupe.

Les agriculteurs forment là des cellules rurales denses, généralement propriétaires des terres exploitées. L'habitat groupé ou semi-dispersé est toujours "en dur", et souvent soigné; l'aménagement des terroirs est toujours minutieux: terrasses de pierres sèches dans le Rif et dans le SW marocain, parcelles cloisonnées de "séguia" dans les "dir". L'arbre tient souvent une grande place sur ces terres étroites: noyers dans le Rif central et le Haut Atlas, oliviers dans les "dir" et le Rif oriental, arganiers dans le pays "chleuh", palmiers dans les oasis pré-sahariens. L'élevage, quoique médiocre, est fréquemment associé à la culture. Au total les terres sont assez bien exploitées et les rendements supérieurs à la moyenne de ceux de l'agriculture traditionnelle.

Cependant, quelle que soit l'intensité de la mise en valeur, les exploitations sont trop étroites et ces régions fournissent de forts contingents à l'exode rural.

### 2<sup>e</sup>) Les pasteurs

Qu'il s'agisse des plateaux de l'oriental, des hammada du S ou des montagnes de l'Atlas et du Maroc Central, ces régions sont parcourues par des populations itinérantes qui accompagnent leurs troupeaux des pâturages d'été aux pâturages d'hiver. Les déplacements peuvent être méridiens (les Bni Guil des Hauts Plateaux orientaux vont du S de Berguent aux abords de la Méditerranée) ou altitudinaux (l'hiver se passe en plaine et l'été en montagne; ainsi les Ait Atta dans le SE marocain ou les Bni Mguild dans le Maroc central).

Dans tous les cas, ils associent de médiocres cultures céréalières d'hiver ou de printemps à leurs déplacements, la récolte pouvant être le prétexte à des migrations secondaires. La tente sombre tissée (khaïma) est l'habitat ordinaire de ces pasteurs. Le troupeau, familial et non collectif, est généralement peu sélectionné; il est rassemblé le soir auprès du campement dans des enclos (Zriba). Encore qu'il s'agisse d'un élevage extensif, son rapport s'avère cependant supérieur à celui de la médiocre céréali-culture des plaines atlantiques.

### 3<sup>e</sup>) Les nouveaux sédentaires

L'économie pastorale dominait au XIX<sup>e</sup> siècle l'essentiel des plaines du "Maroc utile". Depuis, on a assisté à une sédentarisation rapide dans ces régions : Rharb, Saïs, pays Zemmour et Zaër, Chaouïa et Doukkala, Basse Moulouya.

Ces nouveaux agriculteurs ont un habitat hétéro-clite (tentes résiduelles, "nounla", maisons de pisé, baraques ou bâtiments en maçonnerie) qu'ils ont regroupé ou dispersé au gré des pressions ethniques ou foncières. Pour l'essentiel, ils sont de médiocres céréaliculteurs (compte tenu de la pression démographique, ils suppriment de plus en plus la jachère et les assolements réguliers), mais ils ont conservé un élevage extensif sur des terres marginales, même lorsqu'ils ne possèdent que de petites parcelles. Au total, ces nouveaux sédentaires occupent les meilleures terres du Maroc mais en tirent de médiocres ressources. Eux aussi fournissent des contingents importants à l'exode rural, d'autant plus que la colonisation a amplement nordu sur leur espace agraire.

D'une manière générale on peut estimer que le "bled" traditionnel est desservi par des techniques agronomiques retardataires. Mais à la faiblesse des rendements s'ajoutent d'autres contraintes plus difficiles encore à éliminer.

D'une part, ces freins sont de nature psychologique : force de la tradition, innovations mal reçues par suite de la sous-éducation, mélange des impératifs socio-ethniques et économiques. D'autre part, la trésorerie de ces petits exploitants interdit, par son étroitesse, tout investissement à moyen ou long terme : l'homme du bled est ainsi souvent tributaire du prêteur usuraire et du commerçant. Enfin ce manque de moyens pécuniaires contraint le fellah à commercialiser hâtivement ses productions à l'époque des plus bas prix tandis qu'il achète sa semence (ou le grain de son alimentation, en période de soudure) aux plus hauts prix; il est encore une fois entre les mains des spéculateurs des souks ruraux.

Aussi, en dehors d'une intervention radicale de l'Etat, les chances d'amélioration de la vie paysanne traditionnelle sont-elles limitées. C'est pourquoi la réussite des maraîchers du littoral atlantique, de Oualidia à Salé, apparaît exceptionnelle : la valeur des sols, l'abondance des eaux et la proximité du port exportateur de Casablanca n'expliquent pas entièrement ce résultat, obtenu cependant dans le cadre d'initiatives individuelles.

#### B.- Les agriculteurs modernes

C'est au XX<sup>e</sup> siècle que la colonisation européenne introduisit au Maroc des techniques de culture modernes, en partie imitées par de grands propriétaires marocains. Depuis 20 ans, les centres d'intervention agricole de l'Etat ont tenté de diffuser ces techniques en milieu traditionnel. Aujourd'hui, les terres reprises à la colonisation laissent entre les mains de l'Etat un gros secteur d'agriculture moderne.

Les terres de colonisation, officielles ou privées, occupaient en 1955 près d'un million d'hectares. Les principaux secteurs étaient localisés dans le Rharb, le Saïs, les environs de Rabat la Basse-Chaouïa, le Haouz de Marrakech, le Tadla, le Souss et les Triffa.

La plupart de ces terres sont constituées par d'assez grands domaines, aux champs géométriques au milieu desquels se dressent d'importants bâtiments d'habitation et d'exploitation. Sur les marges de ces terres, des villages d'ouvriers agricoles à l'habitat rudimentaire sont nés, mêlés aux petites cellules de paysans traditionnels. Motorisées depuis les années 30, bien exploitées, ces fermes pratiquèrent dès le début des cultures spéculatives d'assez hauts rendements : blé, légumineuses, vigne, agrumes, olives, accessoirement le riz et le coton. Dans le Rharb, le Saïs et la Haute Chaouïa, de grandes propriétés marocaines, récemment constituées, pratiquent le même système de culture et engendrent le même paysage rural.

Proches des grands axes de communication, ces exploitations modernes provoquent au moment des récoltes l'animation des routes, des caves-coopératives, des silos et des ports exportateurs. Le réseau de commercialisation moderne leur est presque entièrement réservé.

Entre 1963 et 1965 les 225.000 hectares de terres de colonisation officielle, ont été récupérés par l'Etat. Elles sont gérées sous forme de "blocs de culture", qui agglomèrent plusieurs anciennes fermes et sont contrôlées par des agents techniques de l'Etat. Cependant les méthodes et les systèmes de culture demeurent et les paysages ruraux sont inchangés. Dans un avenir prochain, les terres de colonisation privées doivent être également récupérées. Un allotissement entre petits paysans est prévu pour une partie de ces terres ainsi reprises.

Bien que hautement productive, l'agriculture moderne marocaine rencontre souvent des difficultés dans l'écoulement de ses produits. En Europe Occidentale, principale cliente, le blé dur et le vin sont concurrencés, tandis que les agrumes luttent à grand peine contre les productions des autres pays méditerranéens. Au total, un problème se pose à l'agriculture moderne marocaine : se reconverter vers la satisfaction des besoins nationaux ou vendre à l'extérieur des produits demandés et concurrentiels (produits de l'élevage, par exemple).

### III.- LES PROJETS ET REALISATIONS DE MISE EN VALEUR

Devant la poussée démographique, l'insuffisance de la production agricole, la faiblesse des rendements et les nombreux problèmes posés par la mise en valeur, l'Etat a été amené depuis la deuxième guerre mondiale et surtout depuis l'Indépendance à se substituer dans le domaine de la modernisation agricole, comme d'ailleurs dans les autres domaines, à la bourgeoisie citadine peu dynamique pour essayer de sortir l'agriculture de son cadre traditionnel et archaïque.

Cette action qui se poursuit à l'heure actuelle et se renforce d'année en année, grâce à un encadrement plus efficace du paysan et des organismes d'intervention mieux structurés, revêt plusieurs aspects dont nous n'évoquerons ici que les principaux.

#### A.- La modernisation et l'extension des périmètres irrigués existants

Grâce à des aménagements importants déjà réalisés dans les périmètres du Tadla, du Haouz, des Doukkala, du Rharb (Sidi Slinane) et de la Basse Moulouya, 130.000 hectares environ sont actuellement irrigués. En outre, près de 250.000 hectares le sont par des installations isolées. L'extension de ces périmètres continue activement.

#### B.- La création de nouveaux périmètres irrigués

Plusieurs projets sont actuellement à l'étude ou en cours de réalisation tels que ceux du Sebou, du DERRO (Développement Economique des Régions du Rif Occidental), du Loukkos, de la Basse Moulouya et du Tafilalt.

Le projet Sebou, confié depuis 1963 à une mission F.A.O. et financé par le Fonds Spécial des Nations-Unies, concerne l'aménagement et la mise en valeur du bassin hydrologique du fleuve Sebou qui couvre plus de 40.000 km<sup>2</sup>. Dans le cadre de ce projet, les grands travaux d'équipements prioritaires seront financés par des organismes internationaux.

Le projet DERRO, également confié à une mission F.A.O. prévoit l'aménagement du Rif occidental. Etant donné les caractéristiques particulières de cette région, il est surtout orienté vers les problèmes de lutte contre l'érosion, de choix et d'introduction des cultures de rente pouvant permettre l'augmentation du niveau de vie des populations locales.

Le projet Loukkos intéresse l'assainissement, l'aménagement et la mise en valeur de la plaine du Loukkos dont la superficie pouvant être équipée est estimée à 11.000 hectares dans la vallée proprement dite et 7.000 hectares dans la zone des sols sableux situés au S de Larache.

Le projet de la Basse Moulouya prévoit la poursuite de l'aménagement et la mise en valeur de l'ensemble du périmètre de la Basse Moulouya. Il intéresse 30.000 hectares sur la rive gauche du fleuve, répartis entre le Zebra, le Gareb et le Bou Arg et 40.000 hectares sur la rive droite (Triffa). Deux barrages fourniront l'eau au périmètre (Mechra Homadi, en fonctionnement depuis 10 ans et Mechra Klila en voie d'achèvement).

Enfin, le projet du Tafilalt, dont les études préliminaires sont déjà à un stade très avancé, concerne la régularisation de l'Oued Ziz par la construction d'un barrage, l'aménagement et la mise en valeur des bassins versants du Ziz et du Rhéris.

#### C.- L'amélioration du matériel végétal et l'utilisation de semences sélectionnées

Dans ce domaine un travail considérable a déjà été accompli et l'effort déployé par l'Etat depuis plus de quarante ans continue. Pour la plupart des cultures pratiquées au Maroc, il existe actuellement des variétés sélectionnées excellentes dont le potentiel de rendement est nettement plus élevé que celui des variétés locales. D'autres sont en préparation.

La multiplication des semences et leur diffusion qui avaient connu jusqu'à ses dernières années un certain retard, commencent à retenir l'attention des pouvoirs publics. C'est ainsi qu'a été créé en 1963, à l'Institut National de la Recherche Agronomique, un service qui a pour tâche essentielle la production de semences sélectionnées conformément à un programme établi en accord avec les Offices de Mise en Valeur et le Ministère de l'Agriculture.

#### D.- La diversification des cultures

Dans son effort de modernisation de l'agriculture, l'Etat a été conduit à accroître la gamme des productions agricoles pour sortir le pays de la monoculture céréalière et établir, par des assolements appropriés, un équilibre judicieux des différentes productions. Des cultures nouvelles ont été introduites : coton, betterave, cultures fourragères, etc... D'autres comme la canne à sucre, l'hibiscus, le sisal sont en train d'être expérimentées.

#### E.- L'amélioration des techniques culturales

Les actions menées dans ce domaine sont loin d'être négligeables depuis la création des Offices de Mise en Valeur. Grâce aux nombreux centres installés à travers le pays, la préparation du sol, les façons culturales, commencent à connaître dans certaines régions une nette amélioration. Les techniques rationnelles d'irrigations tendent à se généraliser. L'emploi des engrais s'intensifie.

#### F.- L'amélioration des pâturages en zone sèche

Dans le cadre de l'Administration des Eaux et Forêts, le Service de la Défense et Restauration des Sols effectuée depuis 1948 des travaux pour la restauration des parcours, et des milliers d'hectares ont déjà fait l'objet d'amélioration.

Des études de base tendant à guider et à étendre l'action de l'Etat dans ce domaine sont actuellement en cours de réalisation et certaines d'entre elles sont déjà à un stade très avancé. Il s'agit principalement :

- de l'inventaire cartographique des milieux pastoraux;
- de l'inventaire pastoral proprement dit qui permet de connaître les zones à aptitudes pastorales et de procéder à un choix en vue de l'installation des "zones d'attaque." caractéristiques et représentatives des grandes zones d'élevage;
- des cartes de pâturages détaillées;
- des études sur les possibilités d'introduction d'espèces fourragères.

#### G.- Les organismes d'intervention

Il ressort de ce bref aperçu sur l'agriculture au Maroc que la tâche qui incombe à l'Etat dans le domaine agricole est immense. D'un côté les problèmes sont nombreux et complexes, la poussée démographique très forte; de l'autre la production est insuffisante et stationnaire. L'Etat doit donc agir rapidement pour arriver à combler le retard accumulé depuis des années et même à prendre de l'avance.

Guidé par cet impératif, il a doté le pays de toute une série d'organismes d'intervention agricole dont certains, s'ils n'ont pas encore atteint tout à fait leur équilibre, ont déjà cependant fait preuve d'une très grande efficacité. On peut donner, à titre d'exemple, le lancement du coton et de la betterave par l'Office National des Irrigations.

Parmi ces organismes, citons en tout premier lieu le Ministère de l'Agriculture. Son rôle est de présider à l'élaboration de la politique agricole en liaison avec les autres départements ministériels et dans le cadre des grandes options définies par les plans nationaux. Il assure en outre la tutelle des grands établissements publics à vocation agricole et coordonne leurs actions. Enfin, il intervient directement dans un certain nombre de domaines tels que : l'économie agricole, les eaux et forêts, l'élevage, l'enseignement agricole, la conservation foncière et le cadastre.

Le Ministère de l'Agriculture est assisté par les établissements suivants :

- l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA); il a pour mission de mener, selon les décisions d'ensemble arrêtées au Ministère de l'Agriculture, le programme de recherches jugées indispensables à l'avenir agricole et économique du pays. Il sert également de conseiller aux organismes de mise en valeur et les informe régulièrement des résultats acquis soit directement à l'occasion de réunions, de conférences, etc... soit indirectement au moyen de ses publications (Al Awamia, Cahiers de la Recherche Agronomique, Collection Technique et Productions Agricoles, Rapports, etc...);
  
- l'Office de Mise en Valeur Agricole (OMVA) : cet organisme a été créé en 1965 pour regrouper l'Office National des Irrigations (ONI) responsable de l'intensification de l'agriculture en périmètre irrigué et l'Office National de Modernisation Rurale (ONMR) travaillant en zone non irriguée. Il présente une certaine originalité si on le compare à des organismes similaires existant dans d'autres pays du fait qu'il contrôle tous les facteurs de production depuis la construction des barrages ou l'aménagement des sources d'eau jusqu'à la commercialisation des produits en passant par l'équipement des terres, la fourniture d'engrais, de semences, de matériel agricole, etc... Son rôle est donc extrêmement varié et consiste dans la recherche et l'aménagement des ressources en eau, l'organisation et la valorisation des périmètres irrigués et des secteurs non irrigués, la formation professionnelle des agriculteurs, etc...

Outre ces organismes principaux d'intervention, il existe d'autres établissements publics à vocation agricole que nous ne ferons que citer mais dont le rôle est loin d'être négligeable dans le cadre du développement et de la modernisation de l'agriculture. Ce sont : la Caisse Nationale de Crédit Agricole, l'Office Chérifien Interprofessionnel des Céréales (OCIC), l'Office de Commercialisation et d'Exportation (OCE), le Bureau des Vins et Alcools, les Chambres d'Agriculture, la Régie des Tabacs, la Promotion Nationale, etc...

#### IV.- LES PRODUCTIONS AGRICOLES ET FORESTIERES

Le Maroc, grâce à la variété de ses climats et de ses sols, grâce aussi à des ressources en eau qui permettent une certaine extension de l'irrigation, se développant actuellement de plus en plus, peut s'offrir une gamme très large de productions agricoles. Cependant ce pays, sur une très grande partie de son territoire, n'est guère favorisé par le climat, presque toujours trop sec et l'irrigation ne peut compenser le déficit que sur des surfaces encore bien trop réduites. Il s'ensuit que cette gamme dans laquelle les céréales représentent 90 % des surfaces cultivées, est en réalité très déséquilibrée (tableau n°I-4-3); il s'ensuit également que bien des rendements sont faibles, d'autant plus que de grands progrès restent à faire dans le domaine des techniques culturales (préparation du sol, engrais, modes de semis, entretien des cultures, etc...).

	Superficie des terresensemencées	Pourcentage de la superficie totale
Céréales	4.282.000 ha.	89,3
Légumineuses	280.000	5,8
Cultures horticoles	104.000	2,2
Cultures industrielles	55.300	1,2
Cultures fourragères	32.000	0,7
Cultures diverses	39.000	0,8
Total	4.792.300	100,0

TABLEAU N°I-4-3

REPARTITION DES TERRES ENSEMENCEES (1962-1963)

## A.- Les productions agricoles

### 1<sup>o</sup>) Les céréales

La base de la production agricole marocaine est constituée par les céréales qui occupent annuellement 4 à 4,5 millions d'hectares, donnant une récolte moyenne d'environ 25 millions de quintaux et contribuant ainsi pour 32 à 35 % à la formation du revenu national agricole (tableau n<sup>o</sup>I-4-4).

Elles comprennent 4 céréales principales : l'orge, le blé dur, le blé tendre, le maïs, et 6 céréales secondaires : le sorgho, l'alpiste, l'avoine, le millet, le seigle et le riz.

Parmi les céréales principales, l'orge occupe la première place et constitue une des bases principales de l'alimentation marocaine. Dans les régions à faible pluviométrie, elle est la seule culture possible sans irrigation. Elle est cultivée à peu près partout au Maroc sur les terres les plus pauvres, les terres les plus riches étant réservées au blé dur et au blé tendre.

Le blé dur est surtout cultivé dans les régions de Fès, Meknès, Taza, Kénitra, Casablanca et Oued-Zem. Cette céréale sert à beaucoup de marocains pour la fabrication de leur semoule et de leur pain, mais 10 % environ de la production peut être exportée.

Le blé tendre occupe la troisième place avec des emblavures oscillant autour de 400 à 500.000 hectares et une production moyenne de 3.600.000 quintaux. Il est cultivé à peu près partout mais principalement dans les régions de Casablanca, Oued Zem, Safi, Essaouira, Marrakech, c'est à dire un peu plus au S par rapport au blé dur.

Enfin, le maïs couvre 500.000 hectares localisés en grande partie dans les régions de Casablanca, El Jadida, Safi, Essaouira, c'est-à-dire en bordure du littoral atlantique où l'humidité relative de l'air est très élevée au printemps et en été. Cette céréale est également cultivée dans les zones intérieures mais à l'irrigation.

	Superficies en hectares	Production totale en qx.	Rendements moyens en qx./ha
Blé tendre	396.000	3.051.000	7,8
Blé dur	1.257.000	8.905.000	7,1
Orge	1.935.000	14.630.000	7,6
Maïs	462.000	3.967.000	8,6
Avoine ) Sorgho ) Alpiste ) ..... Millet ) Seigle )	229.000	1.407.000	6,1
Riz	3.000	172.000	57,3

TABLEAU N° I-4-4

LES CEREALES (1962-1963)

Parmi les céréales secondaires, nous citerons seulement le riz, introduit au Maroc, vers 1949 et qui est cultivé uniquement dans le Rharb. Il n'occupe actuellement que 5.000 hectares, mais cultivé de façon moderne, les rendements sont élevés, dépassant fréquemment les 60 quintaux par hectare. Cette céréale est appelée à prendre une grande extension dans le Rharb où elle permettra d'utiliser des sols de "merjas" actuellement plus ou moins abandonnés.

2°) Les légumineuses alimentaires

Les légumineuses alimentaires occupent la plus grande superficie des terres cultivées après les céréales. Elles couvrent environ 280.000 hectares et produisent 1.022.000 quintaux. Elles sont en général cultivées en assolement biennal avec les céréales pour lesquelles elles constituent un excellent précédent. Dans la zone semi-aride, elles ont tendance à remplacer la sole jachère. Parmi les nombreuses espèces existant au Maroc, cinq d'entre elles méritent d'être signalées pour leur production : ce sont les fèves, les pois ronds, les lentilles, les pois chiches et les haricots (tableau n° I-4-5).

Les fèves représentent la principale légumineuse d'hiver et sont largement réparties dans l'ensemble du pays.

Les pois ronds, destinés principalement à l'exportation, sont localisés dans quelques régions privilégiées : Fès, Meknès, Rharb, Chaouia et Tadla.

Les lentilles ont une aire de production très étroite comprenant les Abda-Doukkala et la Chaouia.

Les pois-chiches constituent la principale légumineuse de printemps. La superficie occupée par cette culture est fonction à la fois de la pluviométrie printanière et des surfaces laissées libres par les légumineuses d'hiver. Elle est en moyenne de 65.000 hectares.

Enfin, les haricots, cultivés également au printemps, occupent une zone de production relativement réduite. Etant très exigeante en eau, cette culture nécessite souvent un apport d'irrigation.

	Superficies en hectares	Production totale en qx	Rendements moyens en qx/ha
Fèves	107.000	587.000	5.5
Pois ronds	54.000	259.000	4.8
Lentilles	24.000	132.000	5.5
Pois-chiches	88.000	447.000	5.1
Haricots	7.000	47.000	6.7

TABLEAU N° I-4-5

LES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES (1962 - 1963)

### 3°) Les cultures maraichères

Les cultures maraichères, assez répandues au Maroc, sont représentées principalement par la tomate (de primeur et de saison), la pomme de terre (de primeur et de saison), les haricots verts, les courgettes, les piments et les nioras, les melons et pastèques, les oignons, concombres, artichauts, les petits pois, les carottes et navets (tableau n° I-4-6).

Les superficies consacrées à ces cultures, surtout en ce qui concerne les primeurs, sont assez fluctuantes et dépendent des conditions économiques du marché extérieur. Elles ont eu, au cours de ces dernières années, une extension importante mais très irrégulière.

	Superficies en hectares	Productions en tonnes
Pomme de terre	18.000	225.000
Tomate	11.000	175.000
Artichaut	4.000	25.000*
Haricots verts	3.350	12.500*
Petits pois	3.700	16.000*
Oignons	4.000	35.300
Carottes	2.000	34.900
Navets	3.000	47.300
Courges et courgettes	5.000	43.700
Fèves fraîches	10.000	84.100
Melons et pastèques	10.000	120.900
Piments	2.800	29.000*
Nioras	2.900	12.000*
Ail	680	3.300*
Divers	3.270	32.200*

\* Année 1961 - 1962

TABIEAU N° I-4-6

LES CULTURES MARAICHÈRES (1962 - 1963)

La production des cultures maraichères, stimulée principalement par le marché d'exportation, est caractérisée par un double régime :

- d'une part la culture maraichère intensive pratiquée dans les zones privilégiées de la côte atlantique (Agadir, Safi, El Jadida et Casablanca) et dans les périmètres irrigués;

- d'autre part la culture légumière extensive conduite généralement en sec et en rotation avec les cultures traditionnelles.

#### 4°) Les plantes fourragères

Elles sont peu répandues et sont faites presque exclusivement par le secteur moderne. Les surfaces qui leur sont consacrées sont très mal connues. On les estime à l'heure actuelle à 35.000 hectares soit 1 % des terres cultivées.

Depuis quelques années, les cultures fourragères retiennent davantage l'attention de l'Etat. De nombreuses études ont été entreprises pour déterminer les espèces convenant le mieux au Maroc, aussi bien en sec qu'en irrigué, et les Offices de Mise en Valeur commencent déjà à en assurer l'extension et la vulgarisation. Dans les périmètres irrigués, il est prévu que d'ici 1970, 100.000 hectares porteront des cultures fourragères.

Les espèces les plus cultivées jusqu'à présent sont la luzerne, le trèfle d'Alexandrie (bersim), le maïs-fourrage, le napier et le Chloris gayana.

#### 5°) Les cultures industrielles

Elles sont peu développées et n'occupent que 86.000 hectares environ. Cependant avec la mise en valeur des périmètres irrigués, elles ont tendance à prendre de plus en plus d'importance. Elles sont représentées par les plantes textiles, les plantes sucrières, les plantes oléagineuses, les plantes aromatiques et tinctoriales.

### a) Les plantes textiles

La principale plante textile cultivée au Maroc est le cotonnier qui couvre environ 15.000 hectares et dont la production est concentrée dans les périmètres irrigués du Tadla (trois quarts des superficies) et de la Basse Moulouya. Depuis deux ans, cette culture a tendance à s'implanter dans les périmètres irrigués du Rharb et des Abda-Doukkala mais les superficies qu'elle occupe jusqu'à présent restent faibles. En outre, des essais sont en cours pour étudier les possibilités de culture en sec du cotonnier dans le N du pays : régions de Ouezzane, Dar Chaoui, Tanger, Loukkos. Les résultats déjà obtenus semblent assez prometteurs.

Outre le cotonnier, le Maroc cultive également le sisal, l'hibiscus et le chanvre. Ces cultures n'occupent cependant qu'une très faible superficie.

Enfin, le palmier nain, très répandu et existant à l'état spontané, assure par cueillette une production de 100.000 tonnes de crin végétal, exportée à 90 %.

### b) Les plantes sucrières

Les plantes sucrières sont représentées essentiellement par la betterave à sucre. Cette culture, quoique d'introduction récente, tend à occuper une place de plus en plus importante au Maroc et principalement dans les périmètres irrigués. Elle était jusqu'en 1965 localisée dans le Rharb où fonctionne depuis 1963 une sucrerie d'une capacité de traitement de l'ordre de 270.000 tonnes de betteraves (production estimée à 30-35.000 tonnes de sucre). Pour la campagne 1966 elle couvre dans cette région une superficie de : 12.500 hectares (3.800 hectares en 1963 - 8.100 en 1964 - 9.100 en 1965). Elle est appelée à prendre une très grande extension dans d'autres périmètres irrigués comme le Tadla et les Abda-Doukkala.

On estime que dans un délai de 5 ans, 37.000 hectares seront consacrés à la betterave. La production sera alors de 1.100.000 tonnes de racines, soit environ 135.000 tonnes de sucre (à peu près 40 % de la consommation globale actuelle de sucre au Maroc).

La canne à sucre, autrefois très cultivée, a pratiquement disparu. On commence à l'heure actuelle à s'intéresser à nouveau à cette culture qui semble être appelée à un certain avenir dans la partie N du pays. Les essais entrepris récemment dans le Loukkos, dans le Rharb et en Basse Moulouya ont déjà donné des résultats très satisfaisants en ce qui concerne certaines variétés.

### c) Les plantes oléagineuses

Outre le coton, elles sont représentées principalement par le lin et le tournesol. D'autres espèces ont tendance à se développer à l'heure actuelle : ce sont le ricin, le carthame et le pavot oeillette.

Le lin a perdu depuis quelques années l'importance qu'il avait autrefois.

Le tournesol a connu dans le passé une extension assez grande, et en 1951, 15.000 hectares étaient occupés par cette culture. Depuis, les superficies emblavées n'ont cessé de décroître. En 1963, après les inondations du Rharb, une opération tournesol lancée par l'Office National des Irrigations a donné un nouvel essor à cette culture. A l'heure actuelle, les superficies couvertes par le tournesol, qui intéresse de plus en plus les Offices de Mise en Valeur, représentent environ 4.500 hectares.

### d) Les plantes aromatiques et tinctoriales

Elles comprennent : les plantes à parfum, le tabac et les plantes tinctoriales.

Une gamme étendue de plantes à parfum s'accommode des conditions climatiques du Maroc. Certaines font l'objet d'une culture rentable : c'est le cas de la menthe poivrée, la menthe pouliot, le géranium rosat, le géranium bourbon, le rosier, le jasmin, l'anis, le romarin, etc... D'autres sont exploitées par simple cueillette; cette seconde catégorie comprend le thym, le myrte, l'iris, la marjolaine, etc...

La superficie occupée par ces différentes plantes est difficile à déterminer et varie selon l'année en fonction de la demande extérieure et des cours mondiaux. On l'estime en moyenne à 2.000 hectares.

Le tabac est cultivé presque uniquement dans les régions de Meknès et d'Ouezzane en culture sèche et familiale (0,17 hectare en moyenne par plantation).

Quant aux plantes tinctoriales; leur culture est partout en voie de disparition à cause des progrès accomplis ces dernières années, par l'industrie des colorants synthétiques. Certaines espèces comme le hanné, le carthame et l'indigotier contiennent cependant à faire l'objet de cultures assez importantes.

#### 6<sup>e</sup>) Les cultures fruitières

Les cultures fruitières occupent une superficie relativement réduite par rapport aux autres cultures comme les céréales et les légumineuses. Cependant, elles fournissent des produits de haute valeur. Les agrumes à eux seuls représentent en valeur autant que les céréales et les légumineuses réunies (tableau N<sup>o</sup>I-4-7)

La gamme des productions fruitières est particulièrement étendue allant de la banane et de l'avocat jusqu'à la cerise, la fraise, le pommier et le poirier en passant par le palmier dattier, le figuier, l'amandier, l'olivier, les agrumes, la vigne, le noyer, l'abricotier, le pêcher, le prunier, etc... Depuis cinquante ans, l'essor de l'arboriculture a été rapide et la surface plantée multipliée par cinq de 1922 à 1955.

Les productions fruitières principales sont cependant les agrumes, l'olivier et la vigne. Les agrumes constituent la principale spéculation fruitière. Ils couvrent 54.000 hectares et fournissent une production de 630.000 tonnes dont 470.000 tonnes sont exportées, ce qui représente 11,3 % en valeur des exportations totales du Maroc. La production se répartit entre les oranges (86 %), les clémentines et mandarines (10 %) et les citrons et pomélos (4 %). En raison des exigences climatiques des agrumes, l'agrumiculture n'a pu se développer que dans certaines régions privilégiées. Parmi celles-ci le Rharb vient au premier rang suivi du Souss. Dans les périmètres irrigués des Triffa, du Haouz et du Tadla, la progression des plantations est assez lente.

L'olivier joue traditionnellement un grand rôle parmi les cultures arbustives au Maroc. Il demeure essentiellement une culture des paysans marocains. Son aire d'extension couvre pratiquement tout le pays mais les plantations sont surtout localisées en montagne (jusqu'à 1.300 m) dans les collines du N, les oasis de la Moulouya, et le "Dir" du Haut Atlas.

Le vignoble marocain traditionnel date de l'époque romaine. Il couvre actuellement 10.000 hectares et est localisé dans les collines du Rif, la région de Fès, les Doukkala et le Haouz. On le retrouve également dans le Haut Atlas et dans les oasis du S sous forme de liane. Ce vignoble est orienté vers la production de raisins de table et de raisins sec.

La colonisation a créé un vignoble moderne orienté vers la production du vin dans les régions de Meknès (la moitié de la production), le Rharb, l'Oriental et la région de Casablanca. Les rendements sont assez bons bien que très variables. Ce vignoble occupe 60.000 hectares, produit 2.300.000 hectolitres de vin et environ 50.000 tonnes de raisins de table. En 1965, la production fut étonnante : avec 3.500.000 hectolitres, tous les records furent battus.

Les autres cultures fruitières présentant une certaine importance sont assez dispersées. Il est assez difficile de donner une estimation correcte de la surface et de la production de chacune des espèces.

	Superficies en hectares	Production en tonnes
Agrumes	54.000	630.000
Olivier	160.000	140.000**
Vigné (culture moderne)	60.000	50.000*** (raisins de table)
Palmiers	90.800	55.800
Amandiers	80.900	11.700
Noyers )	2.200	3.000
Cerisiers )		320
Grenadiers )	7.700*	60.050
Figuiers )	121.700*	
Bananiers	50	650
Abriçotiers	-	10.985
Pêchers	-	1.600
Pruniers	-	4.225
Poiriers	850*	-
Pommiers	1.520*	-

\* Moyenne des campagnes 1959 et 1960.

\*\* Moyenne des campagnes 1963 et 1964

\*\*\* Plus de 2.300.000 hectolitres de vin (3.500.000 en 1965, production record).

TABLEAU N°I-4-7

LES CULTURES FRUITIÈRES (1955 - 1962)

## B.- La production et l'utilisation des forêts

Les forêts du Maroc couvrent irrégulièrement de leur frondaison environ 4.120.000 hectares, soit à peu près le dixième de la surface. Elles sont situées au N des crêtes de l'Anti-Atlas, du Haut-Atlas et de ses prolongement orientaux. Les nappes alfatières s'étendent dans la partie orientale sur environ 2.500.000 hectares.

La répartition en surface des principales essences forestières, d'après P. BOUDY (1951) est la suivante :

Chêne vert .....	1.340.000 hectares
Thuya de Berbérie .....	740.000 hectares
Arganier .....	700.000 hectares
Chêne-liège .....	400.000 hectares
Genévrier .....	230.000 hectares
Cèdre de l'Atlas .....	115.000 hectares
Pin maritime et Pin d'Alep .....	75.000 hectares
Chênes à feuilles caduques .....	24.000 hectares
Sapin pinsapo .....	5.500 hectares
Essences secondaires .....	500.000 hectares.

Les productions moyennes sont les suivantes  
(BOUDY, 1951) :

Bois de feu .....	400.000 stères
Charbon de bois .....	900.000 quintaux
Bois d'oeuvre .....	75.000 mètres cubes
Bois à pâte .....	120.000 mètres cubes
Liège de reproduction .....	100.000 quintaux
Liège mâle .....	250.000 quintaux
Alfa .....	100.000 quintaux

### 1<sup>o</sup>) Le Chêne vert (Quercus Ilex)

Le Chêne vert ou Chêne Yeuse est une des plus remarquables essences forestières du Maroc. Il s'adapte à un grand nombre de types de sols (sols squelettiques, sols bruns calcaires, rendzines, sols rouges méditerranéens, etc...) et s'étend aussi bien

dans les étages bioclimatiques semi-aride que subhumide <sup>et humide</sup>. Il constitue un grand nombre de massifs importants mais se trouve également en petites stations isolées. On le rencontre à partir de 300-400 m d'altitude jusqu'à 2.900 m dans le Haut Atlas.

Le Chêne vert est inapte à donner des bois d'oeuvre de qualité. On l'utilise pour faire des traverses de chemin de fer. C'est pourquoi, ses peuplements sont tous actuellement traités en taillis.

### 2°) Le Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*)

Le Thuya de Berbérie, par la surface qu'il occupe, constitue la plus importante essence forestière résineuse du Maroc. Endémique de l'Afrique du Nord, cette espèce forme d'importants peuplements dans le Rif méditerranéen et le Rif Central, le Moyen Atlas septentrional, la région de Mogador au contact de l'Arganier, le Souss et le Plateau d'Oulmès.

Elle est strictement cantonnée dans l'étage climatique semi-aride, son amplitude altitudinale allant du niveau de la mer jusqu'à 1.500 m sur le versant S du Haut Atlas.

On peut la trouver sur différents terrains mais d'une manière générale les sols de la forêt de Thuya sont des sols squelettiques pauvres.

Le bois de Thuya est un bois brun rouge, à grains très fins et homogènes, qui est très apprécié par l'ébénisterie.

### 3°) L'Arganier (*Argania spinosa*)

C'est l'essence forestière la plus originale du Maroc. Endémique de ce pays, elle couvre de façon plus ou moins clairsemée toute une bande côtière depuis l'embouchure du Tensift jusqu'à celle de l'Oued Souss, puis une grande partie de la plaine du Souss, tous ses bassins versants et enfin la plus grande partie de l'Anti-Atlas.

Prospérant à proximité immédiate de l'Océan, l'Arganier ne dépasse pas l'altitude de 1400 à 1500 m dans le Haut Atlas. Il est assez plastique puisqu'il s'étend à la fois sur les étages aride et semi-aride. Il colonise toutes sortes de terrains, surtout les sols à croûte calcaire, peu épais et facilement érodés.

Il constitue un pâturage suspendu d'une grande valeur : les chèvres broutent son feuillage et ses fruits et le tapis herbacé qui pousse sous son couvert.

En outre, les noyaux d'Arganier donnent une huile comestible, l'huile d'argane, qui est très appréciée par la population.

#### 4°) Le Chêne-liège (Quercus suber)

C'est, avec le cèdre, l'essence la plus précieuse des forêts du Maroc. Les massifs principaux se répartissent en quatre grands groupes :

- la forêt de Mamora,
- les forêts de l'arrière pays de Rabat-Casablanca,
- les forêts du plateau d'El Harcha-Oulmès,
- les forêts du Rif, de la presqu'île tingitane, du Moyen Atlas septentrional.

L'amplitude altitudinale de cette espèce varie en fonction de la latitude. On la rencontre depuis le niveau de la mer dans la région de Tanger jusqu'à 2.100 m dans le Haut Atlas.

Du point de vue climatique, le chêne-liège s'étend sur les étages semi-aride, subhumide et humide.

Contrairement aux espèces précédentes, il est très peu plastique vis-à-vis du sol. Il ne se rencontre que sur des sols non calcaires, à réaction acide.

En forêt de Mamora, les chênes-lièges sont démasclés entre 20 et 30 ans pour fournir le liège-mâle. Par la suite, le liège de reproduction atteint l'épaisseur marchande (25 mm) vers 9 à 10 ans. C'est avec ce liège de texture plus homogène que celle du liège-mâle qu'on fabrique notamment les bouchons. Les coupes réalisées après 4 récoltes successives produisent du bois et du tanin.

## 5<sup>e</sup>) Le Genévrier

Cette essence est représentée au Maroc par trois espèces principales : le Genévrier rouge, le Genévrier thurifère et le Genévrier oxycèdre.

Le Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*) forme deux types de peuplements :

- les peuplements côtiers qui jalonnent les sols sableux en bordure immédiate de la mer comme ceux de Mehdiya, de l'embouchure du Tensift et des environs de Mogador.

- les peuplements montagnards qui bordent de façon discontinue les versants atlantiques et sahariens du Haut-Atlas et le versant de la Moulouya du Moyen Atlas.

Il se développe toujours dans l'étage semi-aride sur des types de sols très variés et même parfois salés.

Il joue essentiellement un rôle de protection des sols et ne fournit que du bois de chauffage.

Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) est présent dans l'étage semi-aride froid de toutes les montagnes marocaines, exception faite du Rif occidental et de l'anti-Atlas occidental. Il prospère dans tous les types de sol.

Il est utilisé comme arbre de protection et comme bois de chauffage. Les rameaux, en temps de neige, servent également à la nourriture des troupeaux.

Le Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) se rencontre rarement en plaine mais est très répandu dans toutes les montagnes marocaines jusqu'à 3000 m d'altitude où il est le plus souvent subordonné à d'autres essences principales.

Il ne constitue que tout à fait exceptionnellement des peuplements forestiers.

6<sup>e</sup>) Le Cèdre (Cedrus libanoti ssp. atlantica)

Le Cèdre couvre au Maroc une surface de l'ordre de 115.000 hectares dont environ 15.000 hectares dans le Rif, 74.000 hectares dans le Moyen Atlas occidental, 8.000 hectares dans le Moyen Atlas oriental et 18.000 hectares dans le Haut Atlas.

Sa limite supérieure altitudinale se situe de façon assez irrégulière aux environs de 2.800 m tandis que sa limite inférieure est à la fois beaucoup plus variable et moins précise; elle peut descendre jusqu'à 1.350 m. environ.

Dans son ensemble, cette espèce s'étend dans l'étage méditerranéen humide mais elle supporte des conditions beaucoup plus sèches dans le Haut Atlas.

Les sols de la cédraie sont le plus souvent des sols bruns forestiers, des rendzines et des sols rouges méditerranéens sur calcaire, dolomie ou basalte quaternaire.

Le bois de Cèdre est en général un bois tendre, coloré, odorant, durable, facile à travailler mais relativement cassant. Il est utilisé principalement par l'ébénisterie locale.

7<sup>e</sup>) Le Pin maritime (Pinus pinaster var. Moghrebiana)

Cette essence s'apparente avec le Pin maritime de Provence. Elle constitue des peuplements relativement importants dans le Rif occidental, le Moyen Atlas septentrional et central, dans les étages bioclimatiques subhumide et humide. Elle est assez indifférente à la nature du sol pourvu que celui-ci soit bien drainé.

Le bois du Pin maritime comporte de nombreux noeuds et n'est de ce fait utilisé que pour la caisserie.

8<sup>e</sup>) Le Pin d'Alep (Pinus halepensis)

Le Pin d'Alep ne forme de peuplements importants que dans le Haut Atlas Central. Des stations isolées jalonnent le Rif, surtout le versant méditerranéen, et le Moyen Atlas septentrional. Cette espèce s'étale dans l'étage semi-aride et dans la partie la plus sèche de l'étage subhumide, depuis le niveau de la mer jusqu'à 2.000 m. Elle prospère mieux en sols calcaires et marneux mais on la rencontre également sur sols acides.

Le bois du Pin d'Alep est utilisé principalement pour la caisserie.

#### 9°) Les Chênes à feuilles caduques

Ils sont représentés par le Chêne Zeen (*Quercus faginea*) et le Chêne tauzin (*Quercus pyrenaïca*).

Le Chêne zeen se cantonne en montagne dans les étages subhumide et humide, dans la région de Tanger, dans le Haut Atlas, le Rif, le Moyen Atlas et le Plateau d'Oulmès, tandis que le Chêne tauzin forme toute une série de petits peuplements dans le Rif occidental et la région de Tanger.

Le bois de Chêne zeen sert à fabriquer des traverses de chemin de fer.

#### 10°) Le Sapin Pinsapo (*Abies pinsapo*)

Il n'existe que deux massifs de cette essence au Maroc : un dans le Rif sur la montagne calcaire qui domine Chechaouene et un autre sur la montagne également calcaire de Tassaote.

Leur importance économique est faible, le bois de ce résineux ayant une valeur restreinte en raison de l'abondance des noeuds.

#### 11°) Les essences de reboisement

Ce sont essentiellement des essences à croissance rapide qui sont d'abord testées expérimentalement avant d'être diffusées pour le reboisement. Elles couvraient déjà 107.000 hectares en 1960.

Parmi elles, viennent au premier rang les Eucalyptus. Ils constituent la principale essence de reboisement grâce à leurs multiples variétés toutes adaptées à des conditions de milieu particulières.

L'Eucalyptus camaldulensis est surtout utilisé dans le reboisement des sols non calcaires et non salés contrairement à l'Eucalyptus gomphocephala. Ces deux Eucalyptus produisent la matière première nécessaire à la fabrication de la cellulose (usine de Sidi Yahia).

D'autres Eucalyptus plus xérophiles sont réservés aux reboisements en zone aride (E. Cladocalyx, E. Salmonopholia).

Parmi les autres essences, il faut citer les acacias à tanin (A. Cyanophylla, A. Decurrens) les résineux (Pinus pinaster, P. radiata, P. canariensis, P. halepensis) et enfin les Peupliers (P. Nigra, P. Alba, P. euramericana, etc...) dont les plantations commencent à s'étendre au delà du stade expérimental.

En 1960, les différents peuplements artificiels du Maroc renfermaient environ :

- 78.000 hectares d'Eucalyptus à bois,
- 6.000 hectares d'Acacias à tanin,
- 13.000 hectares de résineux divers
- 1.000 hectares de peupliers
- 9.000 hectares d'essences diverses.

L'accent est maintenant mis sur les reboisements de résineux, dont le Maroc a le plus besoin pour la fourniture de bois de mine (5 millions de mètres linéaires importés par an) et de bois de sciage.

### 12°) L'Alfa (Stipa tenacissima)

Bien que l'Alfa soit une graminée vivace, les nappes alfatières qui couvrent environ 2.500.000 hectares, sont soumises au régime forestier. Elles constituent de vastes peuplements sur les Hauts Plateaux du Maroc oriental, dans la vallée de la Moulouya et dans certaines plaines côtières méditerranéennes. Sur l'ensemble des hauts plateaux, l'Alfa se présente sous l'aspect d'une immense steppe d'altitude non arborée, souvent en mélange avec l'Armoise.

Les nappes alfatières sont parcourues par les troupeaux des populations locales et font l'objet d'une cueillette assez intense, cueillette concédée par l'Etat à de grandes sociétés. Les feuilles d'Alfa, longues de 30 à 120 cm, contiennent des fibres celluloseuses dont la qualité est très appréciée par l'industrie papetière. Elles sont exportées surtout vers l'Angleterre et la France.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BAHRAOUI A. (1963) : "Le plan économique intégré au développement agricole du Bassin du Sebou". Les Hommes, la Terre et l'Eau; N°6; pp.165-171.
- BOUDY P. (1951) : "Economie forestière nord-africaine. F.3 :Description forestière du Maroc". Stat. Rech. Forest.; Rabat; 249 p.
- CORNU A. et MICHEL C. (1963) : "Essais d'irrigation d'appoint sur maïs. Premiers résultats obtenus sur sables côtiers avec des hybrides demi-précoces". Al Awamia; n°7; pp.35-56.
- CORNU A. et MICHEL C. (1965) : "Essais d'irrigation d'appoint sur maïs (2ème partie). Résultats complémentaires obtenus sur sables côtiers". Al Awamia; n°15; pp.1 - 21.
- EL GHOEFI N. (1964) : "Contribution à l'édification d'une politique agricole". I.N.R.A.; Rabat; 553 p.
- GRILLOT G. et CAZAL L. (1964) : "Variétés sélectionnées de céréales cultivées au Maroc (blé, orge, avoine)". INRA; Rabat; 2ème éd.; 106 p.
- HAZAN R. (1964) : "Généralités sur les ressources en eau du Maroc". O.N.I.; Rabat; 3 p. ronéo.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (1962) : "Le coton au Maroc" INRA; Rabat; coll. Techn. et Product. Agric.; 525 p.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (1964) : "Les plantes fourragères irriguées au Maroc"; INRA; Rabat; Collec. Techn. et Product. Agric.; 606 p.

- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE : "Les agrumes au Maroc". INRA; Rabat; Colle Techn. et Product. Agric. (à paraître).
- IONESCO T. (1965) : "Mémoire sur l'amélioration des milieux pastoraux. Avant-projet d'expérimentation". INRA; Rabat; 21 p. ronéo.
- MARTIN J., JOVER H., LE COZ J; MAURER G. et NOIN D. (1964) " Géographie du Maroc"; Hatier; Paris; 255 p.
- METRO A. (1958) : "Forêts". Atlas du Maroc; sect. VI; Biogéographie; planche n°19 a; Com. de Géogr. du Maroc; 129 p.
- OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS (1963) : "Les réalisations de l'O.N.I. Les Hommes, la Terre et l'Eau; n°5; pp.123-125.
- RUELLAN A. (1964) : "Les sols salés et alcalisés de la plaine du Zebra; premiers résultats d'une expérimentation destinée à étudier leur amélioration et leur évolution sous irrigation". 8ème Cong. Int. Science du Sol; Bucarest; sous presse.
- SERVICE CENTRAL DE STATISTIQUE : Annuaire statistique du Maroc 1962-63.
- SURRUQUE P.G. (1963) : "Quelques perspectives sur le problème des oléagineux au Maroc". Al Awamia; n°6; pp.135-136.
- ZAMOUN T., FARIS M., DADI M. (1964) : "Le programme triennal de l'Office National des Irrigations"; Les Hommes, la Terre et l'Eau; n°7; pp.326-348.

## GLOSSAIRE

### DE QUELQUES NOMS ARABES OU BERBERES\*

Agadir (n.m.)	: Grenier collectif fortifié.
Aguelmane (n.m.)	: Lac permanent (en pays berbère).
Almou (n.m.)	: Prairie d'altitude sur épandage limoneux (Haute Moulouya).
Azarhar (n.m.)	: Bas pays où les populations nomades montagnardes viennent passer l'hiver.
Békri (n.m. et adj.)	: Cultures d'automne.
Bétoum (n.m.)	: Arbre : pistachier de l'Atlas.
Bory (n.m.)	: Culture sèche, non irriguée.
Bled (n.m.)	: Campagne, par opposition à ville.
Chergui (n.m.)	: Vent d'Est, chaud et sec en été.
Chleuh (n.m. et adj.)	: Berbère du Sud.
Chorfa (n.m.)	: pl. de Chérif, descendants du Prophète Mohammed.
Chott (n.m.)	: Pourtour des dépressions salées inondables.
Daya (n.f.)	: Lac temporaire dans des cuvettes naturelles.
Dayete (n.f.)	: Ensemble de daya, parfois lac permanent (Moyen Atlas).
Delou (ou dlo) (n.m.)	: Système de puisage avec outre et traction animale.
Dhess (n.m.)	: Sol limoneux de couleur grise.
Dir (n.m.)	: Zone de contact entre la montagne et la plaine (litt. = poitrail).
Djemaa (n.f.)	: Assemblée représentative des chefs de famille.
Douar (n.m.)	: Campement de khaïma ou village en dur.
Doum (n.m.)	: Palmier nain.
Erg (n.m.)	: Grand ensemble de dunes
Feija (n.f.)	: (Litt. = couloir), couloir étroit allongé entre deux crêtes (Sud marocain).
Fellah (n.m.)	: Paysan.
Fondouk (n.m.)	: Magasin de gros, dépôt et halte pour les voyageurs.
Foum (n.m.)	: Gorges, défilé, cluse (régions présahariennes et montagnes).
Gada (n.f.)	: Plateau très aplani.
Gara (n.f.)	: Colline isolée à sommet plat, butte-témoin.
Guich (n.m. et adj.)	: Tribu de soldats-laboureurs installés autrefois par les sultans dans les zones stratégiques.
Habous (n.m. et adj.)	: Biens concédés à des fondations religieuses.
Hamada (n.f.)	: Plateau désertique et pierreux.
Hamri (adj.)	: sol rouge légèrement sablonneux.
Haratine (n.m. et adj.)	: Population noire des oasis (souvent descendante d'esclaves).

\* Etabli en grande partie d'après J. MARTIN et AL. (1964)

"Géographie du Maroc". Hatier; Paris.

- Irherm (n.m.) — : Village fortifié, parfois grenier collectif.  
 Jbel (n.m.) : Montagne, sommet.  
 Kercha (n.f.) : Dépôts caillouteux consolidés.  
 Kasba (n.f.) : Habitat fortifié.  
 Khaïma (n.f.) : (pron. rhraïma) tente.  
 Khammes (n.m.) : (pron. rhammes) métayer au 1/5<sup>e</sup>.  
 Khebbaz (n.m.) : (pron. rhrabbaz) fellah lié à un propriétaire par le contrat de Khobza.  
 Khela (n.m.) : (pron. rhréla) plateau de piedmont découpé en lanières par des oueds encaissés (Sud du Haut Atlas).  
 Khobza (n.m.) : (pron. rhrbz) contrat de location à paiement en nature.  
 Kissaria (n.f.) : Quartier urbain spécialisé d'artisans ou de marchands  
 Kreb (n.m.) : Bordure escarpée deshamada.  
 Ksar (pl.ksour) (n.m.) : Village aggloméré des régions arides.  
 Maader (n.m.) : zone d'épandage de crues d'oueds dans les régions présahariennes  
 Maïdere (n.m.) : Zone d'épandage dans le Sud marocain.  
 Mazouzi (n.m. et adj.) : Cultures de printemps.  
 Mechta (n.f.) : Maison de pisé.  
 Médina (n.f.) : Quartier urbain musulman traditionnel (litt=ville)  
 Melk (n.m. et adj.) : Propriété privée.  
 Mellah (n.m.) : Quartier juif.  
 Merja (n.f.) : Marais temporaire (Rharb).  
 Mohtaseb (n.m.) : Chef des corporations.  
 Moussem (n.m.) : Foire et fête populaire à l'occasion d'un pèlerinage.  
 Naora (n.f.) : Voir delou, dont c'est une appellation régionale.  
 Nebka (n.f.) : Accumulation de sable autour des végétaux (zones arides)  
 Niora (n.f.) : Petit piment rouge utilisé comme épice.  
 Nouala (n.f.) : Hutte conique.  
 Oued (n.m.) : Cours d'eau.  
 Ouggoug (n.m.) : Petit barrage de dérivation (Haut Atlas).  
 Oulja (n.m.) : Petite plaine, dépression littorale au pied d'une falaise morte.  
 Rbâa (n.m. et adj.) : Contrat de métayer au 1/4.  
 Rhettara (n.f.) : Canalisation souterraine reliée à la surface par des puits pour l'entretien (Haouz et Sud marocain).  
 Rmel (n.m.) : Sol sablonneux.  
 Sahel (n.m.) : Plaine côtière sableuse avec arrière pays de dunes consolidées.  
 Sebkha (n.f.) : (pron. sebkra) étendue d'eau salée (Sud marocain).  
 Seguia (n.f.) : Canal ou rigole d'irrigation.  
 Skhour (n.m.) : (pron. srhrour) reliefs résiduels de roche dure dominant une surface topographique (sing.sokrate).  
 Sof (n.m.) : Pointenant rocheux isolé.  
 Souk (n.m.) : Marché.

Tachelhit (n.m.)	: dialecte berbère du Sud.
Takaout (n.m.)	: Ecorce à tanân des tamaris.
Tamazirt (n.m.)	: Dialecte berbère des montagne du Maroc central.
Tichka (n.m.)	: Pâturage dans le Haut Atlas.
Tirs (n.m.)	: (Pronon. Tirss) sol noir et argileux.
Tizi (n.m.)	: Col (berbère)
Zenatiya (n.m.)	: Dialecte berbère parlé dans le Maroc oriental.
Zouja (n.f.)	: Attelage.
Zriba (n.f.)	: enclos d'épineux.

ROYAUME DU MAROC

Ministère de l'Agriculture  
et de la Réforme Agraire

المملكة المغربية  
وزارة الفلاحة  
والاصلاح الزراعي

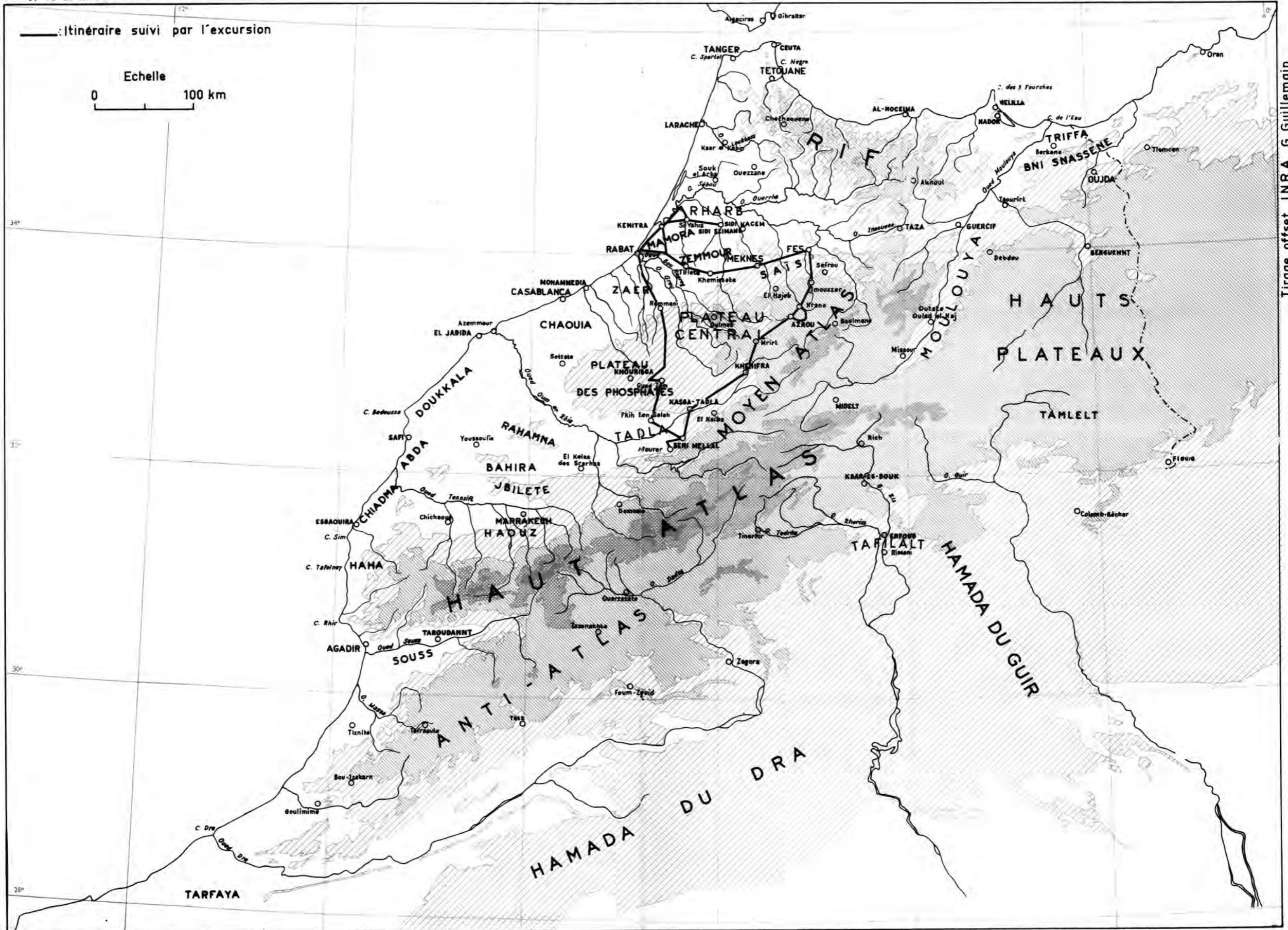
Congrès de Pédologie Méditerranéenne  
Excursion au Maroc

LIVRET - GUIDE

ANNEXES

CARTES

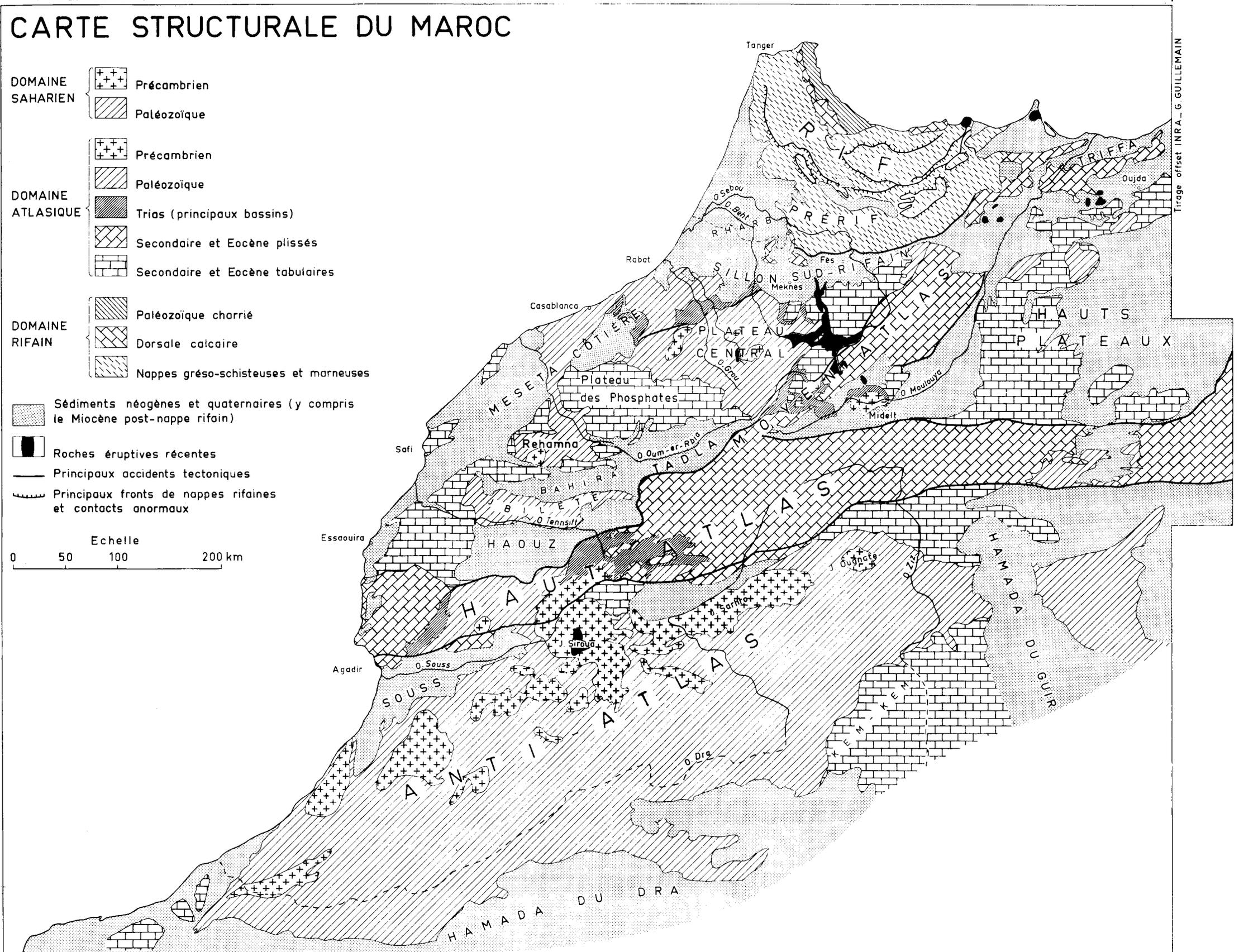
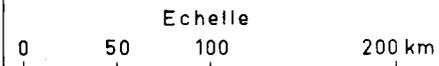
# LE RELIEF DU MAROC



Tirage offset INRA - G. Guillemain

# CARTE STRUCTURALE DU MAROC

- DOMAINE SAHARIEN
  - Précambrien
  - Paléozoïque
  
- DOMAINE ATLASIQUE
  - Précambrien
  - Paléozoïque
  - Trias (principaux bassins)
  - Secondaire et Eocène plissés
  - Secondaire et Eocène tabulaires
  
- DOMAINE RIFAIN
  - Paléozoïque charrié
  - Dorsale calcaire
  - Nappes grés-schisteuses et marneuses
  
- Sédiments néogènes et quaternaires (y compris le Miocène post-nappe rifain)
- Roches éruptives récentes
- Principaux accidents tectoniques
- Principaux fronts de nappes rifaines et contacts anormaux



Tirage offset INRA - G. GUILLEMAIN

ROYAUME DU MAROC  
 MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
 ET DE LA RÉFORME AGRAIRE

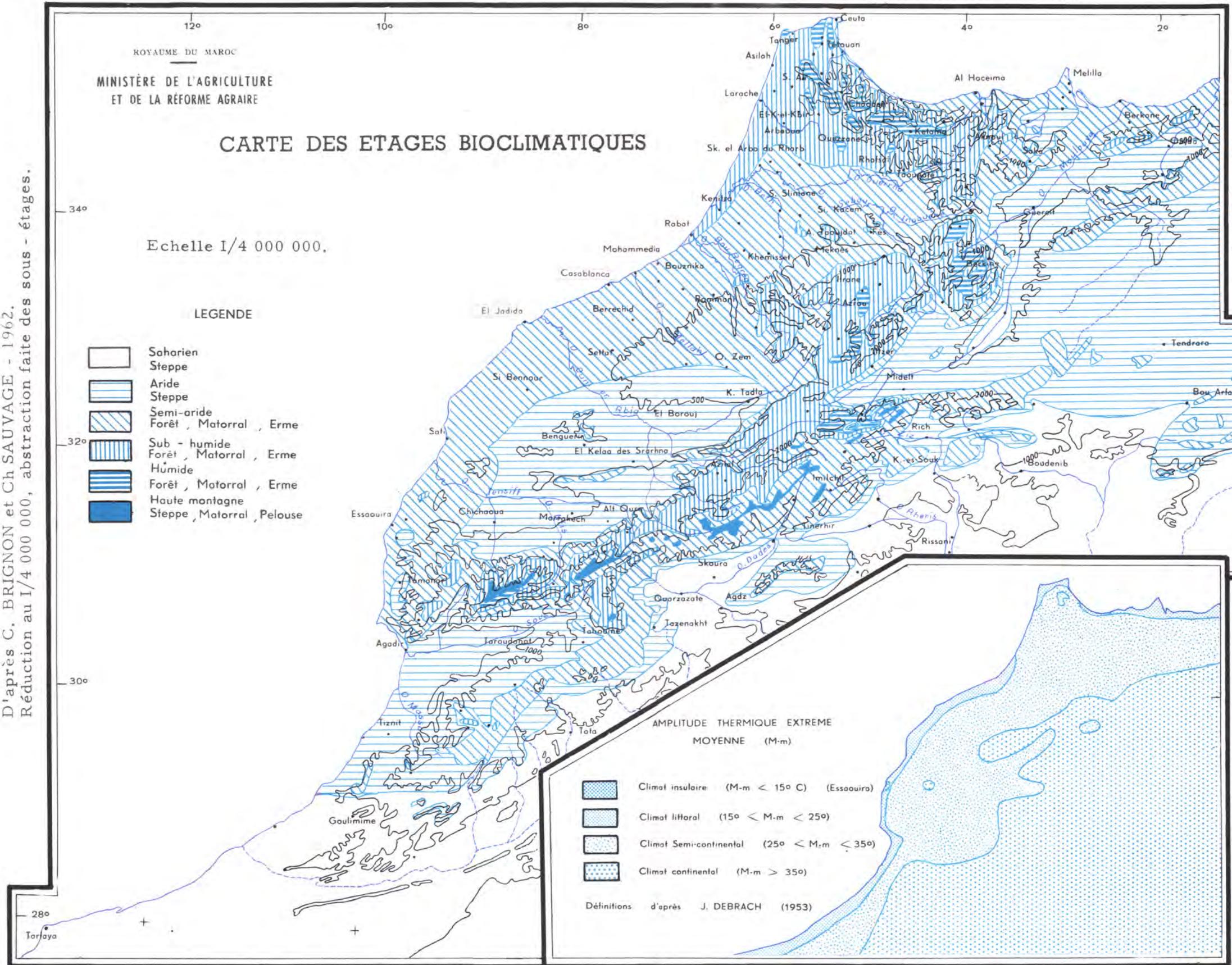
CARTE DES ETAGES BIOCLIMATIQUES

Echelle 1/4 000 000.

LEGENDE

- Saharien  
Steppe
- Aride  
Steppe
- Semi-aride  
Forêt, Matorral, Erme
- Sub-humide  
Forêt, Matorral, Erme
- Humide  
Forêt, Matorral, Erme
- Haute montagne  
Steppe, Matorral, Pelouse

D'après C. BRIGNON et Ch SAUVAGE - 1962.  
 Réduction au 1/4 000 000, abstraction faite des sous-étages.



- AMPLITUDE THERMIQUE EXTREME MOYENNE (M-m)
- Climat insulaire (M-m < 15° C) (Essaouira)
  - Climat littoral (15° < M-m < 25°)
  - Climat Semi-continentale (25° < M-m < 35°)
  - Climat continentale (M-m > 35°)
- Définitions d'après J. DEBRACH (1953)

Tracé Oll set - INRA : G. GUILLEMAIN  
 Dessinateur : J.F. ROUGE

Maquette établie à l'I. N. R. A. -  
 Station Phyto-Ecologique

D'après la carte Phyto-Ecologique du Maroc au 1/400 000 de L. EMBERGER - 1939

ROYAUME DU MAROC

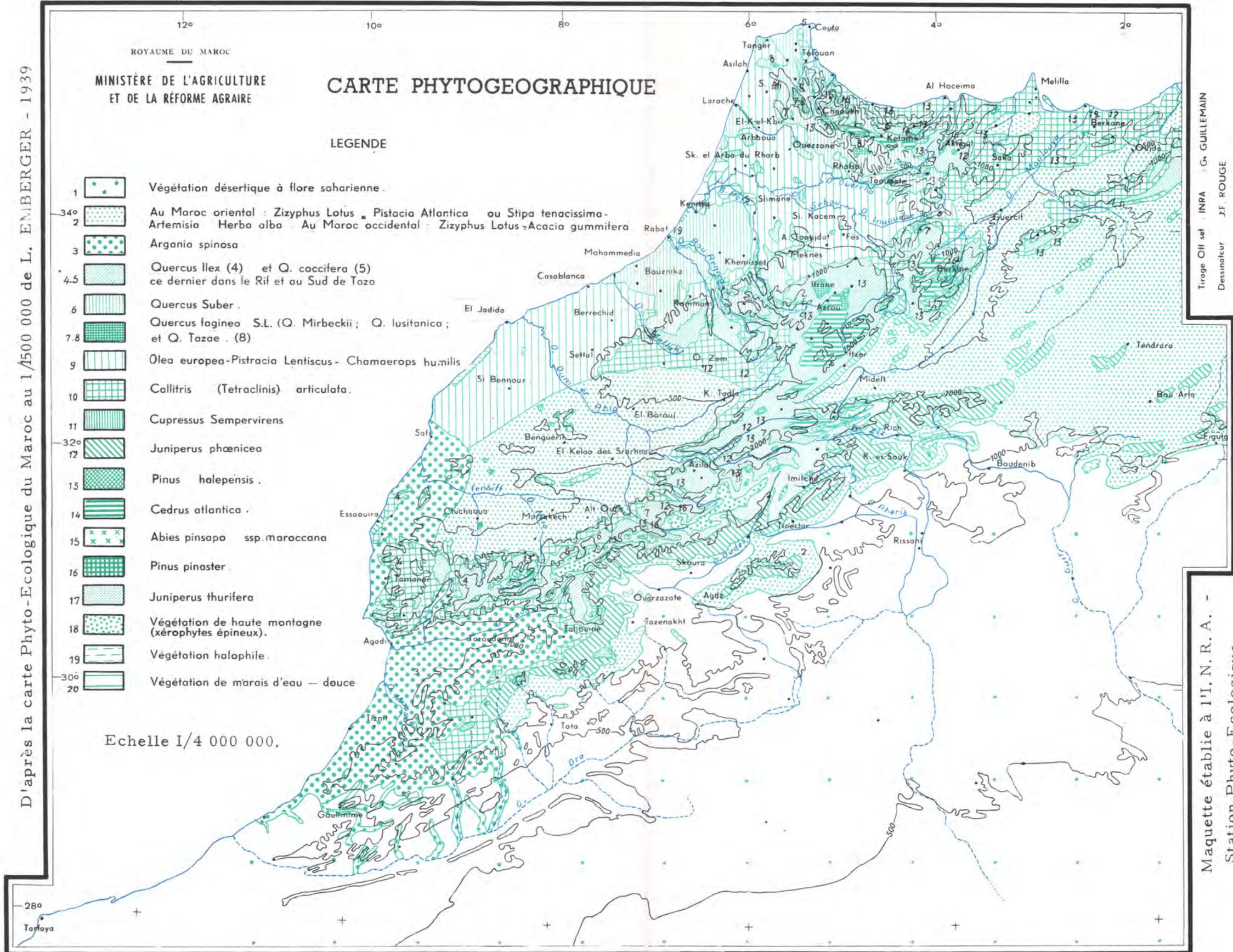
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA RÉFORME AGRICOLE

# CARTE PHYTOGEOGRAPHIQUE

## LEGENDE

- 1 Végétation désertique à flore saharienne.
- 2 Au Maroc oriental : Zizyphus Lotus - Pistacia Atlantica ou Stipa tenacissima - Artemisia Herba alba - Au Maroc occidental : Zizyphus Lotus - Acacia gummiifera
- 3 Argania spinosa
- 4.5 Quercus Ilex (4) et Q. coccifera (5) ce dernier dans le Rif et au Sud de Toza
- 6 Quercus Suber.
- 7.8 Quercus faginea S.L. (Q. Mirbeckii; Q. lusitanica; et Q. Tozae (8)
- 9 Olea europea-Pistacia Lentiscus - Chamaerops humilis
- 10 Callitris (Tetraclinis) articulata.
- 11 Cupressus Sempervirens
- 12 Juniperus phœnicea
- 13 Pinus halepensis.
- 14 Cedrus atlantica.
- 15 Abies pinsapo ssp.maroccana
- 16 Pinus pinaster.
- 17 Juniperus thurifera
- 18 Végétation de haute montagne (xérophytes épineux).
- 19 Végétation halophile.
- 20 Végétation de marais d'eau - douce

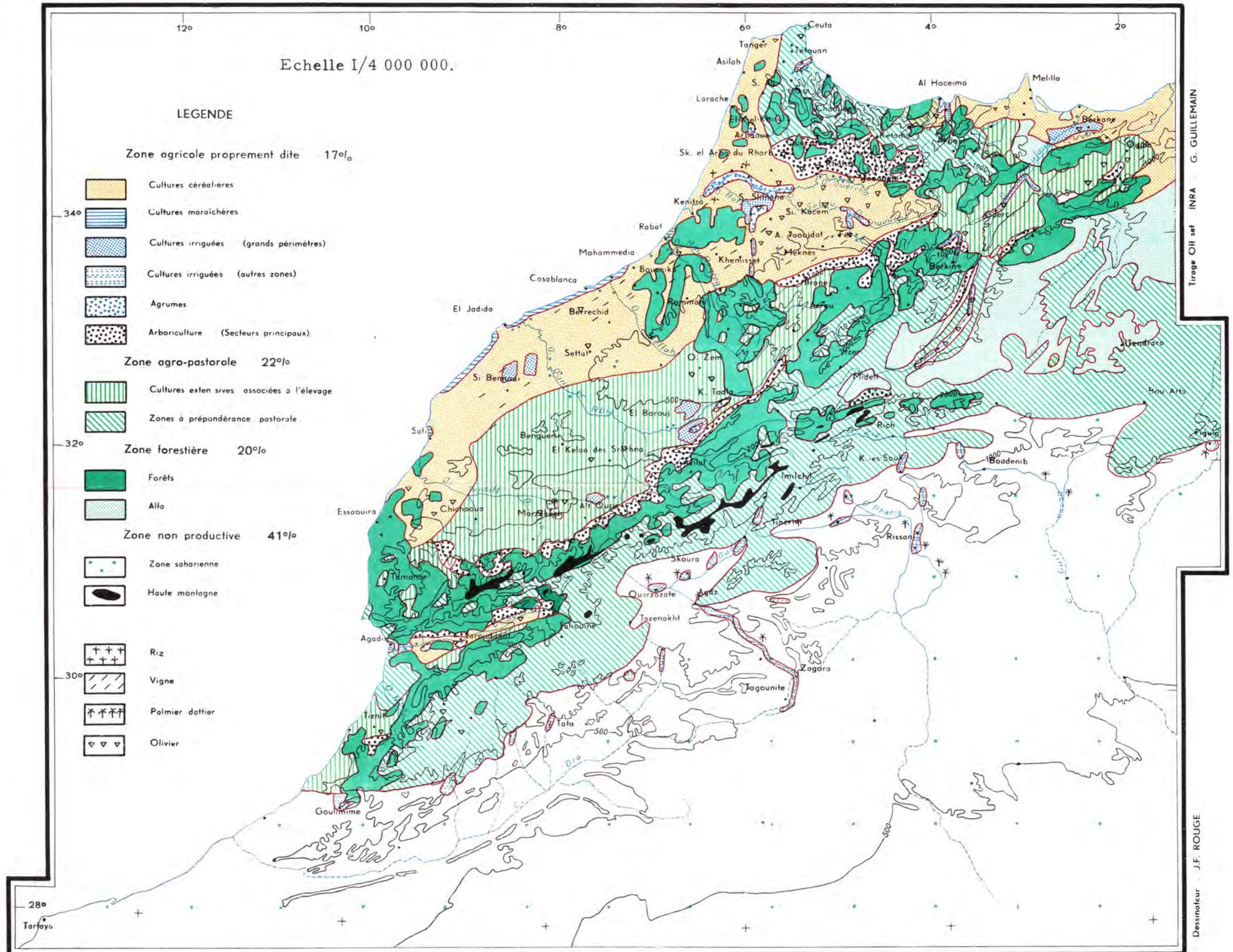
Echelle 1/4 000 000.



Tracé O.H. set INRA G. GUILLEMAIN  
Dessinateur J.F. ROUGE

Maquette établie à l'I.N.R.A. -  
Station Phyto-Ecologique

Publié à l'occasion du congrès de Pédologie méditerranéenne, Septembre 1956



Maquette établie par T. IONESCO et C. MICHEL D'après les travaux de :  
 - Station Phyto-Ecologique (I. N. R. A.) - Atlas du Maroc (Forêts - planche 19a)  
 - Carte du Maroc Agricole (Ministère de l'Agriculture)

Maquette établie à l'I. N. R. A. -  
 Station Phyto-Ecologique