

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

---

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES SERVICES SCIENTIFIQUES DE L'AGRICULTURE

---

COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT  
PUBLIÉES PAR LES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES AGRONOMIQUES  
SOUS LA DIRECTION DE A. DEMOLON, INSPECTEUR GÉNÉRAL

---

LES  
SOLS DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

PAR

GEORGES AUBERT

CHEF DE TRAVAUX

AU CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE VERSAILLES

---



PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

---

1941

# **LES SOLS DE LA FRANCE D'OUTRE-MER.**



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

---

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES SERVICES SCIENTIFIQUES DE L'AGRICULTURE

---

COLLECTION DE MONOGRAPHIES ET MISES AU POINT  
PUBLIÉES PAR LES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES AGRONOMIQUES  
SOUS LA DIRECTION DE A. DEMOLON, INSPECTEUR GÉNÉRAL

---

LES  
SOLS DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

PAR

GEORGES AUBERT

CHEF DE TRAVAUX

AU CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE VERSAILLES

---



PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

---

1941



## LES SOLS DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

par GEORGES AUBERT.

## SOMMAIRE.

	Pages.
INTRODUCTION. — LES GRANDES ÉTAPES DE L'ÉTUDE DES SOLS DE NOS COLONIES.....	7
ÉTUDES MINÉRALOGIQUES.....	9
ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.....	15
ÉTUDES BOTANIQUES.....	17
ÉTUDES AGRONOMIQUES :	
Algérie.....	22
Tunisie et Maroc.....	27
Sahara.....	27
Afrique tropicale.....	28
Madagascar.....	29
Indochine.....	29
ÉTUDES PÉDOLOGIQUES :	
Tunisie.....	31
Algérie.....	38
Maroc.....	42
Afrique tropicale.....	45
Madagascar.....	49
Indochine.....	51
CONCLUSIONS :	
Principaux types pédologiques définis. — Leur répartition.....	59
BIBLIOGRAPHIE.....	63
BIBLIOGRAPHIE PAR RÉGION.....	76
INDEX DES NOMS D'AUTREURS.....	78
INDEX GÉOGRAPHIQUE.....	81
INDEX GÉNÉRAL.....	84



## INTRODUCTION

La définition du sol a beaucoup évolué et n'est pas encore actuellement la même pour tous ceux qui l'étudient. DUGAST (1) le considérait comme « la partie supérieure de la terre qui est remuée par les instruments de travail ». Pour DALLONI (2), de même que, précédemment, pour ANDRÉ (3) c'est la masse solide dans laquelle les végétaux enfonce leurs racines. Pour le pédologue, le sol est le produit de l'action, pendant un temps déterminé, des agents atmosphériques et des animaux et végétaux, ou de leurs débris, sur les roches constituant la surface du globe [AGAFONOFF (4), DEMOLON (5)]. Le sol ainsi considéré est un élément naturel — ou, selon la terminologie des pédologues russes, un « corps naturel » [JOFFÉ (6)] — qui évolue, bien distinct à la fois des roches qui lui ont donné naissance et des animaux et végétaux qui ont concourru à sa formation. On peut l'envisager, comme le fait SCAETTA (7), après DEMOLON (5), comme le résultat de l'action sur la lithosphère, de l'atmosphère et de la biosphère, en comprenant sous ce terme général, à la fois les végétaux, les animaux et l'homme, l'influence de ce dernier sur l'évolution des sols étant souvent très grande.

L'action des agents atmosphériques sur les roches se fait sentir bien plus en profondeur que celle des agents biologiques. La roche est alors décomposée ou au moins altérée<sup>(1)</sup>. Cette zone où la vie organique n'est pas encore installée n'est pas le sol [DEMOLON (11)]. Elle en est la roche-mère.

Un sol en cours d'évolution peut être modifié, souvent brutalement, par l'érosion. Un nouveau cycle évolutif recommence ensuite. Ce qui reste du sol ancien sert de roche-mère pour le sol jeune et il se forme par imbrication des horizons de ces deux sols un profil complexe (12).

L'évolution d'un sol dépend donc d'un grand nombre de facteurs. Aussi l'étude des sols d'une région peut-elle être envisagée de façons bien diverses suivant que l'on insistera sur tel ou tel d'entre eux. Pour les uns, le sol n'est pas en soi-même un but d'étude. Il n'importe alors que par la végétation ou les cultures qu'il peut porter. Les études agronomiques proprement dites découlent de cette façon de voir, de même que certains travaux relevant des recherches écologiques. D'autres, géologues, minéralogistes ou même chimistes, ne considèrent dans le sol que le terme final de la décomposition des roches. Pour les pédologues le sol est en lui-même un objet d'étude; l'observation et l'analyse de son profil en sont la base. Là encore bien des tendances peuvent prévaloir : tendance agrolologique chez les uns, tendance géologique chez d'autres, tendance biologique chez certains.

<sup>(1)</sup> Pour MIRAILL (8) de même que pour ROTR (9), le terme « décomposition » indique une transformation plus accentuée de la roche que le terme « altération ». Dans le premier cas, la roche perd même sa structure; dans le second, au contraire, il ne s'agit que d'une transformation minéralogique — séricitisation des feldspaths par exemple — des éléments. CAYEUX (10) utilise les termes de « désagrégation » et de « destruction chimique » de la roche.



### Les grandes étapes de l'étude des sols de nos colonies.

Les études consacrées aux sols de la France d'Outre-Mer reflètent ces points de vue si divers. Leur intérêt est grand tant pour la connaissance théorique des sols sur l'ensemble du monde que pour la mise en valeur de ces immenses territoires (13). Leur exploitation agricole ne peut reposer que sur une connaissance parfaite de leur milieu-sol (14).

Les premières études importantes datent de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle; depuis quelques années, ces recherches s'étendent rapidement dans toutes nos colonies aussi bien en Afrique du Nord qu'à Madagascar, en Afrique Occidentale qu'en Indochine.

D'après les méthodes utilisées par les différents auteurs, on peut distinguer :

A. Jusqu'en 1926 : période des études agronomiques et minéralogiques :

1° Jusqu'après 1900 : début de ces études — travaux de MÜNTZ et ROUSSEAU (15) sur les sols de Madagascar; de LADUREAU (16), de BRIOUX (17), de DUGAST (1), sur ceux d'Algérie; de GENTIL (18) sur ceux du Maroc.

2° De 1910 à 1926 : développement de ces études. Ce sont surtout celles de LAGROIX (19) en Afrique Occidentale et celles de MERCIER des ROCHETTES (20), de POUGET et de ses collaborateurs (21), de MANQUENÉ (22) en Algérie.

B. Depuis 1926, début et extension des études pédologiques; continuation des études agronomiques.

1° De 1926 à 1930 : ERHART (23) à Madagascar, AGAFONOFF (24) en Indochine, M<sup>lle</sup> MALYCHEFF (25) en Tunisie et CARLE (26) au Maroc commencent à appliquer à l'étude des sols de nos possessions d'outre-mer les méthodes de la pédologie génétique.

2° Depuis 1930, les études pédologiques se développent et s'étendent à toutes nos colonies et protectorats ainsi qu'à l'Algérie. En Indochine, ce sont, dès 1931, les travaux de Yves HENRY (27) puis, surtout à partir de 1933, ceux de CASTAGNOL (28) et de TRATCHENKO (29); à Madagascar, en 1935, ceux de BESAIRIE (30) et de BONNEFOY (31); au Maroc, ceux de CARLE (32), de MIÈGE (33) [1935-1937], de M<sup>lle</sup> MALYCHEFF (34) [1936], de DEL VILLAR (35) [1937]. En 1936, AGAFONOFF (36) dresse la carte des sols de la Tunisie et YANKOVITCH (37) en étudie les types les plus importants du point de vue agronomique. En Algérie, dès 1936, le point de vue biologique est abordé par KILLIAN (38) dans ses recherches sur les sols sahariens, et depuis 1938 de nombreuses études de sols ont été entreprises à l'instigation du Service des Irrigations (39). Enfin, à la suite d'une mission effectuée de 1937 à 1939 en collaboration avec KILLIAN, SCAETTA (40) a pu commencer depuis 1939 à publier des études importantes — que la mort vient d'interrompre — sur les sols de l'Afrique Occidentale française, où TROCHAIN (41) applique les données de la Science du sol aux études écologiques.

Nous essaierons, dans les pages qui suivent, d'indiquer les résultats qui peuvent se dégager de ces travaux, et l'état actuel de nos connaissances sur les sols de la France d'Outre-Mer. Nous les classerons d'après les méthodes suivies et les principes qui leur ont servi de base.

## ÉTUDES MINÉRALOGIQUES ET PÉTROGRAPHIQUES.

De nombreux géologues et minéralogistes travaillant dans nos colonies ont été amenés à étudier les produits d'altération des roches et leur évolution. En effet, surtout dans les régions tropicales, ces produits sont très abondants et se présentent souvent sous une grande épaisseur (pl. I, fig. 2). C'est ainsi que, dès 1902, LACROIX entreprenait l'étude des latérites de Madagascar (42) et, en 1905, celle de la Guinée et des îles de Los (43). Dans le tome III de sa *Minéralogie de la France et de ses Colonies* (44), il les définit comme étant des « terres rouges qui, sous les climats tropicaux, prennent naissance par la décomposition de roches très diverses » contenant, en particulier, des silicates d'alumine. En 1913, dans un travail fondamental (19-45) il reprend l'étude des latérites de Guinée dont il précise le mode de formation. La latérite est « le produit de décomposition de toutes les roches silicatées alumineuses, caractérisé au point de vue chimique par la prédominance des hydroxydes d'aluminium et de fer, avec, généralement, de l'oxyde de titane, après élimination plus ou moins complète des autres éléments de la roche fraîche : alcalis, chaux, magnésie et silice ».

Les latérites peuvent être classées suivant leur richesse en éléments latéritiques néogènes : hydroxydes de fer, d'aluminium, oxyde de titane, déduction faite du quartz primordial. Lorsqu'elles contiennent plus de 90 p. 100 d'éléments latéritiques, ce sont des latérites proprement dites ; avec une teneur variant de 90 à 50 p. 100, des latérites silicatées ou argileuses ; en-dessous de 50 p. 100, des argiles latéritiques et des kaolins. Ces produits sont dits gibbsitiques lorsque les hydrates d'aluminium y sont cristallisés et bauxitiques s'ils sont colloïdaux. En général, les hydrates de fer y coexistent à la fois sous la forme de limonite cristallisée et de stilpnosidérite colloïdale.

Une latérite présente, dans son profil, au-dessus de la roche qui lui a donné naissance, deux zones (pl. I, fig. 2) — nous dirions aujourd'hui deux horizons — : la zone de départ, où la structure de la roche est conservée, mais où la transformation des minéraux commence, et la zone de concrétion où les phénomènes se complètent provoquant une individualisation des hydrates de fer et d'alumine — mise aussi en évidence par Arsan-daux (46-47) — et un enrichissement en produits latéritiques, en même temps que se termine l'élimination des éléments alcalins ou alcalino-terreux et de la silice.

Lors de l'altération des gabbros ou des syénites néphéliniques la zone de départ correspond déjà à une latérite gibbsitique et de l'hydrargillite s'y forme aux dépens des feldspaths dont ne subsiste que le squelette, la forme. Les autres minéraux primitifs donnent naissance à des produits colloïdaux.

Les schistes, les gneiss et les granites passent, dans la zone de départ, à des kaolins et à des argiles latéritiques. Alors que, dans le cas précédent, la transformation était brusque et pouvait s'observer sur quelques centimètres (pl. I, fig. 1), ici, au contraire, elle est très progressive et la structure de la roche primitive est visible sur plusieurs

mètres d'épaisseur. Les micas, élément constitutif le plus important des schistes, donnent naissance à de la kaolinite ou à des silicates d'alumine colloïdaux, accompagnés d'hydrates d'alumine. Les feldspaths des granites ne subissent pas — comme c'est le cas pour les plagioclases sous les climats tempérés — une altération micacée, et donnent, directement, des silicates d'alumine, de la kaolinite et des hydrates d'alumine.

Dans la zone de concrétion, les latérites gibbsitiques s'enrichissent en hydrargillite et en hydrate de fer, aux dépens des minéraux lourds de la roche restés encore peu altérés. Les kaolins et argiles latéritiques donnent des latérites bauxitiques.

Dans certains cas, les phénomènes de concrétionnement peuvent se poursuivre et aboutir à la formation d'une véritable cuirasse (pl. I, fig. 1) où les hydrates de fer et d'alumine sont tout à fait séparés, certaines zones étant enrichies en fer, d'autres en alumine. Souvent elles présentent une structure pisolithique ou bréchiforme, que CHAUTARD regardait comme d'origine détritique (48). Ces cuirasses ne s'individualisent aussi nettement que sur les surfaces horizontales où les eaux peuvent stagner : sur les plateaux appelés « bowé »<sup>(1)</sup> ou dans certains fonds de vallée.

Des latérites d'un type particulier, dénommées latéritoïdes, se forment sur les alluvions. Le fer y migre *per ascensum* et il se dépose, en surface, sous forme d'hydrate. Dans ces latérites jeunes, la transformation des silicates et l'individualisation des hydrates d'alumine n'est qu'amorcée.

Un autre type de latérite est formé par l'alluvionnement de produits latéritiques. Ce sont des latéritites.

LACROIX a pu comparer les latérites de *Madagascar* avec celles de Guinée et du Soudan (49-50). A Madagascar, il ne se forme que très rarement une cuirasse ferrugineuse — sur des basaltes de la côte sud-orientale — ou une cuirasse bauxitique — plateaux stériles ou « tampoketsa » de l'Ankaratra. Les cuirasses gibbsitiques n'y ont pas été observées.

Aux dépens des pegmatites il peut prendre naissance des latérites gibbsitiques dont la surface devient assez dure, caverneuse, aux cavités constituées par des trames d'hydrargillite et souvent remplies de kaolin.

Toutes les roches silicatées alumineuses y subissent des altérations identiques. La spécialisation suivant les divers types de roches, si nette en Guinée, n'y est pas visible. Les gneiss, basaltes et syénites y donnent naissance soit à des latérites gibbsitiques, analogues à celles de la zone de départ existant au-dessus de ces mêmes roches en Guinée, soit à des terres rouges, riches en éléments colloïdaux : silicates d'alumine aussi bien qu'hydrates de fer ou d'alumine. Ces mêmes terres rouges, qui ne sont que des argiles latéritiques bauxitiques ou même des argiles proprement dites, peuvent aussi se former sur des micaschistes ou des granites. Souvent leur surface présente une croûte terreuse, assez dure et imperméable. Les régions qu'elles recouvrent sont, alors, absolument stériles. Dans tous les cas, la transformation de la roche primitive en terre rouge ou en latérite est très progressive et peut se présenter sur de très grandes épaisseurs.

Dans les analyses suivantes, empruntées à LACROIX (19-50), les échantillons ont été attaqués par l'acide sulfurique étendu et les différents éléments dosés dans la solution ainsi obtenue. La partie insoluble correspond au quartz.

<sup>(1)</sup> Ce terme « bowé » est emprunté à la langue peule ou Foula. Son singulier est « bowal ».

TABLEAU I.

Analyse de roches fraîches et altérées de Guinée et de Madagascar  
(en p. cent des échantillons séchés à l'air).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO <sub>2</sub> .....	56.88	2.21	0.37	51.27	5.83	1.3	12.29	6.98	—	—	56.86	22.2	5.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	22.6	55.83	57.12	12.36	37.03	60.19	32.33	42.37	14.5	23.8	12.12	35.8	10.05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.97	5.22	7.41	3.29	31.73	3.91	2.74	13.04	14.1	24.2	6.48	17.8	21.7
FeO.....	2.19	—	—	6.16	—	—	0.56	—	—	—	4.56	1.4	—
MgO.....	0.56	0.19	—	13.26	10.06	—	0.09	Traces	—	—	2.88	2.25	—
CaO.....	1.33	0.24	0.17	10.66	0.19	0.17	0.22	0.03	—	—	6.76	2.02	—
Na <sub>2</sub> O.....	8.3	0.49	0.26	1.60	—	—	0.18	—	—	—	2.94	0.45	—
K <sub>2</sub> O.....	5.57	0.27	0.37	0.41	—	—	0.12	—	—	—	3.57		
TiO <sub>2</sub> .....	0.29	0.12	0.90	0.70	1.29	1.03	0.31	—	1.6	3	2.41	1.05	0.96
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	—	—	—	0.11	—	—	Traces	—	—	—	0.89	—	—
H <sup>+</sup> O.....	0.98	30.47	33.71	0.40	23.02	32.0	9.07	—	—	—	0.38	16.60	13.35
H <sup>-</sup> O.....							0.73	21.78	—	—	0.06	—	1.45
Quartz ou insolubles.....	0.34	5.74	0.30	—	0.96	1.4	31.54	15.79	—	—	—	—	47.6

Éléments minéralogiques correspondants :

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 3H <sub>2</sub> O.....	—	80	86	—	49	—	44	66	—	—	—	21	16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—
2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 3H <sub>2</sub> O.....	—	6	9	—	38	—	5	3	—	—	—	22	48
TiO <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
2SiO <sub>2</sub> . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2H <sub>2</sub> O.....	—	4	1	—	12	—	51	18	—	—	—	56	33

1. — Syénite néphélinique. — île Kassa (Guinée).
2. — Latérite gibbsitique — zone de départ — sur syénite néphélinique — île Roume (Guinée).
3. — Latérite gibbsitique — zone de concrétion — sur syénite néphélinique — île Kassa (Guinée).
4. — Diabase — monts Bougourou (Guinée).
5. — Latérite gibbsitique poreuse sur la même diabase — zone de départ.
6. — Latérite gibbsitique compacte de la zone de concrétion.
7. — Argile latéritique de gneiss de Amboasary (Madagascar).
8. — Latérite d'amphibolite de Madagascar.
9. — Diabase de Sainte-Marie (Madagascar).
10. — La latérite en provenant.
11. — Monzonite quartzifère de Nosizato (Madagascar).
12. — La terre rouge (argile latéritique) qui la surmonte.
13. — Cuirasse latéritique ferrugineuse à pisolithes agglomérés du lac Maliolio (Madagascar).

Tous ces résultats et en particulier ceux des colonnes 1 à 6, 9 et 10, 11 et 12, où nous avons rapporté côte à côte l'analyse de la roche fraîche et celle des latérites ou argiles latéritiques qui en proviennent, montrent avec netteté l'accumulation des hydrates de fer et d'alumine et du titane — éléments latéritiques — et l'entraînement de la silice et des bases alcalines ou alcalino-terreuses. Suivant les cas, ces phénomènes sont plus ou moins accentués et l'on a affaire soit à des latérites, soit à des argiles latéritiques. Les échantillons provenant de Madagascar correspondent en général à des stades moins avancés de la latéritisation. Leur teneur en silicate d'alumine est encore, parfois, assez forte. Tel est le cas des argiles latéritiques de Amboasary et de Nosizato.

Ces exemples montrent bien, par ailleurs, que la richesse de ces latérites et terres rouges en éléments argileux ne dépend pas des roches mères sur lesquelles elles se sont formées.

LACROIX a pu mettre en évidence les conditions de formation des latérites (19, 50, 51). Elles sont dues à l'action d'un climat tropical ou subéquatorial suffisamment humide. Ainsi, à Madagascar, l'on ne peut en observer ni dans les régions à climat désertique, ni au sud d'une ligne qui irait de Tuléar à Fort-Dauphin, sauf en bordure même de l'océan où le climat reste très chaud et humide.

L'alternance des deux saisons humide et sèche semble nécessaire à leur formation, permettant l'entraînement, en période humide, des produits solubilisés : CaO, MgO, Na<sup>2</sup>O, K<sup>2</sup>O, SiO<sup>2</sup>... et la remontée, en période sèche, des hydrosols de fer et d'alumine. Dans la zone où la saturation en eau reste constante, l'hydrolyse des silicates ne pourrait produire que de l'argile; là où cette saturation n'est qu'intermittente, des hydrates d'alumine. LACROIX émet d'ailleurs l'hypothèse que cette libération des hydrates d'alumine par décomposition de produits kaoliniques serait l'œuvre de diatomées et de bactéries.

Dans ces régions, les précipitations atmosphériques sont très violentes; aussi ces phénomènes ne peuvent-ils atteindre une réelle intensité que sur les surfaces assez planes et poreuses pour que l'eau puisse s'infiltrer. Ailleurs les pluies ne provoquent qu'une très forte érosion. LACROIX a montré, d'autre part, l'influence de la végétation sur la latéritisation. Dans les îles de Los, la latérite n'existe que là où les végétaux peuvent au moins s'accrocher et croître. Quant aux « bowé » de Guinée, leur stérilité, plus ou moins prononcée, n'a pas provoqué la formation des cuirasses ferrugineuses qui les recouvrent; elle en est, au contraire, la conséquence.

La structure des latérites ne dépend pas seulement de celle de leur roche-mère (52) mais aussi du climat sous lequel elles ont pris naissance et de la végétation qu'elles ont supportée (53). Dans les régions méridionales de la Côte d'Ivoire, humides à saisons sèches courtes, la latérite, qui se forme sous la forêt tropicale, est meuble; dans les régions plus septentrionales, où n'existe qu'une seule saison humide, d'ailleurs courte, la latérite, née sous une végétation peu dense, est scoriacée. Enfin dans les régions sahariennes, la latérite ne peut naître; l'on n'observe que des oolithes de limonite, parfois d'hématite ou de magnétite.

Le mode d'altération des roches est aussi lié, au moins dans une certaine mesure, à leur nature chimique. Ainsi, au Soudan, les roches basiques ne se transformeraient le plus souvent qu'en argiles, beaucoup plus favorables aux cultures que les latérites.

Au contraire, en *Afrique Équatoriale française*, d'après LOMBARD (54, 55), la latérite peut exister sur toutes les roches, sauf sur les grès — mis à part certains grès alluvionnaires. Cependant, formée sur des roches acides elle est claire et comporte une grenaille fine et un enduit mat et assez mince. Sur les roches basiques, elle est plus sombre et son enduit est plus épais et plus brillant.

Pour expliquer la formation des latérites, il ne fait pas intervenir la migration ascendante des hydrates de fer et d'alumine. La latérite naît, d'après lui, par formation dans la roche, de cavités, puis de canaux qui s'anastomosent, et dont les parois se recouvrent d'un enduit alumineux et ferrugineux. Cette théorie permet d'expliquer la genèse des latérites cavernueuses, mais moins aisément la formation des cuirasses concrétionnées.

Pour GÈZE qui a prospecté tout récemment la chaîne volcanique du Cameroun (56) les latérites et argiles latéritiques qui y recouvrent les terrains sédimentaires ou les basaltes inférieurs du Mont Cameroun — les trachytes ou les basaltes récents qui leur sont superposés ne sont pas latéritisés — ne sont que des sols fossiles ou paléosols<sup>(1)</sup> (57). Il y distingue en effet trois époques de latéritisation : au Crétacé, pendant le Paléogène et au début du quaternaire. Les latérites qu'il a pu observer ne présentent nulle part de cuirasse, mais au maximum des concrétions de limonite dispersées dans la masse. Suivant le substratum sur lequel elles reposent elles sont d'épaisseur très variable : atteignant jusqu'à 20 mètres de puissance sur le socle granito-gneissique et sur les roches éruptives anciennes — région de Dschang, monts Bambouto, ou terrasses inférieures du Mont Cameroun —, elles sont beaucoup plus réduites sur les sédiments anté-Crétacé supérieur. Sur les sables et les grès tertiaires — collines de Douala et du Lac Ossa — il y reste une très forte proportion de grains de quartz qu'enrobent les éléments latéritiques. Ces sols ne paraissent fertiles que là où des débris de basaltes récents se sont mêlés aux argiles latéritiques (flancs sud-est du Mont Cameroun), (pl. II, fig. 1 et 2). Par contre, ceux — non latéritiques — formés sur des roches éruptives récentes sont toujours très riches.

En bordure de l'Océan s'étend la mangrove à palétuviers (pl. X, fig. 1 et 2). Son sol marécageux, alluvionnaire, appelé poto-poto, contient une forte proportion de matières organiques; il gagne peu à peu sur la mer, dans les bouches du Cameroun, par exemple.

Dans une étude sur l'altération des roches en *Afrique Occidentale française* et au Sahara (58) J. de LAPPARENT a mis en évidence un stade d'arénisation de ces roches — dolérites et grès de l'Afrique Occidentale française, granite du Hoggar — qui a précédé le stade tropical ou désertique actuel. Ainsi les roches granitogneissiques du Sahara central ont été rubéfiées antérieurement à la période d'établissement du profil actuel des vallées de cette région. Le climat, agent de cette altération, n'était pas de type tropical; il n'a provoqué ni l'individualisation des hydrates d'alumine, ni un concrétionnement latéritique du fer, ni la corrosion du quartz (59). En Guinée, les granites de la région de Macenta (60) étaient déjà transformés en arène englobant des « boules » rocheuses non décomposées lorsque le climat tropical y a déterminé la genèse des éléments latéritiques. Les boules granitiques ont alors donné naissance à de la gibbsite et l'arène, au contraire, à des produits kaoliniques.

Des sols limoneux et salés du Soudan analysés par GLANGEAUD (61) se sont montrés formés par le mélange de produits détritiques d'origine éolienne, généralement quartzeux, qui en constituent le squelette et d'un ciment contenant à la fois des éléments allitiques et des éléments siallitiques. Ces sols, dans la mesure où une telle analyse non complétée par l'observation sur place de leur profil permet de les classer, appartient au type des sols rouges steppiques (AGAFONOFF [62]).

En *Somalie française*, le climat ne paraît pas avoir été favorable à la formation de la

<sup>(1)</sup> DENAEYER a signalé le grand développement des latérites, plus au Nord, dans les bassins du Tchad et du Chari, et plus à l'Est dans ceux du Congo et du Niari. Elles y recouvrent non seulement des roches cristallines, mais aussi des sédiments lacustres et des alluvions. [DENAEYER (M. E.), *Bibliographie géologique de l'Afrique Équatoriale et des régions limitrophes*, Extr. des *Ann. Acad. Sc. Colon.*, Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1933, gr. in-4°, 75 pages.]

latérite. AUBERT de la RÛE (63) a décrit, dans ses itinéraires géologiques, plusieurs types de sols : sols salés limoneux sur la plaine côtière, sols éoliens entre Obock et l'Érythrée, croûte calcaire ailleurs.

Les sols de *Madagascar* ont été étudiés par BESAIKIE à la fois du point de vue minéralogique et physico-chimique (30). L'influence de leur roche-mère sur leurs caractères physiques ou chimiques est très forte (64, 65), mais celle du climat et de la végétation est aussi évidente.

Reprenant et étendant les résultats de Lacroix il distingue (66, 67, 68), formées sur les roches cristallines, les latérites et argiles latéritiques souvent stériles, ou ne portant qu'une prairie très maigre, les terres rouges, très pauvres en humus, les terres jaunes, riches en sable grossier (environ 75 p. 100 de la terre sèche), pauvres en argile, et où les hydrates de fer et d'alumine n'atteignent pas 10 p. 100. Aux dépens de ces formations se constituent, par érosion et ruissellement, des alluvions dont les sols sont beaucoup plus humifères et de meilleure texture.

Sur les roches basaltiques les sols sont variés : sols argileux, terres noires, latérites.

Sur les roches sédimentaires de la zone occidentale de l'île certains sont assez sableux et profonds : sols de prairie; d'autres, plus lourds, recouvrant, sur les plateaux, les argiles de décalcification des calcaires compacts, peuvent être rapprochés des *Terra-Rossa*. D'autres enfin, peu évolués, se sont développés aux dépens des calcaires eux-mêmes.

Ces différents types de sols peuvent se répartir en quatre zones qui sont, en même temps, des zones climatiques et des zones de végétation (65, 66) :

1° La zone orientale, d'altitude moyenne, où le climat comporte deux saisons de pluie et où la végétation naturelle est représentée par la forêt à feuilles persistantes. Les sols y sont pour la plupart des argiles latéritiques du type bauxitique;

2° La zone centrale, sur les hauts plateaux à climat tropical. La forêt à feuilles caduques y recouvre quelques argiles latéritiques. La prairie s'étend sur des latérites, parfois concrétionnées. Dans les régions de l'Ankaratra et de l'Itasy des roches volcaniques récentes supportent des sols noirs; BESAIKIE les rapproche des tchernozems;

3° Dans la zone occidentale d'altitude plus faible, au climat encore tropical, dominant les carapaces argilo-sableuses et les argiles de décalcification;

4° Enfin, dans la zone méridionale, les latérites n'existent plus; l'altération est du type siallitique. Les sols s'enrichissent superficiellement en éléments solubles. Une carapace calcaire peut même, parfois, se former à leur surface. C'est la zone riche au point de vue agricole, au moins là où l'irrigation est possible.

Les sols de certaines régions ont pu être étudiés plus en détail, soit par BESAIKIE : zone nord-occidentale et district de Sakaraha (65), Basse Ménarandra (66), Ampotaka (69); Ihosy-Nord, Bealanana, Ambanja (70), soit par DECARY : latérites de Maromandia et de l'Ankaizina (71).

En *Indochine*, BLONDEL a montré que les cuirasses latéritiques, dénommées, dans notre colonie asiatique, « Bienhoas », peuvent prendre naissance soit sur les grès et alluvions anciennes, soit, « Bienhoas » pisolithiques, sur les basaltes (72). Sur la plupart des roches volcaniques et des schistes, et sur certaines argiles, ne se forment que des terres rouges souvent très argileuses et non de vraies latérites (73, 74). L'altération des granites y donnerait, par contre, des produits kaoliniques suivant des processus analogues à ceux qui se produisent sous un climat tempéré, et les calcaires, des argiles non latéritiques.

## ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

Lors de ses travaux sur le *Maroc*, GENTIL (18, 75) a abordé l'étude des sols de cette contrée, indiquant les types correspondant à chaque formation géologique et leurs propriétés, étroitement liées au climat de la région. Il s'est surtout attaché à quelques problèmes particuliers, tels que la genèse de ces sols lourds et noirs, si répandus, appelés « tirs ». Ils se forment par le mélange des produits de désagrégation et de décalcification des terrains calcaires sous-jacents et des débris de la végétation — prairie à graminées — très vigoureuse grâce à un climat chaud et humide; en effet la présence des tirs paraît liée à l'extension du climat Atlantique. Par contre ce type de terrains se rencontre sur des roches d'origine différente : calcaires marneux du crétacé aussi bien que ceux du Pliocène. Les apports éoliens et ceux dûs au ruissellement peuvent intervenir localement; mais ces sols ne semblent pas s'être constitués dans d'anciens marais, comme l'a soutenu BRIVES. Dans les « tirs », prend souvent naissance, en surface, une carapace calcaire. Elle est due à la migration *per ascensum* de solutions très riches en calcaire et au dépôt de cet élément par évaporation.

En *Guinée*, E. DE CHÉTELAT (76) a repris, de ce même point de vue, la question des latérites. Les caractères structuraux de la roche influent sur leur formation : ainsi la schistosité facilite le passage des solutions latéritisantes; mais, dans certains cas, l'altération des schistes commence par le stade « argile », et la latérite qui se forme ensuite ne conserve plus aucune trace de la structure de sa roche-mère. Toute la masse rocheuse ne se transforme pas également; certains lits plus résistants s'observent presque intacts au milieu des produits d'altération. Cependant, le quartz, l'un des éléments les plus résistants, peut être attaqué et, finalement, disparaître, au moins dans les roches à grain fin — comme LOMBARD (54) l'a aussi observé en Oubangui-Chari —; dans celles où il se trouve sous forme de galets ou en filons, le plus généralement il persiste. L'intensité de son attaque dépend de la teneur de la roche en « éléments latéritisables ». Il serait aussi plus attaqué en milieu bauxitique qu'en milieu ferrugineux; il est rare de retrouver des grains de ce minéral dans les latérites bauxitiques, alors que c'est bien plus fréquent dans les latérites ferrugineuses. Quoiqu'il en soit, sa disparition est lente, et s'il se rencontre peu dans les latérites anciennes des plateaux, il est par contre beaucoup plus abondant dans celles, alluvionnaires, des vallées.

Très souvent, les sols latéritiques sont absolument stériles. Les feux de brousse contribuent à accroître ce caractère si néfaste, en provoquant une déshydratation intense de la surface. A l'Ouest du Fouta-Djallon, sur les chainons du Verga, des feux de brousse exécutés à intervalles réguliers ne paraissent cependant pas aussi nuisibles. La latérite qui n'y comporte que quelques lambeaux de cuirasse ferrugineuse reste meuble. Elle forme un sol riche où, sur les débris de la brousse incendiée, poussent des cultures florissantes.



Souvent, les cuirasses latéritiques des *bowé* sont recouvertes, en partie, par des dépôts récents : argiles rouges, sables plus ou moins argileux provenant de la décomposition de grès, limons jaunes éoliens, assez identiques au loess quoique généralement non calcaires, ou limons gris, constitués par des grains de quartz très fins, des produits argileux, de petits nodules et des poussières latéritiques, et des débris de charbon de bois provenant des feux de brousse. Toutes ces formations, qui ne se latéritisent pas, donnent des sols beaucoup plus riches que ceux des *bowé* proprement dits.

LACROIX, après différents auteurs étrangers, avait émis l'hypothèse du rôle joué par les microorganismes dans la destruction latéritique des silicates d'alumine et de fer (51); E. DE CHÉTELAT défend aussi cette théorie, pensant que les limites dans les conditions climatologiques — dans les températures en particulier — qui président à la formation des latérites s'accordent mieux avec des réactions bio-chimiques, qu'avec des réactions inorganiques.

## ÉTUDES DE BOTANIQUE.

Les recherches de botanique et, en particulier, celles de phytosociologie ont aussi permis d'étendre nos connaissances sur les sols de nos colonies. De nombreux botanistes n'ont pas cru pouvoir étudier la végétation d'un pays sans observer en même temps, le sol sur lequel elle se développe.

Dès 1898, BATTANDIER et TRABUT publient ainsi l'une des premières études sur les sols d'Algérie (77) montrant l'adaptation des cultures aux différents terrains et faisant ressortir à la fois le caractère de pauvreté en  $P_2O_5$  de beaucoup d'entre eux et l'influence néfaste de la croûte calcaire, si répandue aussi bien sur les Hauts-Plateaux — région de Sétif — que dans les vallées du Tell — basse vallée du Chélif par exemple.

MATHEY (78) envisage d'abord la géologie de la région et la nature des sols qui dérivent de chaque formation pour expliquer la répartition des maquis, broussailles et forêts de l'Oranie et leur évolution. Déjà à cette époque (1907 à 1909) l'extension du salant — problème sur lequel nous aurons à revenir plusieurs fois — attirait l'attention. Au moins dans certains cas — formation de marécages salés dans la vallée des Jardins, près de Mostaganem (1872) et dans la région de Rivoli (1901) — elle paraît due à un relèvement de la nappe aquifère souterraine fortement salée, résultat d'un déboisement intensif. Sur ces sols salés croît une végétation très particulière (*Salicornia*, *Salsola*, *Suaeda*, *Atriplex*) [pl. III, fig. 1]. Ces végétaux ont des tissus très riches en sels de soude, qu'ils extraient du sol en quantités importantes; aussi peuvent-ils être considérés comme des plantes améliorantes.

Dans sa carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (79), MAIRE a montré l'influence de la nature du sol — en particulier constitution physique, teneur en calcaire et perméabilité — sur la répartition des différentes associations végétales qu'il a décrites. Là où le climat est assez pluvieux, le *Pinetum halepensis* ne se développe que sur les terrains calcaires; en région plus sèche, sur tous les terrains. De même le *Callitrietum* ne s'étend qu'en terrains calcaires et assez chauds. Sur des sols trop rocheux ou trop argileux, la forêt à *Quercus Ilex* se parseme de clairières. En quelque sorte, cette carte phytogéographique est déjà une carte des sols d'Algérie et de Tunisie. Elle en représente au moins l'un des éléments essentiels.

Enfin, le Sahel de Sousse a été étudié par Burollet (80).

Au Sahara, les sols contemporains n'existent pas si l'on considère, comme l'a fait CHEVALIER (81), comme caractère nécessaire et définissant le sol, la présence de débris végétaux et d'humus proprement dit. Il ne s'en trouverait que dans les oasis. En réalité, la vie microbienne existe dans presque toutes ces formations superficielles dues à des phénomènes physiques — dunes — ou chimiques. Aussi peut-on les regarder comme des sols. On peut citer ainsi le *deb-deb* ou *tafza*, sol à croûte calcaire; les sols d'argiles compactes, noirâtres, riches en sels de soude et de magnésie, sols des *sebkha* à efflorescences salines, formées de chlorures, sulfates et carbonates de soude et de magnésie, ou même de chaux.

En *Afrique Occidentale française*, les feux de brousse ont pour effet la dégradation intense du sol dont ils provoquent le durcissement et le fendillement (CHEVALIER, 82). Les phénomènes de latéritisation s'accroissent mais le sol, non protégé par la végétation, est beaucoup plus sujet à l'érosion. Tous les horizons supérieurs du profil latéritique sont décapés. La latérite concrétionnée apparaît en surface. Elle est à peu près stérile; quelques plantes très rares, surtout des Cypéracées caulescentes, parviennent à s'y incruster profitant des moindres fentes. Grâce à elles, un horizon humifère superficiel peut lentement se reformer.

Cette cuirasse latéritique peut, en pratique, être considérée comme imperméable, caractère dont POBÉGUIN (83), dans une étude sur la flore de la Guinée, a montré l'influence sur la végétation. Empêchant une alimentation normale des plantes, elle en amène peu à peu la disparition. Il a aussi décrit l'extension des sols sur alluvions fluviales, dans la zone littorale et en a indiqué la très grande fertilité.

Plus récemment, TROCHAIN a étudié les caractères physiques des sols du Sénégal (84), sur lesquels CHEVALIER avait précédemment donné quelques renseignements (85), et en particulier, leur pouvoir de rétention maximum de l'eau et minimum de l'air, et leur influence sur la répartition des associations végétales (86, 87).

Il distingue les formations végétales dont la répartition dépend principalement de la nature de leur substratum de celles sur lesquelles l'action du climat est prépondérante. Le premier cas est celui de la zone littorale ou des fonds de vallée souvent inondés. Les principaux facteurs qui influent sur la végétation sont alors leur humidité plus ou moins persistante, leur teneur en sels et leur pH. Ainsi le groupement à *Typha australis* qui supporte une forte salure du sol évolue vers un groupement à *Panicum longijubatum* lorsque le sol s'assèche, que le milieu devient plus continental. De même *Sporobolus robustus* remplace *Vetiveria nigritana* lorsque la teneur du sol en sels solubles augmente. Sur les sols salins et alcalins se développent *Salicornia europaea* et *Salsola tetrandra*. Aux pieds de leurs touffes s'accumulent souvent des buttes limoneuses, formant un nouveau sol alluvial non salé, sur lequel s'installe le groupement herbacé à *Chloris Prieurii* et *Schaenefeldia gracilis*. Le tableau suivant donne la teneur en sels et, en particulier, en chlorures, du sol d'un groupement à *Salsola tetrandra* et de taches voisines où se constitue la prairie à *Chloris Prieurii* et *Schaenefeldia gracilis*.

TABLEAU II.

Comparaison des sols des groupements à *Chloris Prieurii* et *Salsola tetrandra*.  
(TROCHAIN - 87).

VÉGÉTATION.	N° DE L'ÉCHAN- TILLON.	Cl POUR MILLE.	SO <sup>3</sup> POUR MILLE.	pH.
Prairies à <i>Chloris</i> et à <i>Schaen- feldia</i> avec <i>Salsola</i> très abon- dant et parfois excessif. . . . .	34	1,96	-	6.4
	33	1,79	Traces	6.6
	25	1,46	-	-
Prairie avec <i>Salsola</i> abondant. . .	103	0,71	5,48	6.0
	102	0,89	1,2	6.4
Prairie avec <i>Salsola</i> rare. . . . .	26	Traces	Traces	6.4
	27	-	-	7.0

De même la transformation du groupement à *Paspalum vaginatum* en prairie à *Cynodom Dactylon*, correspond à un appauvrissement du sol en sels solubles, comme le montre le tableau ci-dessous.

TABLEAU III.

Analyses des sols des groupements végétaux autour de la Mangrove de M'Boro  
(TROCHAIN - 87).

VÉGÉTATION.	cl POUR MILLE.	so <sup>3</sup> POUR MILLE.	pH.
Mangrove :			
Groupement à <i>Paspalum vagi-</i> <i>natum</i> .....	12,4 5,68	6,86 —	5.8 5.6
Groupement à <i>Sporolobus robu-</i> <i>tus</i> .....	1,6	2,4	6.7
Prairie à <i>Cynodon Dactylon</i> ....	1,18	1,51	7.4

Enfin le groupement à *Aristida stipoides* qui forme une pseudo-steppe sur les sables, aussitôt en arrière des dunes littorales, est remplacé par la prairie à *Chloris Prieurii* et *Schenfeldia gracilis* là où le sol est plus argileux, ou, au moins, plus riche en éléments fins.

Les groupements végétaux sur lesquels l'action du climat est dominante sont répartis en un domaine sahélien comprenant les secteurs sahélo-saharien et sahélo-soudanien, un domaine soudanien avec les secteurs soudano-sahélien et soudano-guinéen et enfin la région de la forêt dense qui se compose, au Sénégal, de deux domaines : guinéen et subguinéen. Même pour ces groupements, la nature du sol influe sur leur répartition générale et suivant ses caractères et, en particulier ses caractères physiques, c'est tel ou tel groupement qui dominera dans chaque domaine ou secteur.

Dans le domaine sahélien, les sols riches en éléments fins supportent une savane à *Acacia stenocarpa*, mais ceux qui, moins argileux, ne possèdent qu'un pouvoir de rétention minimum de l'air très faible, sont recouverts par une savane arbustive à *Combretum glutinosum*. Les sols sableux du sous-secteur occidental sont peuplés suivant leur constitution physique, soit par *Acacia albida*, soit surtout par *Acacia Raddiana*.

TABLEAU IV.

Comparaison des sols des principaux groupements du domaine sahélien  
(d'après TROCHAIN - 87).

N° de l'échantillon.....	GROUPEMENT à <i>Acacia Raddiana</i> .			GROUPEMENT à <i>Acacia stenocarpa</i> .			GROUPEMENT à <i>Combretum glutinosum</i> .	
	97	0185	0172	081	030	045	049	73
Argile + limon, pour cent.....	2.5	5.8	1.3	12.5	25.3	6.7	3.7	3.3
Sable fin.....	72.5	81.0	73	72.0	64.4	68.2	60.8	53.2
Sable grossier.....	24.2	12.0	24.6	14.0	9.1	23.7	34.6	41.7
Matières organiques.....	0.6	1.3	1.1	1.9	2.1	0.8	0.9	0.8
pH.....	6.4	6.1	6.2	6.6	6.3	6.1	6	6.6
Pouvoir de rétention maximum de l'eau (p.r.M.).....	35.9	39	43.3	34.7	40.5	27.6	35.6	32.0
Pouvoir de rétention minimum de l'air (p.r.m.).....	6	7	7.6	8	6	7.8	4.4	5.2

Les exemples ci-dessus montrent que dans les sols du pseudo-climax à *Combretum glutinosum* les valeurs du pouvoir de rétention de l'air et du pouvoir de rétention de l'eau sont plus faibles que dans ceux du pseudo-climax à *Acacia Raddiana* et que par rapport à ceux de ces derniers, le pouvoir de rétention minimum en air des sols à *Acacia stenocarpa* est plus élevé et leur pouvoir de rétention maximum en eau plus faible.

Dans le domaine soudanien, la forêt a été détruite par le feu et remplacée par une savane à *Combretum glutinosum* ou *Acacia stenocarpa* suivant la nature du substratum <sup>(1)</sup>. Là où ce dernier est calcaire — cas des sols de termitières — *Acacia ataxantha* remplace *Acacia stenocarpa*.

La région phytogéographique de la forêt dense ne paraît pas, au moins au Sénégal, présenter d'exemple aussi caractéristique de l'influence des propriétés du sol sur la répartition de la végétation.

Dans une étude sur les caféiers spontanés de l'Afrique Occidentale française (88), PORTÈRES a décrit un profil latéritique complexe observé sur le Mont Ton Kouï en Côte d'Ivoire. Aux dépens de roches granitiques un sol latéritique très épais s'était formé sous une couverture forestière. Celle-ci ayant disparu, les horizons supérieurs furent enlevés par l'érosion et, sous une savane à graminées, la surface se transforma en cuirasse concrétionnée. La forêt parvint à reprendre possession de ce sol. De nouveaux horizons se reconstituèrent, les blocs latéritiques de la carapace démantelée servant de rochemère, et l'on assiste actuellement à un nouveau stade de régression de la forêt et à la formation en surface de concrétions ferrugineuses, origine d'une nouvelle cuirasse latéritique.

Les sols des marais à *Raphia gracilis* de la Guinée Française ont été étudiés par FRANC DE FERRIÈRE et JACQUES-FÉLIX (89). Ce groupement végétal croît dans les bas-fonds de certaines régions gréseuses. Sur les bords le sol est de type latéritique; dans le marais lui-même il se forme par alluvionnement. Il est siliceux et assez pauvre en éléments fertilisants (acide phosphorique, potasse). Sa teneur en éléments fins augmente avec la profondeur. Dans ces marais, *Raphia gracilis* ne se développe abondamment que sur les sols humifères, assez épais et pas trop dépourvus d'éléments assimilables, surtout de potasse ( $K_2O > 0,2$  p. 1.000). Sur les sols les plus pauvres et les moins épais, les Raphias sont clairsemés et la végétation comporte surtout des Cypéracées et Xyridacées.

À Madagascar, PERRIER de la BATHIE (90, 91) a pu montrer lui aussi l'influence des feux sur l'évolution de la végétation et la dégradation des sols dont ils provoquent la stérilité. Dans notre grande île sud-africaine le climax des argiles latéritiques serait la prairie; aussi les seuls sols y présentant une réelle vocation agricole sont-ils ceux qui se développent sur certaines alluvions, sur les sédiments marneux, ou sur les projections volcaniques récentes. D'ailleurs la végétation naturelle indique nettement la valeur des sols qu'elle recouvre et leur vocation culturale (92). *Sorghum halepense* ne croît que sur des terres très riches : marnes jurassiques et crétacées de la région occidentale de l'île, sur lesquelles sont installées des rizières très productives; *Cymbopogon cymbarium* sur des sols riches ou très humifères; *Cymbopogon rufus*, sur des sols fertiles : sols formés sur les produits volcaniques de l'Itasy, de l'Ankaratra ou du Massif d'Ambre et où peuvent être cultivés le maïs, le manioc, le riz, le tabac, etc. Par contre, *Heteropogon contortus* et *Aristida multicaulis* indiquent toujours des sols pauvres ou même inutilisables.

À la Guadeloupe (93), cette influence du sol est très variable suivant la région étudiée

<sup>(1)</sup> LOMBARD estime qu'en Afrique Équatoriale française, au contraire, la savane représente l'association primitive, remplacée peu à peu par la forêt (55).

et l'altitude. Au-dessus de 1.000 mètres elle est presque inexistante. Dans la région moyenne, entre 500 et 1.000 mètres elle n'est nette que pour la forêt secondaire. Bien développée sur les terres riches en humus, cette forêt est remplacée par la brousse sur les latérites, le taillis sur certains sols volcaniques, le hallier à acacias sur les sols calcaires. Cette action du sol est prépondérante dans la zone inférieure; sur les sols calcaires dominant le hallier à mimosas, les formations à *Gossypium* ou la brousse à *Canella* si le sol est assez argileux, les bois à poiriers rouges sur les éboulis; sur les sols dérivés des basaltes se développe une garrigue de type Méditerranéen et sur les latérites qui recouvrent les plaines entre le littoral et la zone forestière, les taillis à Lauracées.

En *Indochine*, l'une des productions végétales les plus intéressantes est l'hévéa. Sa culture est très développée en Cochinchine — en particulier au Nord et à l'Ouest — au Cambodge et dans le Sud de l'Annam. CHEVALIER (94) a indiqué la répartition des terres qui leur conviennent le mieux : terres rouges dont l'existence paraît liée à celle de roches éruptives telles que les basaltes, terres assez poreuses et dont la fertilité est due plus à leurs caractères physiques qu'à leur teneur en éléments nutritifs; et terres grises, très légères, provenant de l'altération de grès et d'alluvions souvent grossières, terres dont la composition et la valeur culturale sont extrêmement variables. Riches dans la vallée du Donnaï elles sont médiocres dans les provinces de Thudaumot, Bienhoa, Baria, etc.

## ÉTUDES AGRONOMIQUES.

Le sol n'intéresse les agronomes que comme milieu de culture. Ils envisagent son état actuel, état physique et état chimique, plutôt que son mode de formation. Son histoire passée n'est étudiée que dans la mesure où elle nous permet de comprendre cet état actuel et son évolution prochaine.

Les agronomes français habitués aux sols de notre pays, dont l'évolution fait souvent ressortir l'influence de la roche-mère plus que celle du climat (95), ont attaché, dans l'étude des sols de nos territoires d'outre-mer, la même importance primordiale à la considération de la roche-mère; ils n'envisagent, la plupart du temps, que la richesse du sol en certains éléments utilisables par les plantes cultivées: azote, potasse, acide phosphorique, chaux, magnésie ou qui, au contraire, peuvent leur devenir nuisibles: chlorure, sulfate de sodium, etc.

1° *Algérie*. — L'un des premiers faits mis en évidence dans l'étude des terres d'Algérie d'abord par LADUREAU (16-96) dans un travail d'ensemble (Tableau V, colonnes 1 à 3), puis par BRIOUX (17) pour les terres oxfordiennes du Sud de la province d'Oran (Tableau V, colonnes 4 à 6) et DUGAST (97) pour celles de la commune de Cavaignac (Tableau V, colonne 9), est leur pauvreté générale en acide phosphorique; elles sont souvent très riches, par contre, en azote et en potasse totale. Sur la centaine d'échantillons analysés par LADUREAU, très peu dosent plus de 1 p. 1.000 de  $P_2O_5$  soluble aux acides concentrés et un seul plus de 1,5. Les sols du département d'Oran semblent d'ailleurs les moins bien pourvus en cet élément (Tableau V, 3 premières colonnes).

Dans une notice publiée à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900 (1) DUGAST avait déjà exposé les grands traits de l'Agrologie de l'Algérie (cf. Tableau V, colonnes 7 et 8). L'influence de la roche-mère sur les caractères des sols a été démontrée aussi bien par ISMAN (98-99) dans ses études sur les terres de la région de Sidi-bel-Abbès et, en particulier, sur les vignobles de cette riche contrée (cf. Tableau V, colonnes 10 et 11) ou par FICHEUR dans un travail consacré à la région de Ménerville (100) que par DUGAST. Ce dernier note aussi l'influence du climat, en particulier sur la capacité des plantes à utiliser les réserves du sol en éléments fertilisants.

TABLEAU V.

Analyse chimique de quelques terres d'Algérie (éléments totaux pour mille de la terre séchée à 105°<sup>(1)</sup>)

d'après LADUREAU (96), BRIOUX (17), DUGAST (97) et ISMAN (99).

EMPLACEMENT : ROCHE-MÈRE.	DÉPARTEMENT CONSTANTINE.	DÉPARTEMENT ALGER.	DÉPARTEMENT ORAN <sup>(2)</sup> .	AÏN NAZEREG (SUD ORANAIS). Marnes oxfordiennes.			LAGHOUL Crétacé.	ORAN. Marnes helvétiques.	GAYLIGNAC. Alluvions quaternaires.	SIDI-BEL-ABBÈS. Grès et marnes tertiaires.		MERCIER LACOMBE.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Profondeur.....	sol	sol	sol	sol	s/sol	sol	sol	sol	sol	sol	s/sol	sol
Azote.....	—	—	—	1.6	1.1	2.95	1.03	1.17	1.68	1.10	0.98	0.40
Acide phosphorique.....	0.83	0.67	0.56	0.90	0.92	0.98	1.03	2.17	1.85	0.57	0.55	0.36
Potasse.....	—	—	—	4.9	4.8	5.56	5.49	2.50	7.52	2.40	2.16	4.63
Magnésie.....	—	—	—	7.9	5	2.93	—	—	—	3.11	1.35	—
Chaux.....	—	—	—	—	—	—	62.27	9.30	54.76	—	—	38.47

<sup>(1)</sup> Il ne faut pas perdre de vue que ces valeurs ne peuvent pas, en réalité, fournir une appréciation de la richesse réelle de ces sols et de leurs possibilités culturales. L'intérêt agricole de chaque élément dépend, en effet, de la forme exacte sous laquelle il se trouve. Le dosage de la proportion dite assimilable est une méthode d. beaucoup supérieure à la précédente.

<sup>(2)</sup> Pour chaque département, moyenne de 10 analyses.

Dans cette notice sur l'Agrologie Algérienne, DUGAST aborde le problème des sols salés. La connaissance de leur genèse importe à la fois, du point de vue théorique, pour une parfaite compréhension de leur évolution et aussi, d'une façon pratique, pour leur exploitation rationnelle. L'influence de la salure du sol sur la composition et la qualité des produits que l'on y récolte a été prouvée dans le cas de la vigne, en particulier, par DUGAST, collaborant avec ROOS et ROUSSEAU (101). En Algérie ce problème ne se pose pas seulement sur les Hauts-Plateaux et dans les confins Sahariens; mais aussi dans le Tell, et surtout dans le Nord de l'Oranie. Là, le salant s'est notablement étendu depuis cinquante ans dans les plaines de l'Habra, de la Mina et du Bas-Chélif (pl. III, fig. 1 et 2 et pl. IV, fig. 1).

Ce phénomène a été attribué, par certains auteurs, à une remontée de la nappe aquifère salée, due, selon MATHÉY (78) à une exagération du déboisement de ces régions, selon MERCIER des ROCHETTES (20) à des variations du climat tellien.

Les données météorologiques montrent depuis 1890 une certaine augmentation des pluies d'hiver et même d'avril dans ces régions. Les Oueds y subiraient des crues plus fréquentes amenant ainsi, comme l'ont noté ROOS, ROUSSEAU et DUGAST (101), une masse d'eau salée beaucoup plus importante, dans ces plaines basses et mal drainées, formées d'alluvions très compactes (pl. V).

D'autres auteurs tels MANQUENÉ (103), GALLOIS (104), tout en admettant l'influence



d'une nappe profonde dans la genèse des sols salés, attachent une importance plus grande à l'action des eaux de ruissellement et de la nappe tout à fait superficielle. MANQUENÉ (102) a pu montrer l'existence à Bel Hadri, au nord-est de Mostaganem, sur le plateau Sahélien, de trois nappes d'eau : une profonde, très salée, une moyenne (à 3 ou 4 m.) non salée, et une plus superficielle, imprégnant le sous-sol en périodes de pluies et fortement salée.

L'irrigation, elle-même, peut apporter des quantités appréciables de chlorures (105-106-107). Comme nous avons pu le montrer dans une étude sur la plaine de Relizane (108), ces eaux salées agissent à la fois en alimentant la nappe souterraine plus ou moins profonde et en enrichissant le sol en ions sodium, et ce, d'autant plus qu'il est lui-même plus imperméable.

Par contre, GAUCHER, dans une étude sur la plaine de Perrégaux (109), réduisant l'influence des irrigations dans cette extension de la salure, a soutenu que ce phénomène « n'est que l'aboutissement normal d'une évolution qui résulte à la fois des conditions géologiques, géographiques et climatiques ».

Cette richesse en sels et, en particulier, en chlorure de sodium de terres par ailleurs de bonne constitution chimique est un obstacle à la culture, comme le prouvent les résultats rapportés dans le tableau ci-dessous (Tableau VI).

L'extension de la surface occupée par les sols salés dans le nord de l'Oranie est un réel désastre pour ce pays. De grandes superficies produisant autrefois, grâce à l'irrigation, de riches moissons, ne sont plus couvertes que de plantes halophytes (pl. III, fig. 1). Parfois, même, des zones importantes sont complètement nues ; plus aucune plante n'y peut pousser (pl. III, fig. 2). Il ne faut pas envisager seulement dans ces phénomènes, l'action toxique des chlorures. L'influence préjudiciable de l'ion Na sur le sol est aussi considérable. Le complexe absorbant se sature en ions Na. L'argile du sol passe à l'état dispersé, et il se constitue ainsi un milieu « fermé », glacé, tout à fait imperméable, visqueux par temps humide, finement poudreux par temps sec, et où aucune plante ne peut vivre.

TABLEAU VI.

*Teneur en chlorures de quelques sols algériens*  
d'après J. MANQUENÉ (103-105) et G. AUBERT (108).

LIEU DU PRÉLÈVEMENT.	N <sup>o</sup> .	PROFONDEUR.	CHLORE en NaCl p. mille.	
Plaine de Sidi-Chériff. ....	}	B.	0.20	1.75
		-	0.50	2.65
		E.	0.30	2.50
		-	0.40	3.26
Bel Hadri. ....	}	-	0.30	0.45
		-	0.80	1.40
Bouguirat. ....	}	81	sol	3.51
		82	sous/sol	2.87
Relizane. ....	}	3	sol	3.45
		-	sous/sol	12.28
Clinchant. ....	}	2	sol	37.62
		5	sol	34.5
Chantril. ....	}	25	sol	50.15
		27	sol	32.5
Relizane. ....	}	46	0.30	11.6
		-	0.60	13.5

*Résistance aux chlorures de quelques plantes cultivées*<sup>(1)</sup>  
d'après DUGAST (1), J. MANQUENÉ (105-110) et G. AUBERT (108).

CULTURES.	TENEUR		ÉTAT DES PLANTES.
	en		
	Cl exprimé en N.Cl p. mille.		
	Sol.	Sous-sol.	
Vigne.....	0.8	2	Végétation chétive.
	1.4	-	-
	1.75	1.3	Plantes dépérissent.
	1.85	2.45	-
	2.2	-	Plantes disparaissent.
Céréales.....	0.5	2	Plantes résistent.
	1.5	-	-
	1.85	2.45	Plantes souffrent.
	2.5	-	Plantes disparaissent.
Cotonnier.....	1.5	-	Plantes résistent.
	2	-	Végétation médiocre.
	2.5	-	Plantes dépérissent.
Pomme de terre, tomate.....	3	-	Plantes meurent.
	2	-	Plantes souffrent.
	3	-	Plantes meurent.
Oranger.....	2.5	-	Plantes résistent.
	3.5	-	Plantes meurent.
Artichaut.....	3.5	-	Végétation chétive.
	4.5	-	Plantes meurent.
Luzerne, mélilot.....	3.5	-	Plantes résistent.
	5	-	Plantes meurent.

<sup>(1)</sup> Une abondante bibliographie de cette question se trouve dans le travail de thèse de J. GUÉRILLON : *Contribution à l'étude du chlore en biochimie végétale*. — Paris, E. le François, 1937, 1 vol. in-8°, 101 pages, fig. et tableaux.

Il reste cependant, même en Oranie, des étendues considérables de terres très riches. Leur teneur en potasse est souvent très élevée, alors que les autres éléments y sont parfois moins bien représentés. Tel est le cas des sols dérivés des faciès argileux du Pliocène. Sur les alluvions récentes de la Mina, dans la plaine de Relizane, les sols peuvent contenir jusqu'à 5 p. 1.000 de  $K_2O$  et 2 p. 1.000 de  $P_2O_5$  totaux. Des sols aussi riches se retrouvent sur les alluvions récentes du Chélif dans la région d'Inkermann (111) [Tableau VII].

Les sols des Sahels d'Alger et de Koléa nous sont connus grâce aux travaux de POUGET, LÉONARDON et CHOUGHAK (21), ceux du Sud Oranais par une étude de G. ARAMBOURG (112) qui a signalé la très grande fertilité de la région comprise entre les Oueds Mina et Riou, dénommée Rahouïa, dont les terres noires ont fait la richesse des Centres de Montgolfier et Prévost-Paradol; ceux de la région de Sétif, si remarquablement riches en éléments fertilisants, par une étude de POUGET, en collaboration avec AMALRIC et LÉONARDON (113), et certaines terres de la vallée du Chélif et du bassin de Médéa par un rapport de ROSEAU (114) [Tableau VII]. La plupart de ces auteurs, de même que DALLONI, dans un rapport à la V<sup>e</sup> Commission internationale de Pédologie (cartographie) [115], s'appuyant sur ce que les caractères physiques et chimiques des sols Algériens dépendent pour une bonne part de la nature de leur roche-mère, prennent comme base de leurs études la succession stratigraphique des formations Algériennes. Les sols y sont groupés suivant leur constitution physique.

TABLEAU VII.

## Analyse de quelques sols d'Algérie

d'après I. POUGET (21), J. MANQUENÉ (111), H. ROSEAU (114), G. CHEVALIER (121)  
et G. ARAMBOURG (112).

Point de prélèvement. ....	SAHEL D'ALGER (21).				INKERMANN (111).		RELIZANE-CLINCHANT (111).		MÉDÉA (119). Grès belygiens	GBAMPLAUN (119). (1) Éboulis de pente	BÔNE (121).		MONTGOLFIER (119). Marnes du Mecjanien.
	SUR MARNES sahéliennes.		SUR GRÈS de Guyotville.		SUR ALLOUVIONS récentes.		SUR ALLOUVIONS récentes.				3	3	
N° de l'échantillon.....	3	3	41	41	113	114	94	91	29	14	3	3	3
Profondeur.....	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	sol	s/sol	sol	sol	sol	sol	30 cm	90 cm	sol
<i>1° Analyse mécanique en p. 100 de la terre fine séchée à 105° :</i>													
Sable grossier calcaire. ...	11.6	11.6	0	0	1.8	2.1	1.1	1.1	2.6	10.1	7	16.8	—
Sable grossier non calcaire.	9.1	9	62.2	49.2	5.9	7.6	2.5	4.15			12.4	28.7	—
Sable fin calcaire.....	19.2	17.7	0	0	21.4	18	17.5	17.75	74.9	44.5	19.4	28.7	—
Sable fin non calcaire.....	16.7	20.2	25.5	24.6	70.9	72.3	78.8	77.05			18.3	13.5	—
Limon. ....	43	41	12.1	26					traces	traces	traces	traces	3.8
Argile. ....					18.7	32.3	36.0	25.8					—
Matières organiques.....	—	—	—	—	—	—	—	—	traces	5.1	1.15	0.45	—
Humus. ....	4	4	2	2	traces	traces	traces	traces	—	—	0.04	0.03	—
Calcaire. ....	24.6	26.8	0	0	23.2	20.1	18.6	18.8	0.7	4.5	26.4	27.4	—
pH.....	—	—	—	—	—	—	—	—	6.2	7.5	—	—	—
<i>2° Analyse chimique en p. 1.000 de la terre fine séchée à 105° :</i>													
Azote.....	1.44	1.46	0.71	0.56	1.28	0.99	1.37	1.50	0.5	4.0	—	—	1.12
Potasse totale.....	3.3	2.34	1.47	1.78	4.83	4.91	5.2	4.92	—	—	5.1	3.0	3.90
Acide phosphorique total...	1.25	1.16	0.10	0.34	1.77	1.68	1.74	1.41	—	—	0.86	0.84	0.64
Magnésie totale. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.9	9.9	—
Potasse assimilable.....	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	0.28	0.51	0.51	—
Acide phosphorique assimi- lable.....	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	0.24	0.15	0.13	—

(1) Résultats analytiques rapportés à la terre humide.

ROSEAU a montré (116) que le type de la « terre franche » n'est pas le même en Algérie qu'en France. Prenant en considération le régime pluviométrique des grandes plaines de l'Algérie du Nord, il définit sous ce terme un type de sol nettement plus argileux que la « terre franche » reconnue en France. Il faut en effet que la réserve d'eau accumulée en hiver et au début du printemps par ces sols leur permette de conduire la végétation jusqu'à sa pleine maturité et que par ailleurs ils puissent s'opposer au lessivage, par les pluies d'hiver, des nitrates formés en été. Cette dynamique de l'eau dans le sol est à la base de toute l'agronomie algérienne (117).

Un autre point, également important en vue d'une plus complète compréhension de l'évolution de ces sols, est celui des rapports entre leur réserve totale, parfois très élevée, en éléments utilisables par les plantes et leur teneur en éléments assimilables. Très souvent, comme l'a fait ressortir POUGET (113), l'estimation de ces réserves n'indique pas la

richesse actuelle de ces sols. Plusieurs études de CHEVALIER (118), de GALLOIS (119) et de ROSEAU (114) l'ont prouvé de façon péremptoire.

L'une des productions qui s'étend le plus, actuellement, en Algérie est celle des agrumes.

Si les primeurs sont le plus souvent cultivés sur des sols perméables et légers que l'on irrigue — sauf dans le cas de leur culture en « terres sèches » où ils exigent alors des sols plus argileux (120), — par contre les agrumes nécessitent des sols assez lourds et riches (113-121-122). Ce sont ceux que l'on trouve dans les plaines littorales ou sublittorales de la plupart des périmètres irriguables prévus dans les projets actuellement en cours d'exécution.

L'étude agronomique des sols irrigués est poussée très activement, et l'impulsion, donnée à la fois par le Service des Irrigations et par l'Institut agricole de Maison Carrée, aura été pour beaucoup dans la connaissance plus précise que nous pourrons avoir des Sols Algériens.

Nos connaissances actuelles sur ces sols viennent d'être résumées, d'une façon très complète, par DALLONI dans un ouvrage sur la géologie appliquée de l'Algérie (2).

La classification adoptée est, là aussi, d'ordre géologique. Les formations représentant chaque étage y sont indiquées pour les différentes régions de nos départements Nord-Africains, et les sols de culture qui en dérivent y sont décrits avec, à l'appui, les résultats des analyses physiques ou chimiques publiées par les auteurs qui les ont étudiés.

2° *Tunisie et Maroc.* — Les études effectuées sur les sols de Tunisie relèvent plutôt des méthodes pédologiques que des méthodes agronomiques proprement dites. Il faut cependant signaler le travail de MARÈS (123) qui est, en réalité, une légende agronomique de la carte géologique au 1/800.000<sup>e</sup> de la Tunisie et la *Carte Agronomique et Hydrologique de Tunisie* exécutée par BERTINGHAND. Elle prend comme base, la nature géologique des terres et leur vocation culturale, et elle est complétée par les résultats de nombreuses analyses physiques et chimiques de sols et d'eaux, portés sur la carte elle-même sous forme de graphiques.

La plupart des études sur les sols marocains sont aussi d'ordre pédologique. Les travaux de MIÈGE et ceux de CARLE font la transition entre les deux points de vue.

En prenant comme base la classification agronomique des sols, CHAUVÉAU (124) a distingué dans le Maroc occidental trois zones grossièrement parallèles : zone Atlantique au nord de Mogador, comprenant surtout des terres siliceuses et silico-calcaires ; zone moyenne, de Safi à Meknès et Fez, sols argileux ; zone Nord-Atlantique, de Mogador à Marrakech, sols argilo-calcaires, ou calcaires.

En général ces sols sont riches en azote et en potasse assimilable mais pauvres en acide phosphorique assimilable (1).

3° *Sahara.* — Les sols du Sahara nous sont peu connus. RIVKINO (125) en a donné les caractères principaux, tant au point de vue physique que chimique (2).

(1) M. et L. RIGOTARD sont arrivés à des conclusions semblables pour les sols des régions situées entre Rabat et Fez et autour de Casablanca et de Marrakech. Ils ont cependant observé quelques sols riches en P<sup>2</sup>O<sup>5</sup> auprès de cette dernière ville. [RIGOTARD (M. et L.), *Contribution à l'étude agronomique des terres du Maroc.* — *Ann. Sc. Agron.*, 4<sup>e</sup> série, 6<sup>e</sup> année, 1917, p. 197 à 215, tabl.]

(2) HÉBERT a indiqué la nature très sableuse des terres de la région du Tchad et du Chari. Elles sont souvent riches en azote mais toujours pauvres en tous autres éléments fertilisants. Elles présentent parfois une teneur élevée en sels de sodium.

[HÉBERT (A.), *Contribution à l'étude chimique des sols, des eaux et des produits minéraux de la région du Chari et du lac Tchad.* C. R. Acad. Sc., t. 140, 1905 (16 janvier), p. 163-165.]

4° *Afrique Tropicale*. — L'étude agronomique des sols de nos possessions tropicales d'Afrique a été entreprise dans les laboratoires locaux, en particulier pour le Sénégal, par DELORME (126) et pour la Côte d'Ivoire par BOUFFIL (127). Elle a été effectuée, le plus souvent, en vue de l'amélioration de cultures particulières. De telles recherches nous ont amené, en Afrique du Nord, à une connaissance plus précise des sols à tabac (118), de primeurs (120) ou d'orangeries (121-122); en Afrique Équatoriale et Tropicale elles ont été exécutées pour les sols de bananeraies ou de culture du caféier ou du cotonnier. Au Cameroun, les bananiers sont cultivés soit sur des terres volcaniques riches en chaux et en acide phosphorique et bien pourvues en potasse, soit sur des latérites (terrasse du Mungo à M'Bouga), sols extrêmement pauvres partout où ils ne sont pas boisés, soit sur des alluvions dont la constitution physique est souvent défavorable par suite de leur manque de perméabilité (128). Au Soudan, une partie de la vallée du Niger, au nord-est de Sansanding, fut prospectée en vue de la culture du cotonnier. Les sols y sont, dans l'ensemble, très pauvres en éléments fertilisants. Ils sont généralement argileux aux abords même du fleuve, mais beaucoup plus sableux à quelque distance, parfois à moins de 500 mètres, de son lit (129).

En Guinée, les bananiers sont surtout cultivés sur des terres noires, très acides, riches en azote mais très pauvres en éléments assimilables. Les sols forestiers de la Côte d'Ivoire qui sont utilisés pour la culture du caféier sont presque aussi pauvres, et les cultures y sont aussi productives que sur les sols de savane beaucoup plus riches en acide phosphorique et potasse assimilable, car ils possèdent une structure très favorable et une perméabilité assez forte, permettant une bonne utilisation des éléments présents dans le sol (129 bis).

Dans les régions tropicales et subéquatoriales, des sols qui paraissent chimiquement très pauvres peuvent, grâce aux conditions climatiques si particulières de ces contrées, être cependant très fertiles s'ils présentent une structure favorable leur assurant une grande perméabilité (130). Sous ces climats extrêmes l'altération des roches est très rapide; aussi le degré exact d'évolution et de lessivage de chaque sol a-t-il une influence très grande sur sa valeur agricole, les sols les plus jeunes étant en général les plus riches, et la présence de débris peu altérés dans un sol, par ailleurs très pauvre, peut-elle lui assurer une réelle richesse (130-57).

La valeur du pH des terres d'Afrique Occidentale et Équatoriale, en particulier du Cameroun, a retenu l'attention de différents auteurs tels Frank GUICHARD (131) et FRANC de FERRIÈRE (132-133). Dans cette colonie, l'on peut distinguer trois zones: 1° au Sud-Ouest, celle à climat équatorial où la grande forêt vierge s'élève sur des terres très acides (pH 3,8 à 5,5); les clairières de la forêt occupées par la savane ont toujours un sol moins acide que celui de la forêt environnante. Les plantes cultivées y poussent sur des sols dont le pH varie de 4 (cocotier, hévéa) à 5,8 (maïs, palmier); 2° une zone centrale, où la forêt clairsemée et la savane s'étendent sur des sols, en général, faiblement acides (pH = 6 à 7 ou même, quoique rarement, 7,5); 3° une zone nord dont les sols ont une réaction voisine de la neutralité. Le climat y est continental avec une période très sèche.

FRANC de FERRIÈRE avait essayé, précédemment, de schématiser les rapports entre l'eau, le pH des sols et leur teneur en potasse assimilable dans l'ensemble de l'Afrique du Nord, Tropicale et Équatoriale (134). Il reconnaît l'existence de plusieurs «groupes»:

1° Celui de l'Afrique du Nord et du Sahara où les sols sont alcalins ou neutres. La formation de croûtes de divers types y est très développée;

2° Celui du Sénégal et du Soudan où les sols sont plus acides (pH = 6 à 6,5) à cause d'une plus forte pluviosité;

3° Celui de la Guinée et de la Côte d'Ivoire, région de très grosses précipitations atmosphériques, où les sols sont, en conséquence, beaucoup plus acides (pH 4 à 5) au moins lorsqu'ils sont de type forestier ou marécageux.

5° *Madagascar*. — La première étude, d'ordre agronomique sur les sols de Madagascar est celle de MÜNTZ et ROUSSEAU (15-135-136). Ils classent les terres étudiées — qui ne sont que des sols arables, à l'exclusion de tout sous-sol — en :

1° Terres ocreuses, ou rouges, très riches en oxyde de fer. Elles présentent une constitution physique très défavorable et sont pauvres en tous éléments fertilisants et particulièrement en acide phosphorique. SCHLOESING (137) a montré qu'elles contiennent toutes des doses importantes — jusqu'à 12 p. 100 — d'alumine libre;

2° Terres jaunes, assez semblables aux précédentes, mais moins riches en hydrate de fer et d'alumine;

3° Terres violacées, beaucoup moins argileuses, et plus riches en potasse ainsi qu'en magnésie;

4° Terres sableuses, micacées, très légères et très pauvres sauf en potasse.

Les terres de la zone occidentale se classent tout à fait à part. Elles sont perméables, sans être cependant trop légères et sont chimiquement beaucoup plus riches. Enfin, les terres des vallées présentent l'intérêt d'être en général bien pourvues en matières organiques.

Ces différents types de sols se répartissent ainsi qu'il suit : l'Imérina et le Betsiléo sont surtout couvertes de terres très pauvres, sauf dans quelques vallées; dans le cercle des Bara, les terres ocreuses prédominent; dans les cercles d'Anjozoroba, de Moramanga et d'Ambatondrazaka, ce sont pour la majeure partie des terres rouges très pauvres.

Les sols du littoral Est, quoique peu favorisés au point de vue chimique, sont souvent plus fertiles, grâce à un climat plus favorable à la végétation. CARLE et GOHIER (138) y ont distingué les terres de collines, argiles rouges peu perméables, couvertes de prairies à graminées; les terres alluvionnaires des bas plateaux fertiles, riches en azote, acide phosphorique et potasse, mais manquant de chaux; et les terres des marais, des bas-fonds et des vallées, pauvres en acide phosphorique et en chaux, mais qui, une fois drainées et amendées, peuvent donner des rendements intéressants.

Dans le centre de l'île (31), les terres de rizière sont constituées soit par des sols tourbeux, très argileux, remarquablement riches en azote, mais surtout en azote inactif, soit par des sols sableux. Parmi les sols les plus riches de l'île se trouvent les sols volcaniques de l'Itasy et ceux d'Antsirabé.

6° *Indochine*. — Plusieurs études agronomiques régionales ont été consacrées aux sols d'Indochine : BUSSY (139), puis VIEILLARD (141) et MANGIN (142), et plus tard GUILLAUME (140), étudièrent en particulier ceux de Cochinchine. On y peut distinguer :

a. Les terres d'alluvions de l'Ouest de la Cochinchine et des fonds de vallée, qui comprennent des terres d'origine maritime, généralement très argileuses, riches en azote et en potasse, moins bien pourvues en acide phosphorique; des terres alunées; et des terres de vallées, beaucoup moins lourdes;

b. Des terres grises, décrites en tant que terres d'alluvions anciennes. Elles reposent toujours sur des horizons de « Bienhoa » <sup>(1)</sup> que GUILLAUME (140) rapporte, avec AGAFONOFF (24), à des formations latéritiques. Elles sont plus grossières et généralement pauvres. Elles se sont formées sous une couverture forestière;

c. Des terres rouges, très développées dans les provinces de Baria, Bienhoa et Thudamot. Elles sont liées à la présence de roches volcaniques et sont particulièrement riches en acide phosphorique. Elles supportent, en général, une forêt très dense ou une végétation de bambous. Elles peuvent nourrir de riches cultures de cocotier, tabac ou hévéa.

La région de Vinhphu, en Cochinchine (150) et celle de Than-hoa en Annam (151) ont été prospectées par AURIOL qui y classe les terres d'après leur constitution physique.

Différents auteurs n'envisagent que certaines propriétés de ces sols. AURIOL et VERNET, CERIGHELLI et TRATCHENKO, CASTAGNOL précisent les méthodes d'étude applicables à ces types de sols (143) et RIGOTARD met en relief l'intérêt de la connaissance du rapport  $\frac{\text{azote amidé}}{\text{azote total}}$  dans ces terres (144-145). Par ailleurs il en propose une classification basée sur leur couleur (146-147) et montre comment ce caractère si facilement observable, s'accorde avec des différences de propriétés. Il entreprend lui aussi, l'étude des terres stériles (148). Cette question a été reprise par AURIOL (149).

Les terres et les eaux prélevées dans la plaine des Joncs, vaste dépression marécageuse située entre le Mékong et le Vaïco oriental sont très riches en sels — sulfates, en particulier — d'alumine et de soude. Diverses cypéracées (*Eleocharis equisetina* et *Cyperus odoratus*) ou graminées à rhizome (*Panicum repens*, *Imperata cylindrica*), sont caractéristiques de ce type de terrain. Ces sols sont très acides (pH 3,5 à 4,5) et excessivement compacts. Inondés l'hiver, il s'y développe abondamment des efflorescences blanches en saison sèche. Ils sont très pauvres en calcium, mais riches en azote et en potasse totale, de même qu'en magnésium et en fer (fer ferreux). Par des cultures sur solutions nutritives, AURIOL a pu situer le seuil de toxicité des sulfates d'alumine pour le riz, entre N/500 et N/100; aussi ces terres sont-elles inutilisables dans leur état actuel. Leur mise en culture nécessite d'abord un aménagement très poussé du périmètre à revaloriser — construction de canaux de drainage —, la préparation du sol, à la fois par de gros labours et par des opérations culturales superficielles, permettant le lessivage, par les eaux de pluie, des sels d'alumine et de soude, puis l'emploi d'engrais et d'amendements : phosphates de chaux naturels qui provoquent la formation de phosphates d'alumine et d'aluminates de chaux insolubles, et enfin l'utilisation de variétés de riz résistantes à l'alumine. CERIGHELLI et TRATCHENKO sont arrivés à des conclusions très voisines (drainage, chaulage, lessivage par les eaux de pluie) dans une étude sur les terrains alunés du jardin botanique de Saïgon (149 bis).

<sup>(1)</sup> Cf. p. 14.

## ÉTUDES PÉDOLOGIQUES.

Les pédologues étudient la genèse et l'évolution du sol, inscrites dans son profil. Aussi est-ce vraiment cette considération du profil des sols qui caractérise l'esprit de leurs recherches ; et il s'agit, pour eux, du profil tout entier avec ses différents horizons, depuis la surface jusqu'à la roche-mère et non plus seulement, comme pour les tenants des méthodes précédentes, d'une partie de ce profil : horizons inférieurs pour les minéralogistes, horizons supérieurs pour les botanistes et les agronomes.

Pour certains, ces études pédologiques sont un simple procédé d'investigation sur l'histoire de la terre ; pour d'autres, elles sont destinées à une application immédiate, en biologie ou en agronomie ; mais tous ces auteurs n'ont entre eux que des différences de tendances. Tous emploient les mêmes méthodes d'étude ; au plus attachent-ils une importance plus ou moins grande à tel facteur d'évolution des sols plutôt qu'à tel autre : roche-mère ou climat ou végétation.

1° TUNISIE. — L'une des premières études ainsi comprises a été, la « *Contribution à l'étude des sols de la Tunisie* » (152), publiée par ERHART en 1925. Sur un sol de la région de Bou Arada, à la limite de la Tunisie du nord-est et de la Tunisie centrale, il met en évidence l'influence du « tuf » — souvent l'on désigne ainsi le premier stade, encore peu résistant, de formation des croûtes calcaires — sur les horizons supérieurs du sol que sa présence sépare de leur roche-mère par une couche imperméable.

Alors que ce sol appartient déjà à des types de climat aride — mais non désertique — ceux du Nord de la Régence sont des sols podzoliques, comme l'a montré M<sup>lle</sup> MALYCHEFF (25) pour ceux qu'elle a étudiés en Khroumirie, aux environs de Aïn Draham, au col de Babouch et au col des Ruines.

L'analyse des prélèvements effectués dans les différents horizons d'un « podzol » sur grès du col de Babouch a donné les résultats suivants (éléments solubles dans HCl bouillant, en p. 100 de la terre fine séchée à 105°) :

HORIZONS.	A <sup>1</sup> .	A <sup>2</sup> .	B.
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	1.15	0.99	1.99
AlPO <sup>3</sup> .....	0.91	0.67	1.50
CaO.....	0.06	0.01	0.01

Les chiffres ci-dessus prouvent que si ce sol est bien du type podzolique, les phénomènes d'entraînement en profondeur des éléments colloïdaux n'y sont pas très intenses.

Même dans cette région où les chutes de pluie atteignent 1 m. 50 par an et la température moyenne annuelle ne dépasse pas 15°, la migration des éléments *per ascensum* prend autant d'importance, dans certains sols, que le mouvement d'entraînement en sens inverse. Tel est le cas de celui de Kef-el-Kebir, formé sur dacite, et analysé par AGAFONOFF, JOURAVSKY et M<sup>lle</sup> MALYCHEFF (153) :



TABLEAU VIII.

*Sol de Kef-el-Kebir.*  
(AGAFONOFF 153.)

HORIZONS.	A.	B.	C.
Épaisseur.....	6 à 18 cm.	35 cm.	—
Caractère.....	Humifère	Argileux brun.	Jaunâtre.
Humus pour mille.....	4.7	1.35	0.35
pH.....	7	7	7
Cations absorbés. { Ca.....	9.2	2.2	4.4
(milli-équiv.) { Mg.....	2.3	1.7	1.9

Le travail le plus important sur les sols de Tunisie est, sans contredit, celui de AGAFONOFF. Après quelques notes générales (155-156-157) ou sur des sujets particuliers (154-158), il publie en 1936, un ouvrage très remarquable : *Sols types de Tunisie* (36).

AGAFONOFF distingue six sols-types principaux : les sols éoliens des régions steppiques et côtières, les sols bruns et rouges à croûte carbonatée, les sols dits « rendzines », les sols podzoliques, les sols alluviaux et ceux des régions montagneuses (pl. XII).

1° Les sols éoliens steppiques sont développés au sud de la Dorsale tunisienne et à l'ouest de la plaine de Kairouan. Dans toute cette zone, subdivisée en trois régions : steppe, prédésertique et littorale, la pluviométrie est faible ; les pluies sont très courtes mais brutales. Les sols, tous sableux et pauvres en matières organiques, sont presque toujours riches en calcaire très fin. Il ne s'y forme que rarement des croûtes. On y observe plus souvent des « concrétions croûtoïdes ». Ils sont toujours très chargés, surtout ceux de la zone prédésertique, en sels, sulfates et carbonates de soude et de magnésie, comme le montre le tableau ci-dessous.

TABLEAU IX.

*Analyse des sols éoliens steppiques de Tunisie*  
(AGAFONOFF 36).

Zone.....	STEPPIQUE.						PRÉDÉSERTIQUE.		
	MAHARÈS ENTRE GABÈS ET MÉDENINE.						KERILI (CHOTT EL DJERID).		
Emplacement.....									
N° du profil.....	13			15			40		
Profondeur.....	Surface.	5 cm.	10 cm.	5	30	Croûte.	5 cm.	12 cm.	30 cm.
				à 15 cm.	à 35 cm.				
<i>Analyse mécanique (p. 100).</i>									
> tamis 15.....	12.3	53.5	41.3	4.1	28.5	—	58	50.7	80.5
Entre tamis 15 et 60...	26.2	7	9.4	21.3	22.9	—	12.8	24.6	10.1
Entre tamis 60 et 100..	16.1	4.4	5.3	12.3	5.9	—	2.5	10.4	1.9
< tamis 100.....	45.4	35.1	43.1	62.3	42.7	—	27.2	14.9	7.5
CO <sup>2</sup> Ca.....	5	12.2	6.2	10.6	5.7	15.9	20	14.2	14.2

*Analyse des sols éoliens steppiques de Tunisie [suite]*  
(AGAFONOFF 36).

Zone .....	STEPPIQUE.						PRÉDÉSERTIQUE.				
	MAHARÈS ENTRE GARÈS ET MÈDENINE.									KEBILI (CROTT EL DJERID).	
Emplacement .....											
	13			15			40				
N° du profil .....											
Profondeur .....	Surface.	5 cm.	10 cm.	5	30	Croûte.	5 cm.	12 cm.	30 cm.		
				à 15 cm.	à 35 cm.						
<i>Analyse chimique (p. 1000).</i>											
<i>Sels solubles eau :</i>											
Cl. ....	0.52	-	0.2	Traces.	-	-	1.02	0.33	-		
SO <sup>4</sup> .....	2.9	-	0.15	0.52	-	-	1.04	0.82	-		
Ca. ....	0.33	-	0.02	0.2	-	-	0.39	0.69	-		
Mg. ....	0.16	-	0.01	0.01	-	-	0.02	Traces.	-		
Na. ....	1	-	0.02	Traces.	-	-	0.46	0.35	-		
<i>Sels solubles eau chaude :</i>											
Cl. ....	-	-	-	-	-	-	1.89	0.52	0.80		
SO <sup>4</sup> .....	-	-	-	-	-	-	10.0	17.21	10.60		
Ca. ....	-	-	-	-	-	-	4.22	7.10	4.24		
Mg. ....	-	-	-	-	-	-	0.02	Traces.	Traces.		
Na. ....	-	-	-	-	-	-	1.26	0.36	0.59		

Les horizons supérieurs de ces sols sont en général plus riches en sels que les couches plus profondes. Dans certains horizons (profil n° 40 — à 12 centim.), la présence de carbonate de soude — qui n'a pas été mise en évidence directement — semble probable, la teneur en cations étant très supérieure à celle des anions dosés.

Comme nous l'avons vu précédemment (cf. p. 24) et comme AGAFONOFF aussi l'a observé (36, p. 304 et 305), ces teneurs en sels sont nuisibles à la végétation. Dans l'ordre de toxicité décroissante, les cations se rangent suivant la série, Mg, Na, Ca et les anions CO<sup>3</sup>, Cl, SO<sup>4</sup>. Il faut noter que, dans ce classement, n'est pas envisagée leur action possible sur les propriétés physiques des sols, action très forte, et néfaste pour la végétation dans le cas du sodium par exemple.

2° Les sols à croûte sont situés au nord de la dorsale tunisienne. Les horizons supérieurs ont une épaisseur souvent très faible (10 centim.) et ne dépassent que rarement 50 centimètres. La croûte carbonatée, généralement peu colorée, a en moyenne 30 centimètres; elle atteint parfois 1 mètre. Elle est séparée de la masse calcaire par une couche « croûtoïde » composée de grains de calcite assez gros, liés entre eux par un ciment calcaire. La croûte est, d'après AGAFONOFF, une formation plus ancienne que le sol qui la recouvre. Elle a pour origine un mouvement ascendant de solutions de sels de chaux à partir de la roche-mère. Elle ne pourrait se former que sous l'action d'une insolation intense, et caractériserait ainsi un climat désertique. La majorité des croûtes de Tunisie daterait donc du Chelléen, époque à laquelle un tel climat régnait sur la plus grande partie de ce pays. Remarquons que ce climat « désertique » permettait cependant un approvisionnement en eau du sous-sol, assez important pour provoquer une

attaque de la roche-mère calcaire, une mise en solution et une remontée des sels de chaux jusqu'à la surface. Ne pourrait-on plutôt admettre que ces croûtes correspondent à un climat où une saison très sèche et très chaude succède à une saison de pluies assez fortes, comme il en existe actuellement en de nombreux points de l'Afrique du Nord, même dans le Tell Algérien ?

Les horizons supérieurs du sol, eux, sont dus à des apports éoliens et de ruissellement. Tandis que les premiers varient peu, il n'en est pas de même des seconds qui ont donné les sols rouges auprès des terrains triasiques et les sols bruns auprès de terrains d'âges divers. Peu puissants, assez hétérogènes, comportant une faible proportion de terre fine, ils sont constitués d'agrégats de différentes grandeurs, faiblement cimentés par du carbonate de chaux très fin, parfois « imbibé » d'hydrate de fer. Comme le mettent en évidence les résultats analytiques rapportés par AGAFONOFF (36, p. 331 à 341), les sols bruns et les sols rouges à croûte diffèrent peu par leurs paramètres chimiques, mais beaucoup plus par la nature et l'importance de leur complexe absorbant : les sols bruns ont la capacité d'absorption la plus forte.

3° Les rendzines se sont formées dans la partie septentrionale de la Tunisie, sur des calcaires tendres et des marnes du Crétacé supérieur ou de l'Eocène inférieur. La température moyenne y est de 17 à 18° et la pluviométrie annuelle y varie de 600 à 700 millimètres. Ces sols très identiques dans toute cette zone, quelle que soit leur roche-mère, peuvent atteindre un mètre d'épaisseur. Leur teneur en matières organiques est d'environ 4 p. 100. Ils présentent généralement une certaine accumulation des bases en surface. Cependant, dans la région de Souk el Arba, sur les collines calcaires miocènes, AGAFONOFF a pu en observer qui établissent la transition avec les podzols.

L'un de ces sols présente les horizons suivants :

- A<sub>1</sub>, 0 à 30 centimètres, brun noir, non calcaire, structure grumeleuse ;
- A<sub>2</sub>, 30 à 70 centimètres, plus brun, très friable, structure à tendance schisteuse ;
- B, 70 à 90 centimètres, brun à taches plus foncées, plus compact, plus riche en fer, structure schisteuse ;
- C, la roche-mère.

Ainsi, quoique l'horizon A conserve encore la structure caractéristique des rendzines, l'horizon B comporte déjà un certain enrichissement en fer.

Vers la limite méridionale de cette zone, on voit au contraire la « croûte » apparaître dans le profil. Ainsi à quelques kilomètres à l'E. N. E. du Kef, sur un calcaire crayeux, sous un horizon supérieur typique de rendzine, épais de 30 à 35 centimètres, se forme à la surface de la roche-mère, un horizon « croûtoïde » de 5 centimètres environ d'épaisseur. En certains points, cette ébauche de croûte est déjà nettement et finement litée. De tels profils semblent bien démontrer que les croûtes se forment à partir de la roche calcaire sous-jacente et pas toujours juste à la surface du sol.

4° Les sols podzoliques sont localisés dans les régions accidentées et boisées du nord-ouest de la Tunisie. Ils ne se forment que sur les grès de Numidie et les argiles schisteuses qui leur sont associées. La podzolisation n'y est pas très accentuée : la teneur en oxyde de fer des horizons illuviaux ne dépasse que rarement le double de celle des horizons supérieurs.

L'un des profils podzoliques les plus caractéristiques observés par AGAFONOFF est celui de Tabarka, au nord de Aïn Draham, dans une forêt de chênes lièges. Il comporte, sous deux centimètres de débris végétaux plus ou moins décomposés, un horizon A<sub>1</sub> sableux,

humifère, friable, de 20 à 25 centimètres de puissance et un horizon d'accumulation B jaune brun, avec des marbrures rouges, beaucoup plus argileux. Enfin, la roche-mère gréseuse.

Nulle part, en Tunisie, n'ont pu être observés de phénomènes d'accumulation humique en profondeur.

5° Sols alluviaux. — Ces sols se répartissent en plusieurs zones disposées principalement le long des Oueds : Oued Medjerda, Oued Mèllègue et Oued Fissa, Oued Miliane, Oued Zéroud, ou de la côte : plaine de Grombalia, plaine de Enfidaville qui se prolonge vers l'intérieur par la plaine de Kairouan. Entre tous ces sols existent de grandes différences, tant au point de vue structure — présence de « croûte » bien formée dans les horizons inférieurs de certains d'entre eux —, que propriétés chimiques — teneur très variable en sels de soude ou de magnésie —. De même certains sont sableux, d'autres très argileux et il semble, d'après les quelques descriptions qu'en donne AGAFONOFF, que même les processus pédologiques y soient très variables. Aussi nous paraît-il difficile de garder ce groupe comme sol-type défini au point de vue pédologique (pl. XI, fig. 1 et 2).

6° Les sols des régions montagneuses sont aussi très divers suivant les conditions géologiques et climatologiques qui ont présidé à la genèse de chacun d'eux. Ils subissent une érosion très active, aussi sont-ils peu développés et peut-on les considérer comme toujours jeunes. Certains comportent en profondeur un horizon de croûte : tels ceux du Djebel Mansour près du barrage de l'Oued El Kébir, ou ceux des collines prolongeant les monts du Cap Bon entre Grombalia et Nabeul.

Se basant sur le travail d'AGAFONOFF et après avoir analysé — analyse mécanique<sup>(1)</sup>, dosage chimique des éléments fertilisants —, pour chacun des types pédologiques précédemment définis, un très grand nombre de profils, YANKOVITCH (37) est amené à considérer aussi six types pédo-agrologiques de terres :

1° Les podzols : terres de profondeur moyenne, très lessivées, pauvres en général, mais faciles à travailler. Il en existe même sur roche-mère calcaire. Dans certains des échantillons analysés, le rapport de podzolisation a atteint 3,5 et 4.

Ainsi l'analyse mécanique des échantillons prélevés dans les différents horizons du sol de Tabarka (cf. plus haut p. 34) a donné les résultats suivants :

TABLEAU X.

*Analyse mécanique du sol de Tabarka (p. 100 de la terre fine).*

HORIZON.	PROFONDEUR.	SABLE GROSSIER.	SABLE FIN.	COLLOÏDES.
A <sup>1</sup> .....	10	68.1	17.1	14.8
A <sup>2</sup> .....	30	75.4	18.1	6.5
B. ....	100	41.3	10.4	48.3

<sup>(1)</sup> Nous devons noter que la méthode d'analyse mécanique utilisée par YANKOVITCH ne correspond pas aux méthodes habituelles (méthode internationale, méthode de DEMOLON et BASTISSE pour les terres calcaires, etc.). La fraction colloïdale est déterminée par un temps de chute de 1 heure par centimètre, alors que, dans la méthode internationale, il est de 48 minutes pour 1 centimètre à 20° et 42 minutes 37 secondes à 25°. En outre, elle ne comporte pas de destruction préalable de la matière organique, ni l'emploi d'un agent dispersant l'argile, en dehors du simple lavage à l'eau distillée. De nombreux travaux ont pourtant montré l'importance de ces opérations. Son avantage est d'être beaucoup plus rapide.

2° Les rendzines : de profondeur moyenne, souvent riches. L'élément le moins bien représenté dans ces sols est, en général, l'acide phosphorique. Cependant, celles formées sur les calcaires du Londinien en sont mieux pourvues (cf. Tableau XI, Oued Béjà et Malouïa). Certaines rendzines alluvionnaires dont l'épaisseur dépasse 1 mètre sont particulièrement fertiles.

Les rendzines proprement dites se formeraient ici sous l'action de précipitations atmosphériques de plus de 650 millimètres, et, au contraire, une pluviométrie de 500 à 600 millimètres déterminerait la naissance de « rendzines » à croûte.

TABLEAU XI.

*Analyse chimique de rendzines de Tunisie (éléments totaux p. 1000)*  
(YANKOVITCH - 37).

Emplacement. ....	HÉDIL.			BÉJÀ.			OUED BÉJÀ.	MALOUÏA.	
	192.			181.			185 <sup>b</sup> .	Y 87.	
N° du profil. ....									
Profondeur des horizons (en cm.). ....	5 à 10	30 à 40	90-100	5 à 10	75	100	10	20	110
Azote pour mille.....	3.3	1.5	1.6	2.2	0.9	0.5	4.6	2.4	-
Ac. de phosphorique, total pour mille.....	0.8	0.6	0.5	3.8	4.0	3.9	2.6	1.3	5.5
Potasse totale pour mille	3.8	4.7	4.0	1.8	1.6	1.6	-	12.7	2.0
Magnésie totale p. mille	4.5	3.9	4.2	2.5	2.8	0.9	3.3	4.4	5.7

3° Les terres à croûte. — Pour YANKOVITCH, la croûte est une formation illuviale due à l'accumulation en profondeur de calcaire provenant des horizons supérieurs. Le sol qui la surmonte lui est, ainsi, lié génétiquement et ne doit plus être considéré — comme le fait AGAFONOFF — comme dû à des apports éoliens ou de ruissellement.

Sans pouvoir, dès maintenant, prendre parti dans cette controverse, nos études sur cette question étant actuellement en cours, nous devons cependant indiquer qu'il nous paraît difficile d'admettre cette théorie de la formation de la croûte carbonatée. Celle-ci nous semble due, au contraire, à la migration *per ascensum* de solutions riches en sels de chaux provenant de l'action des eaux sur la roche-mère et au dépôt de cet élément par évaporation de ces solutions. Cela n'implique pas nécessairement d'ailleurs que le sol superposé à la croûte ne lui soit pas lié et soit d'origine allochtone.

La limite pluviométrique supérieure permettant la formation de sols à croûte paraît être d'environ 550 millimètres.

On peut en distinguer deux catégories :

a. Les terres rouges bien aérées, assez profondes et plus fertiles, en général, que les rendzines quoique souvent moins bien pourvues chimiquement ;

b. Les terres brunes qui se forment sous un régime pluviométrique moins favorable — 400 millimètres d'eau par an — et sont presque toujours peu épaisses. Elles sont aussi plus pauvres que les terres rouges, à cause de leur trop faible réserve en eau.

La différenciation des terres à croûte en terres brunes ou terres rouges, que AGAFONOFF attribuait à la proximité, pour les terres brunes, des formations triasiques (cf. précédemment, p. 34) ne paraît dépendre, d'après YANKOVITCH, que de la hauteur pluviométrique annuelle de la région et, surtout, de la teneur de ces terres en calcaire. Le passage entre les deux types se ferait pour environ 20 p. 100 de  $\text{CO}^3\text{Ca}$ . Avec une teneur inférieure, il se formerait des terres rouges; supérieure, des terres brunes. Aussi les croûtes sur lesquelles reposent ces dernières seraient-elles, en général, plus épaisses que celles des terres rouges.

TABLEAU XII.

*Analyse chimique des horizons de quelques terres à croûtes de Tunisie*  
(éléments totaux p. 1.000)  
(YANKOVITCH - 37).

Types de terres. ....	TERRES ROUGES.						TERRES BRUNES.				
	TÉBOUSSOUK.			HORDJ-TOUM.			MSAKEN.			SERVICE AGRONOMIQUE.	
	129.			B T.			68.			Y 100.	
Profondeur des horizons en cm. ....	5 à 10	20 à 50	80 à 90	10	40	60	5	20	35	20	40
Azote. ....	1.6	0.4	0.2	1.45	0.43	0.32	1.0	0.86	Croûte.	1.07	0.73
Acide phosphorique. ....	0.31	0.4	0.27	0.86	0.63	0.75	0.32	0.52	Croûte.	1.27	0.95
Potasse. ....	3.0	3.2	2.4	7.32	6.50	5.40	2.84	-	Croûte.	3.25	3.59
Magnésie. ....	0	0	0	3.26	2.61	1.67	Traces.	-	-	2.0	2.3

4° Les alluvions, terres profondes et riches, parfois très lourdes. Elles sont généralement bien pourvues en azote et en potasse; par contre, si leur réserve en acide phosphorique est souvent assez forte, leur teneur en phosphates assimilables est presque toujours faible.

5° Les terres du Centre tunisien qui sont caractérisées surtout par leur aridité nécessitent, suivant les cas, l'emploi du dry-farming ou de l'irrigation.

Cette première partie de l'étude des sols de Tunisie, — étude pédologique générale: définition des sols-types et étude agrologique: propriétés agronomiques et vocation culturale de ces sols — ayant été menée à bien, sous l'impulsion de BOEUF, le fondateur et directeur honoraire du Service agronomique et botanique de Tunisie, il reste à ses successeurs la tâche de la faire compléter pour toutes les questions qui n'ont pu être résolues, puis de faire procéder aux études régionales de détail — études à dominance agrologique — qui permettront de définir de nombreux sous-types de sols et de préciser leur valeur culturale (159).

YANKOVITCH a entrepris ce travail en commençant par la région comprise entre l'Oued Tine et l'Oued Medjerda (160). Il a pu y mettre en évidence l'influence de la topographie dans la formation du sol. Ainsi, sur les pentes variant de 50 à 20 mètres par kilomètre, se développent presque uniquement — dans cette région — des terres à croûte. Ces formations calcaires ne semblent pouvoir se constituer que là où se maintient un niveau d'eau assez stable.

Actuellement très cultivées, ces terres sont soumises à une érosion intense et, chaque année, une masse importante de sol disparaît, entraînée par les eaux de ruissellement.

Les pentes inférieures à 20 mètres par kilomètre sont couvertes de sols alluvionnaires qui ne sont bien drainés que si la pente reste supérieure à 5 mètres par kilomètre. Les zones horizontales présentent souvent des sols salés. Ces terres très lourdes ne peuvent être drainées facilement et les sels s'accumulent dans leur sous-sol.

Dans les régions montagneuses développées au Nord-Ouest de Medjez-el-Bab, la nature et la valeur des terres dépendent avant tout des propriétés physiques et chimiques de leur roche-mère.

2° ALGÉRIE. — En Algérie où, comme nous l'avons vu précédemment, l'étude agronomique des terres a été très développée, et depuis longtemps, par contre, l'étude pédologique des sols y est beaucoup moins avancée malgré l'impulsion donnée, ces dernières années, à ces recherches par la Section algérienne de l'Association française pour l'étude du sol.

Le seul travail d'ensemble que nous possédions sur la pédologie de notre province Nord-africaine — travail en cours d'exécution — est celui de H. DEL VILLAR (161). Suivant la classification qu'il a adoptée dans tous ses travaux<sup>(1)</sup> l'ensemble des divers types de sols est divisé en cycles, dont chacun correspond à un « métabolisme » chimique différent. Ils comprennent, chacun, plusieurs secteurs, dont les différences, toujours d'ordre chimique, sont moins accentuées et portent sur des facteurs secondaires. Enfin, dans chaque secteur, sont envisagés plusieurs types, sous-types et variétés de sols d'après leur végétation et leur roche-mère.

Par ailleurs H. DEL VILLAR fait intervenir la notion de stades basés sur l'âge et le degré d'évolution du profil, et celle de phases dont l'origine est due à des causes extrapédologiques, telles que l'influence de l'homme par exemple.

En Algérie il distingue le cycle sialferrique, dans lequel il rassemble les sols allitiques, à humus fugace, et caractérisés par leur haute teneur en sesquioxydes et la disparition de leur silice, les sols à humus acide correspondant aux sols podzoliques et de tourbières de la classification française, et les sols siallitiques, à humus doux, dans lesquels les phénomènes de lessivage sont très faibles ; des types intermédiaires siallitiques-calcaires dont une partie seulement du profil est complètement décalcifiée, et qui se trouvent généralement intimement liés, sur le terrain, à des sols calcaires ; le cycle calcaire où il groupe les sols dont les horizons supérieurs, eux-mêmes, sont riches en carbonate de calcium ; et enfin le cycle sodique caractérisé par la grande richesse de ses horizons en sels de sodium.

Le premier comprend d'abord quelques sols allitiques formés sur les sables dunaires du Sahel, où le rapport  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  varie entre 1, 3 et 1, puis le secteur oxy-humique — les vrais podzols à horizon cendreau y semblent très rares —, représenté surtout par les

<sup>(1)</sup> Cette classification est exposée en détail dans *Los Suelos de la Peninsula Lusio-Iberica*, par E. H. del VILLAR, Madrid et Londres, Th. Murby, 1937, in-8°, 416 pages, tableaux, pl. (phot.), 1 carte h. t., et elle a été reprise, plus résumée, dans l'étude sur les sols du Maroc (174).

zones forestières des parties élevées et très pluvieuses du Tell : forêt d'Azazga-Yakouren sur argiles et grès Numidiens, et le secteur siallitique avec un type sub-humide à humus légèrement acide : régions pluvieuses de Kabylie, et un type dit xéro-siallitique. Les types intermédiaires sont plus ou moins décalcifiés, tel le sol du Bois de Boulogne, près d'Alger, formé sur mollasse. Beaucoup de sols fossiles algériens appartiennent à ce groupe.

Le cycle calcaire couvre une grande partie de l'Algérie. Il comprend en particulier les sols à croûte et des sols rouges ou noirs, assez comparables à certains sols du Maroc.

Pour DEL VILLAR la genèse des croûtes calcaires n'est pas due à l'action d'un climat très sec provoquant une forte évaporation. Elles se seraient formées par dépôt et cristallisation au niveau de la nappe d'eau souterraine. Elles naîtraient à faible profondeur, le climat sec empêchant un entraînement plus important des solutions salines. Il rapproche, d'ailleurs, au moins quant à leur genèse, ces croûtes calcaires des formations de gley, dont la présence est due à l'existence d'un niveau d'eau créant, dans le sol, un milieu réducteur (162).

Les sols du cycle sodique (Pl. III, IV et V) peuvent être, suivant les cas, des sols salés ou des sols à alcalis, où les modifications par suite de la salure sont plus profondes. Dans ce second type, l'influence de l'ion sodium sur les propriétés physiques et la structure du sol, est prédominante. Comme nous-même avons pu le montrer (108), c'est à la présence de ce cation en proportion importante dans leur complexe absorbant, plus encore qu'à leur teneur élevée en chlorures qu'il faut attribuer la stérilité absolue de certains sols. (Cf. plus haut, p. 24.)

Del VILLAR admet « une origine profonde, de nature plutonique » des sels et de l'alcalinisation des sols d'Algérie, comme il l'avait fait pour ceux de la péninsule Ibérique.

Il ne crée pas un groupe spécial pour les sols de la région désertique. Il les intègre dans les différents groupes précédemment indiqués. Ils ne sont d'ailleurs, très souvent, que squelettiques.

Il en a décrit plusieurs, observés soit au Nord-Ouest de Beni-Ounif, soit au sud de Aïn Sefra (163). Parfois ils présentent des horizons de « gley » caractérisés par leur couleur verdâtre ou grise et comportent toujours des formations dues à une accumulation calcaire ou saline, à des hauteurs variables, mais souvent tout à fait en surface ; pour les différencier des croûtes calcaires étudiées précédemment, celles-ci peuvent être appelées « masques ». Beaucoup de ces sols désertiques sont très riches en sels de soude. Leur réaction, d'après del VILLAR, serait neutre, leur pH variant entre 7 et 7,4 malgré leur forte teneur en calcaire et parfois en sels alcalins.

DRANITZYNE (164) a mis en évidence l'influence de l'altitude sur l'évolution des sols de l'Aurès. Un cas typique en est fourni par le pic des Cèdres, dans les monts de Bellesme. Au pied du mont, dans la vallée, ils sont alluviaux, puis, sur les pentes, squelettiques rendzinoïdes sous une végétation de chênes verts et de genévriers ; des sols bruns carbonatés se sont développés entre 1.200 et 1.300 mètres, sous une végétation forestière (chênes verts) ; plus haut des sols podzoliques supportent des bois de cèdres et, enfin, vers 1.800 mètres, ce sont de véritables podzols ferrugineux.

Parmi les sables du littoral d'Alger, MAMMAIN (165) a pu mettre en évidence l'existence de trois séries de dunes différentes. Les deux plus anciennes ont été rubéfiées en surface, et leurs horizons supérieurs décalcifiés, probablement sous l'action d'un climat plus humide que celui qui y règne maintenant. Le calcaire ainsi remis en mouvement semble avoir servi de ciment aux grès qui se sont formés à leur base. La dune actuelle est, au contraire, surmontée d'un sol très peu évolué. L'érosion a décapé plus ou moins profon-



dément tout cet ensemble, faisant affleurer ici les sables rouges, là la dune actuelle calcaire, ailleurs, au contraire, le grès calcaire de base.

Le profil de la dune de Guyotville permet d'observer cette succession sur plus de 4 mètres. En effet, au-dessous d'un horizon humifère de 30 centimètres d'épaisseur, viennent 50 centimètres de sable éolien beige. Cet ensemble constitue le sol actuel avec sa roche-mère. Plus bas le premier sol fossile comprend 30 centimètres de sables rouges à faible cohésion, très peu calcaires, puis un banc croûteux de plus de 50 centimètres qui surmonte plus de 80 centimètres de grès beige assez dur et 40 centimètres de sable jaune peu consolidé. Ces trois derniers horizons contiennent de 25 à 50 p. 100 de calcaire.

Un troisième sol, fossile comme le second, comporte lui aussi quatre horizons : sable rouge déjà calcaire (3 p. 100) surmontant un sable jaune encore riche en oxyde de fer (18,25 p. 100 Fe), puis un grès assez blanc, mais contenant des veines jaunes sableuses et enfin une croûte à grain fin, dont la teneur en calcaire atteint près de 50 p. 100. Tout cet ensemble repose sur un sable jaune clair dosant 16,7 p. 100 de  $\text{CO}^3\text{Ca}$  et 14,75 p. 100 Fe (dosé en p. 100 de la somme des cations).

Quelques études de détail ont été consacrées aux méthodes d'analyse des sols algériens en vue des recherches pédologiques, en particulier dans le cas des terres tuffeuses (39) et des alluvions très argileuses des vallées du Tell (166).

Enfin la biologie des sols d'Algérie a fait l'objet de nombreux travaux de KILLIAN. Ayant mis en évidence l'existence d'une microflore assez développée, même dans des sols désertiques chimiquement très pauvres et arides (38) — les champignons et les algues microscopiques du sol paraissent encore plus résistants à la sécheresse que les bactéries — et l'influence, sur cette microflore, de leurs propriétés physiques<sup>(1)</sup>, en particulier de leur perméabilité et de leur teneur en air, il prend comme base pour la classification des sols qu'il étudie, leur constitution physique (168-169).

A la limite septentrionale du Sahara, existent à Beni Ounif des sols sablonneux, psammocalcaires ou, parfois, non calcaires. Ils sont souvent pauvres en acide phosphorique, mais mieux pourvus en potasse, au moins totale, car leur teneur en potasse assimilable paraît faible aussi bien dans les horizons supérieurs de leur profil que dans les horizons les plus inférieurs. Les sols sableux proprement dits sont rares. Les sols sablo-limoneux, non calcaires, y sont plus développés. Ils sont pauvres en sels solubles et en éléments fertilisants.

Les dépôts caillouteux du désert forment le « reg ».

L'horizon supérieur de ces sols ne contient que 25 p. 100 de terre fine, mais celle-ci est constituée, pour un tiers, par de l'argile, véritable ciment entre les cailloux. Aussi le reg est-il imperméable. Les éléments solubles n'y peuvent migrer que lentement. Sa teneur en air est très faible. C'est un sol stérile.

Au milieu même de ce reg existent souvent des zones déprimées où prennent naissance des sols alluviaux, plus compacts en profondeur qu'en surface, peu calcaires et riches en éléments assimilables.

Les sols de limons anciens du désert sont très peu perméables; aussi forment-ils un groupe de sols stériles, malgré une richesse assez grande en éléments fertilisants. Les microorganismes peuvent, parfois, se développer avec une certaine intensité dans leurs horizons supérieurs; même dans ce cas, ils sont très rares en profondeur. Seuls,

<sup>(1)</sup> Un auteur allemand, HARDER, a, dès 1930, étudié les propriétés physiques des sols de la région de Beni-Ounif et montré la valeur très élevée de leur force de succion (167).

les limons actuels sont riches et de meilleure constitution physique; la microflore s'y développe abondamment malgré leur sécheresse. Ils sont perméables, présentent une teneur en air assez forte et sont bien pourvus en azote et en éléments minéraux assimilables. Telles sont les conditions nécessaires, dans ces sols sahariens, à l'établissement et au développement de la microflore.

Sur ces sols désertiques — surtout sur les sols psammiques — l'influence de la végétation et des débris qu'elle abandonne est grande. Elle tend à augmenter leur teneur en particules fines et en éléments fertilisants. Cette action est d'autant plus forte que le sol et les plantes sont mieux protégés du vent. Elle est visible en particulier avec une végétation buissonnante. L'un des cas les plus typiques de cet enrichissement du sol, dont l'aération en même temps s'accroît, est celui des « nebkas » à *Zizyphus Saharæ*.

Sur les Hauts-Plateaux, KILLIAN (170-171) a distingué plusieurs types de sols :

1° Les sols de collines, très sableux, plus calcaires en profondeur qu'en surface; ils paraissent présenter, parfois, une accumulation des sels solubles en profondeur, au moins en hiver. En été les nitrates se concentrent à leur surface.

2° Les sols steppiques, généralement moins sableux et moins perméables; ils possèdent encore une teneur en air élevée. Leur taux de calcaire varie entre 10 et 15 p. 100. Ils supportent l'association végétale à *Lygaeum spartum*.

3° Les sols des bas-fonds, sols argileux. Leur perméabilité est faible. Cultivés ils peuvent acquérir une meilleure structure. La concentration des éléments solubles en surface y est très accusée surtout au cours de l'été.

4° Les sols de Deb-Deb, très riches en anhydrite et très compacts; ils sont chimiquement pauvres. Pratiquement, ils sont stériles, autant d'ailleurs du fait de leur constitution physique très défectueuse que du fait de leur teneur très forte en sels.

5° Les sols salés. Leur taux hydrique est très élevé et d'autant plus qu'ils sont plus riches en sels ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CO}^2\text{Na}^2$ ,  $\text{SO}^4\text{Na}^2$ ,  $\text{SO}^4\text{Mg}$ , etc.). Ils sont très compacts. Leur teneur en éléments nutritifs est souvent forte. Leur microflore est très réduite. Leur végétation évolue suivant leur teneur en sels. Ainsi, sur les sols les plus salés ne se développe que l'association à *Cressa Cretica*; puis, si le sol est moins salé, celle à *Statice delicatula*, à laquelle font suite celle à *Sphenopus divaricatus* et celle à *Suaeda fructifera*. Si le dessalement se poursuit, *Atriplex halimus* peut se développer et l'on aboutit enfin à des sols riches en légumineuses.

Dans les recherches de pédologie détaillée, il est intéressant d'observer la répartition de plantes indicatrices soigneusement choisies et étudiées quant à leur station, d'une part, et à leur biologie, d'autre part.

Cette méthode a été utilisée par KILLIAN dans le cas des sols argileux ou marneux des environs d'Alger (172). Sur ces sols très peu perméables, la présence de *Scorpiurus sulcata* indique des sols relativement plus légers, tandis que *Hedysarum flexuosum*, et même *Hedysarum capitatum*, ne se développent que sur des sols moins perméables et généralement pauvres. La première de ces deux espèces est la caractéristique des sols les plus pauvres, parfois non calcaires — *Hedysarum capitatum* vit toujours, au contraire, sur sols calcaires — et très peu aérés.

Malgré l'importance de tous ces travaux si divers sur les sols d'Algérie, — dont nous n'avons que très imparfaitement résumé les faits essentiels et les conclusions principales, — nous connaissons encore mal la pédologie de notre province africaine.

3° MAROC. — Avant d'étudier les sols d'Algérie, H. DEL VILLAR avait prospecté ceux du Maroc et en avait fait une étude générale (35-173-174).

La classification adoptée dans ce travail est déjà, à très peu de choses près, celle que nous avons exposée à propos des études pédologiques sur l'Algérie (cf. p. 38).

Le cycle sialferrique comprend : les sols oxy-humiques, qui correspondent à un rapport assez élevé des facteurs climatiques eau/température, peu développés au Maroc, sinon en Tingitane où, sur un substratum acide, se rencontrent parfois des sols à *Sphagnum*; et les sols siallitiques qui sont beaucoup plus répandus. DEL VILLAR n'a pu mettre en évidence la présence de sols siallitiques humides. Par contre, les sols siallitiques proprement dits occupent de très grandes superficies. Ils constituent le sol type des zones humides sur substratum siliceux. On les trouve au nord dans la partie montagneuse de la Tingitane et du Rif occidental, au sud sur les roches siliceuses de l'Atlas. Dans le centre du pays, ils supportent une végétation forestière caractéristique : *Cedrus atlantica*, *Pinus pinaster*, *Quercus caducifoliae* : forêt de Djaba, cédraie d'Ifrane et d'Azrou.

En zones moins humides, les roches siliceuses donnent naissance à des sols xérosiallitiques. Assez réduits dans la Tingitane ou le Rif, ils s'étendent largement au sud de Tiflet, le long du Grou et jusque vers Khenifra et El Hajeb, à l'est. Ils se retrouvent aussi dans la partie occidentale du Maroc, de Mechra ben Abbou à Ben Guerir, de Sidi bou Ottmann à Tensift et en certains points le long du littoral.

Parfois des sols siallitiques ont pu se former aussi, par décalcification, sur des roches-mères calcaires : forêt de Mamora et au sud de Rabat en arrière de la côte, jusqu'à Aïn el Aouda et Marchand.

Le cycle calcaire revêt une grande importance au Maroc comme en Algérie. Les tirs, sols noirs calcaires à croûte, forment une bande sublittorale adjacente à celle des sols rouges décalcifiés et occupent certaines régions plus à l'intérieur du pays : Marchand, Petitjean, de l'Oum er Rbia au Moyen Atlas, de Kasba-Tadla à Boujad, Oued Zem et el Borouj. Leur couleur très foncée ne serait pas due, semble-t-il, à une richesse particulièrement grande en matières organiques mais plutôt à la présence d'oxyde de manganèse.

Divers autres types de sols calcaires, sols à croûte et hamris — groupe subdivisé en hamris profonds, hamris à croûte et pseudo-hamris — se retrouvent entre la zone des tirs, la région siallitique centrale et les Atlas, puis au delà du col de Taza, dans le bassin de la Moulouya où ils font suite à ceux de l'Algérie.

A ce cycle se rattachent aussi des *Terra Rossa*, des rendzines et des sols bruns calcaires.

Le cycle sodique comprend surtout les sols salins du littoral : bassin du Bou Regreg, le bas Sebou et, dans le Maroc espagnol, le bas Loukkos, puis la plaine basse au sud-est de Méhilla, et quelques taches, assez limitées, à l'ouest de Fez et dans le prérief, et ceux de la zone des chotts.

Les sols à alcalis sont plus rares. DEL VILLAR en a signalé en certains points de la zone des tirs et dans l'aire alluviale du bas Sebou.

Beaucoup de sols siallitiques, de même que certains sols calcaires, sont au stade « oropédique », terme utilisé par DEL VILLAR pour indiquer certains sols squelettiques.

M<sup>lle</sup> MALYCHEFF (34) a décrit, aux environs de Rabat, un sol brun légèrement lessivé en bases et en oxyde de fer, pauvre en humus, formé aux dépens des hamris. Ceux-ci, produits d'altération des calcaires et des grès calcaires quaternaires, semblent être dus à l'action d'un climat différent — probablement tropical — du climat actuel.

Actuellement ces grès de la région de Rabat donnent naissance à des sols sableux

squelettiques. Ailleurs, sous une végétation forestière et dans les zones les plus humides, ces formations peuvent subir une évolution podzolique et atteindre un degré assez avancé de lessivage, comme l'ont montré EMBERGER et ZABORSKI (175). Pour ces deux auteurs, le hamri proprement dit serait dû à l'action du climat actuel et représenterait un stade intermédiaire entre les deux types de sols précédents.

L'étude pédo-agrologique du Maroc a été menée, en particulier, par CARLE et, au Centre de recherches agronomiques de Rabat par MIÈGE. Le premier (32-176 à 178) classe les sols marocains d'après leur constitution physique et le mode de formation de leur roche-mère. Il distingue ainsi trois grands groupes : les terres arénacées, les terres alluvionnaires et les terres détritiques.

Les terres arénacées sont très développées entre Sidi-Slimane et Rabat et du Moyen-Atlas à la mer. Formés sur des sables dunaires récents, ou marins du pliocène, des grès tertiaires ou des arènes granitiques, ces sols comportent souvent — tel est le cas dans la région des Zaers — des horizons riches en oxyde de fer et parfois des formations analogues à l'halios. Ils sont légèrement acides. Leur vocation naturelle est l'arboriculture.

Les terres alluvionnaires, dites « terres sans sous-sol », occupent les régions du Sebou, des Beni-Ashen, la vallée de Guercif et celle du Haouz, la plaine du Tadla. Les caractères de leur profil dépendent surtout de la nature des alluvions sur lesquelles elles se sont formées et de leur position topographique.

Généralement situées dans des plaines où l'écoulement des eaux se fait très difficilement elles sont parfois occupées par des marais plus ou moins salés : les merdjas, dont les sols sont très riches en matières organiques, au moins dans leur partie supérieure, et dont les horizons inférieurs présentent presque toujours des phénomènes de « gleyification » (pl. IV, fig. 1). Dans ce groupe se classent aussi la plupart des sols salins proprement dits.

Souvent fines et très compactes, en général chimiquement riches, sauf dans le cas du Haouz de Marrakech, ce sont des terres de grande culture (céréales, plantes industrielles) et favorables à l'élevage.

Le profil des terres détritiques présente au-dessus de leur roche-mère deux horizons très différenciés : en profondeur, le tuf assez dur et plus ou moins concrétionné et au-dessus le sol arable qui en diffère par sa texture et sa couleur. Ces terres sont, en général, rouges ou noires ; leur pH est toujours supérieur à 7. Entre les deux horizons s'intercale parfois un troisième, la croûte ou carapace, formation si répandue dans toute l'Afrique du Nord (pl. VI à IX).

Au Maroc ces sols occupent la région de la Chaouia, et celle des Beni M'tirs sur les plateaux de Meknez et de Fez. Toute cette zone supporte actuellement, sur le versant Atlantique une végétation buissonnante à oléastre, jujubier, lentisque, etc. et sur le versant est, plus aride, une simple végétation herbacée où subsistent quelques arbres très rares, arganiers, pistachiers (pl. VII, fig. 2). Elle fut autrefois recouverte par la forêt dont les débris organiques ont contribué, pour beaucoup, à la formation de ces sols. Lors de sa disparition seulement, — du fait de l'homme : incendies, pacage des animaux, etc., — serait née la carapace, par suite d'un accroissement considérable de l'intensité de l'évaporation. Quant au sol arable, superposé à la croûte, il serait formé de dépôts dus à l'alluvionnement ou aux apports éoliens — comme l'admet aussi AGAFONOFF (158) pour les sols identiques de Tunisie — et aux restes de la végétation qui a pu s'y développer (177-178).

Les vallées de l'Oued Bath et du R'Dom, qui arrosent la région de Sidi Slimane sont creusées dans des bancs calcaires recouverts d'alluvions (33). Sur les plateaux, consti-

tués par ces calcaires s'étendent des argiles de décalcification. Sur les pentes les plus raides, le calcaire affleure. Sur les pentes douces, ces argiles ont donné naissance à des hamris.

Enfin des tirs, terres noires argileuses, recouvrent une partie de la plaine qui sépare les deux oueds, aux pieds du plateau. Leur roche-mère est, là, constituée par des marnes.

Les sols bruns formés sur les hamris sont légèrement décalcifiés et présentent un enrichissement en oxyde de fer à environ 40 ou 80 centimètres de profondeur. Ce même phénomène de décalcification se retrouve dans les tirs, quoique moins prononcé. Par contre la teneur en argile de leurs différents horizons diminue assez régulièrement de la surface vers la profondeur.

Nous avons reporté dans le tableau suivant quelques résultats analytiques publiés par MIEGE et permettant la comparaison des sols de hamri et des tirs.

TABLEAU XIII.

*Analyses mécanique et chimique et déterminations physiques sur des sols  
de tir et de hamri  
(MIEGE - 33).*

Type de sol.....	HAMRI.				TIR.		
	3.				7.		
N° de la station.....							
Profondeur (en cm.).....	0 à 40	40 à 80	80 à 120	160 à 200	0 à 50	50 à 100	150 à 200
Argile pour cent de terre fine..	56.5	58.6	52.1	31.8	50.6	44.1	43.7
Limons.....	16.3	13.2	12.0	11.3	15.1	14.1	13.4
Sable fin.....	10.3	10.0	10.3	15.7	12.0	11.8	12.3
Sable grossier.....	4.8	4.9	4.8	14.2			
Calcaire.....	3.9	13.3	20.8	26.4	20.6	30.3	30.0
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (attaque par KOH 5 pour cent).....	1.15	-	-	-	2.62	-	-
Porosité.....	38.3	-	-	-	26.2	-	-
Hygroscopicité.....	9.0	9.9	7.4	3.9	2.6	2.2	2.1
Coefficient de flétrissement....	13.5	14.8	11.1	5.8	4.0	3.3	3.2

Les hamris semblent comporter une certaine quantité d'alumine libre dénotant une légère latéritisation lors de leur formation, sous un climat plus tropical que le climat actuel de la région, ce qui n'a pas lieu pour les tirs. Ces sols sont bien pourvus en bases absorbées, surtout chaux et magnésie.

Sur les alluvions, les sols, appelés « dess », sont moins argileux et très calcaires.

Les tirs et hamris se différencient très nettement quant à leur régime hydrique (tableau XIII). Dans les derniers, le taux de l'eau hygroscopique très élevé détermine un coefficient de flétrissement beaucoup plus fort que celui des tirs; ils contiennent une quantité plus faible d'eau disponible pour les plantes. Ces propriétés des sols vis-à-vis de l'eau et la migration des substances fertilisantes ont une importance agronomique considérable. Aussi MIEGE en a-t-il entrepris l'étude, au moyen de cases lysimétriques (179).

Dans la région de Casablanca, MERCIER a pu distinguer (180), dans les zones basses et marécageuses sur les alluvions de l'Oued Mellah, des pseudo-tirs, sols noirs, silico-

argileux à réaction acide; sur le versant nord de la zone dunaire, des hamris qu'il rapproche des sols steppiques; sur le versant sud de ces dunes, des *harrocha*, sols gris à nodules calcaires; en arrière de la zone des dunes, des pseudo-hamris, terres rouges à nodules ferrugineux, qui paraissent latéritisées; enfin, des tirs. Il nous semble difficile de classer ces derniers parmi les tchernozeims, comme le voudraient certains auteurs et MERCIER en particulier. JARANOFF (181) se refuse aussi à voir des tchernozeims dans ces sols noirs, assez épais, riches en humus, mais où n'ont jamais pu être mis en évidence les myceliums de calcite si caractéristiques des sols de la steppe russe. Il les rapproche au contraire des « Smolnitzä » décrits en Europe centrale par STEBUTT (182).

Au sud de Rabat, JARANOFF a observé un sol de type podzolique formé sur l'horizon illuvial d'une latérite ancienne dont la carapace aurait été érodée et sous lequel existe encore la zone de départ de la latérite. Cette carapace latéritique date de la fin du Pliocène supérieur. A ce climat savanien a succédé dans le Maroc Atlantique un climat sub-désertique, puis une période humide plus froide pendant laquelle se sont formés des podzols, suivie d'une période à climat méditerranéen permettant l'établissement de *Terra Rossa*. Ensuite un climat subdésertique ou, au moins, chaud et assez sec a amené la constitution d'une croûte calcaire mince. A une période plus humide, lors du Chelléen inférieur, a correspondu la genèse de podzols dans l'intérieur du pays. Deux niveaux de dunes consolidées se sont ensuite constitués, dont la plus récente s'est recouverte, juste avant le Moustérien, d'une croûte calcaire « subdésertique » très épaisse. Au paléolithique supérieur reparissent de nouvelles séries de podzols et de rendzines, puis de *Terra Rossa*. Au début du Néolithique, il naît encore une croûte calcaire, de faible puissance et, juste avant la période actuelle, sur les dunes littorales des sols jaunes de nature steppique, et dans l'intérieur où régnait un climat plus froid et surtout plus humide, les tirs. Actuellement nous assistons à la genèse de *Terra Rossa*, de sols bruns et d'une croûte calcaire mince. Cette histoire des sols marocains a été établie, pendant ces dernières années, par les géologues BOURCART (183 à 185), JARANOFF (181), DRESCH (186), etc.

Beaucoup de ces formations plus ou moins démantelées subsistent encore, reprises dans une évolution nouvelle. Aussi leur connaissance importe-t-elle pour comprendre les sols que l'on peut observer actuellement au Maroc.

4° AFRIQUE TROPICALE. — En Afrique Occidentale et Équatoriale, les caractères pédologiques des sols ne nous sont connus que par les recherches de SCAETTA. A part ses travaux, si originaux, nous ne possédons sur ces immenses régions que quelques études de détail de JARANOFF (187) qui a mis en évidence, dans le Soudan nord-occidental, l'existence de podzols ferrugineux, sous une végétation de savane et a montré le peu d'importance de la latéritisation actuelle, si même elle se produit, dans ces régions (14° 30' latitude nord); de MENGLI GUIREY ENIKEFF (188), qui a entrepris l'étude des sols irrigués de la région de la boucle du Niger; de AUFRÈRE (189) et de BARET (190) sur les caractères physiques des sols de l'Afrique Équatoriale française et leurs rapports avec la roche-mère.

L'un des plus typiques des profils latéritiques autochtones, décrits par SCAETTA, est celui de Yapô en Côte d'Ivoire (7).

De haut en bas il comporte :

- 1° Un horizon humifère de 10 centimètres d'épaisseur;
- 2° Un horizon éluvial, gravéoleux de 40 à 50 centimètres;

3° Un horizon illuvial puissant de plus de 2 mètres, formé d'une masse concrétionnée d'hydrates de fer et d'alumine, comprenant de petites enclaves kaoliniques;

4° Un horizon appelé « lithomarge » constitué par des produits kaoliniques et contenant, suivant certains plans de schistosité de la roche primitive, des traînées d'éléments latéritiques;

5° Un horizon où les minéraux de néogénèse et les produits kaoliniques colloïdaux sont mêlés aux débris de la roche-mère dont la texture est, souvent, encore visible : la zone de départ, selon la terminologie proposée par LACROIX (19).

6° Enfin la roche-mère : des schistes arkosiques.

La formation de ces profils latéritiques est favorisée par l'horizontalité ou la convexité très faible de la surface du sol, mais elle reste avant tout sous la dépendance du climat. Dans toute la Guinée, la Casamance, le Soudan méridional, la Haute Côte d'Ivoire, cette évolution est actuellement très rapide, quelle que soit la nature de la roche-mère envisagée.

Dans certains cas, cet horizon illuvial se durcit; il se constitue alors une cuirasse concrétionnée due à son enrichissement progressif en éléments latéritiques. De même que cet horizon, elle naît plus profondément sous le climat équatorial et de plus en plus superficiellement à mesure que l'on se rapproche de la limite septentrionale de la bande tropicale (191). Elle s'épaissit surtout — sinon entièrement — par le bas, mais cet épaississement a une limite qui dépend de la pénétration en profondeur de l'énergie radiante de l'atmosphère.

Pour SCAETTA, en effet, ces cuirasses sont dues à l'existence d'un niveau d'équilibre entre cette énergie atmosphérique et l'énergie endogène des couches rocheuses profondes (192).

La cuirasse ne doit pas être considérée comme absolument imperméable à l'eau, au moins dans le cas le plus général. SCAETTA a pu observer de nombreux cas de perméabilité d'une cuirasse bien développée. Cependant il ne semble pas que les horizons qui lui sont sous-jacents puissent continuer à subir les processus d'allitisation. La caverne du Dalaba dans le Fouta-Djalon en fournit une preuve particulièrement nette. Il y coule un ruisseau souterrain dont le lit est creusé dans un quartzite. Le plafond de la caverne est formé par une cuirasse latéritique épaisse. L'allitisation ne s'y poursuit pas, sinon à l'entrée même de la caverne sous l'influence des agents atmosphériques.

Le plus souvent cette cuirasse latéritique ne se présente pas sous la forme de couches parallèles régulièrement stratifiées, mais bien plutôt sous celle d'un réseau de bandes enlacées enclavant des masses kaoliniques, comme l'ont montré les nombreux profils observés au nord d'Abidjan en Basse Côte d'Ivoire (193). Il semble qu'actuellement elle ne puisse durcir que si l'horizon illuvial apparaît en surface, à la suite de l'érosion des couches supérieures, après la destruction par des incendies, par exemple, de la végétation qui les protégeait. Elle peut alors résister assez longtemps aux phénomènes érosifs. Mais les processus physiques d'érosion finissent par la démanteler et ses débris contribueront à former les grenailles latéritiques si répandues dans ces régions.

La cuirasse démantelée, le sol est alors rajeuni. La forêt elle-même pourra en reprendre possession, comme SCAETTA l'a observé sur les sommets de l'Otroutrikoué et du Beiredido (7). La végétation peu à peu la désagrège et les enclaves kaoliniques contribuent à reformer le sol au milieu duquel subsistent des blocs plus ou moins volumineux de la cuirasse — il en a été signalé de plus de 3 mètres de côté —, que les arbres enserrant dans leurs racines.

En certains points de Guinée et du Soudan, région de Bandiagara et Sangah, il se forme, actuellement, une cuirasse subaérienne (194).

Cette carapace en contact direct avec la roche-mère est peu épaisse et sa puissance très variable. Ayant 10 centimètres d'épaisseur à 700 mètres d'altitude, elle n'a plus que quelques centimètres à 1.600 mètres et elle n'existe plus au-dessus de 1.650 mètres. Elle représente une latérite gibbsitique selon la terminologie de LACROIX (19). Elle semble localisée dans les zones où le dessèchement est intense et brutal : versants exposés à un vent sec, pentes très raides, etc. C'est ainsi que peut s'expliquer la présence d'une telle carapace subaérienne sur le flanc nord-oriental du Nimba à la frontière du Libéria.

L'aboutissement normal de l'évolution des sols allochtones est aussi la latérite. Elle ne diffère pas essentiellement de celle des sols autochtones. Seules sa rapidité et son intensité sont différentes. De même les sols hétéromorphes tendent à donner naissance à des latérites. Sur le plateau de Djougou au Dahomey, SCAETTA a pu observer, dans un tel sol, trois croûtes ferrugineuses emboîtées. Son *eluvium* actuel, très pauvre, supporte une association à *Imperata cylindrica* (7).

Par contre, les *colluvia* sont rarement ou partiellement latéritisés. Dans ce groupe, les sols les plus vieux sont situés au sommet des collines, les plus jeunes à mi-pente.

La reconnaissance de l'origine autochtone ou allochtone de ces divers types de sols est souvent très délicate. Il est possible d'y parvenir par l'analyse des sables fins et grossiers des différents horizons (159) ou par la considération des minéraux résiduels de ces horizons. GLANGEAUD, étudiant les échantillons recueillis par SCAETTA (195), a été ainsi amené à définir un « coefficient d'éluviation », ou rapport entre la teneur en quartz de l'horizon étudié et de la roche-mère et un « coefficient de décomposition » ou rapport entre les teneurs de ces horizons en minéraux résiduels autres que le quartz. L'inverse de ce rapport pourrait, nous semble-t-il, mieux caractériser l'état de décomposition des éléments d'un sol. Ces rapports ne conservent tout leur intérêt que dans la mesure où le quartz n'est pas lui-même altéré, ce qui n'est pas toujours exact. Il n'en reste pas moins, il est vrai, le minéral le plus résistant.

Les *alluvia* supportent des cultures arbustives ou herbacées : coton, arachide, riz ; les *colluvia*, des cultures arborescentes plus exigeantes : cacaoyers, caféiers ; et les *eluvia* des pâturages ou la forêt (196). La cuirasse elle-même n'est pas absolument stérile. Quelques graminées spécialement adaptées — grande richesse en cellulose — peuvent y pousser. Un plus grand nombre peut s'y développer dès qu'elle est recouverte par quelques produits de ruissellement (197).

Dans toute cette Afrique tropicale, entre le Sahara et le golfe de Bénin, l'on peut distinguer trois grandes zones climatiques auxquelles correspondent des zones pédologiques et des zones de végétation bien distinctes (40-198) :

1° Du 5° au 10° parallèle, zone à climat subéquatorial comportant deux longues saisons de pluie et deux saisons sèches, à horizon illuvial concrétionné en profondeur, surmonté d'un *eluvium* assez puissant qui supporte la grande forêt ombrophile. La haute tension de vapeur d'eau et la forte humidité relative en toute saison, y sont très favorables à la latéritisation, ainsi qu'au développement du couvert forestier. Celui-ci, par contre, tout en réduisant l'érosion du sol, diminue l'action des radiations solaires sur le sol et retarde ainsi son évolution ;

2° Du 10° au 14° parallèle, zone d'oscillation de l'équateur thermique, avec pluies très violentes et très abondantes. Il s'y est développé d'immenses « plates-formes latéri-



tiques». Les horizons illuviaux supportent des *eluvia* peu épais qui ne sont recouverts que par la forêt dégradée, ou même par la prairie à graminées;

3° Plus au nord et jusque vers le 16° parallèle, la latéritisation massive est remplacée par la ferritisation produisant, sur de grandes surfaces, un «pseudo-gravillon» pisolithique. La sécheresse y fait obstacle à l'allitisation des roches.

C'est le domaine de la forêt sahélienne et de la steppe à épineux, définies par CHEVALIER (*Flore vivante de l'Afrique Occidentale française*, 1938). Il y existe encore des latérites comportant des cuirasses souvent très développées, mais toujours plus ou moins démantelées : elles sont fossiles.

L'un des problèmes pratiques les plus importants posés par l'existence des latérites est celui des rapports de ces sols avec la végétation forestière (199). L'influence de celle-ci est grande; elle retarde la disparition de la zone éluviale, en alimentant ces horizons superficiels par ses débris et sa matière organique, en captant, semble-t-il, par sa frondaison les poussières de l'air et en permettant leur incorporation au sol (200), enfin en limitant le ruissellement. La disparition de la forêt amène celle des horizons éluviaux supérieurs, l'apparition de l'*illuvium* en surface, accompagnée de sa transformation en cuirasse.

La captation au cours des saisons sèches de ces poussières atmosphériques par les grands arbres et leur réincorporation aux horizons supérieurs du sol, provoque sa régénération, un rajeunissement de son profil. Elles comprennent, en effet, entre autres quelques matières organiques, de nombreux minéraux peu altérés : micas, feldspaths, magnétite, olivine, zircon, quartz, kaolin, etc. Elles sont prélevées par les vents, soit sur les sables fins du Sahara méridional, soit sur les limons argileux du Soudan.

Un autre mode, très particulier, de rajeunissement du profil est dû à l'action de roches éruptives en voie de décomposition au milieu des latérites déjà évoluées (201). Dans le Dahomey septentrional, ce sont des boules de granite qui s'altèrent et enrichissent ainsi de leurs minéraux «pourris» les couches éluviales voisines. En Basse Côte d'Ivoire, le même phénomène se produit aux dépens d'une dolérite. Dans l'un et l'autre cas, il y a régénération du complexe absorbant des horizons superficiels de ces sols, aux dépens d'un complexe naissant. Ces observations peuvent avoir une grande importance pratique. Il peut être plus intéressant en effet, plutôt que d'apporter à ces sols latéritiques des engrais proprement dits, de leur incorporer diverses roches éruptives plus ou moins altérées: roches feldspathiques, roches riches en hornblende ou pyroxène, roches sédimentaires présentant une forte teneur en glauconite, etc. Il semble préférable que leur altération n'ait pas dépassé le stade de la séricitisation (202).

SCAETTA a décrit aussi différents autres sols (7) :

Sols littoraux, très épais, très variables, mais toujours de type allitiosiallitique; ils renferment rarement plus de 30 p. 100 d'argile et leur pH varie de 4 à 6, en général;

Sédiments lacustres ou fluviaux dans la région nord-occidentale de la boucle du Niger, où se produisent des phénomènes d'expurgation allitique (203);

Sols de tourbillons aériens, formations très particulières observées dans le bassin du lac Télé.

Il nous faut signaler enfin que SHANTZ et MARBUT, dans leur étude sur les sols et la végétation du Continent africain (204), ont rapporté les sols du Sénégal soit aux tchernozems, soit aux sols bruns. Ceux qui les ont étudiés depuis ne partagent pas cette manière de voir.

5° MADAGASCAR. — Nous avons montré précédemment les divers points de vue, minéralogique, botanique, agronomique, sous lesquels l'étude des sols de Madagascar a été entreprise. Leur histoire pédologique nous est surtout connue par les travaux de ERHART. Ceux de BESAIRIE, dont nous avons déjà exposé les principaux résultats, en y considérant avant tout la tendance minéralogique et pétrographique, pourraient aussi être rattachés au chapitre actuel. En effet, si ses premières recherches avaient une base presque uniquement minéralogique, l'observation du profil des sols est beaucoup plus développée dans ses travaux récents. C'est à lui que l'on doit le premier essai d'une carte pédologique des sols de Madagascar (205).

La classification adoptée pour l'établissement de cette carte (pl. XIII) comporte des types de sols pédologiquement définis : sols latéritiques comprenant les argiles latéritiques avec leurs trois sous-types : de forêt, de *savoka* et de prairie, les sols à cuirasse latéritique des *tampoketsa*; les latérites d'alluvions et les latérites basaltiques, types qui devraient pouvoir s'intégrer dans les précédents; sols à carapaces calcaires; carapaces argilo-sableuses; sols noirs basaltiques que BESAIRIE, de même qu'ERHART, rapproche des tchernozeams; sols rocailleux, qui ne sont que des sols d'érosion toujours jeunes. Par contre, elle comprend aussi des groupes de sols qui ne sont définis que par la constitution physique ou chimique de leur roche-mère et non par leur genèse ou par leur évolution : sables rouges, sols calcaires, sols argileux.

ERHART a publié d'abord quelques notes de détail (206-207), puis, dès 1926, un travail important — l'une des premières études pédologiques sur les sols de la France d'outre-mer — sur l'*Influence de l'origine géologique et des facteurs extérieurs sur la formation et la valeur culturale des terres latéritiques de l'Est de l'Île* (23), complété d'abord par la recherche d'applications pratiques des renseignements ainsi obtenus (208), puis par les résultats d'une prospection plus étendue de Madagascar (209-210). Enfin, il a exposé à nouveau ses conceptions sur certains de ces types de sols, tels que les latérites, dans des traités ou articles beaucoup plus généraux (211-212-213).

Toute la côte est de Madagascar est recouverte par des sols latéritiques. Leur teneur, en hydrargillite de même que leur plus ou moins grande richesse en produits argileux, ne paraît pas dépendre de la nature de leur roche-mère.

Tous ces sols sont acides, leur pH varie entre 5 et 6. Comme le montrent les résultats rapportés ci-dessous (tableau XIV), leur degré d'acidité dépend surtout de la végétation qu'ils supportent. Les plus acides se trouvent sous forêt vierge, les plus voisins de la neutralité, sous prairie. En quelques points rares — en particulier sur les alluvions de la Vohitra — la présence d'un niveau hydrostatique élevé a favorisé la formation d'un humus très acide; le pH du sol descend alors en dessous de 5.

TABLEAU XIV.

*pH de quelques sols de Madagascar*  
(ERHART 23-207).

Type de végétation .....	FORÊT VIERGE.	SAVOKA.	PRAIRIE.	
Nature de la roche mère.....	GNEISS.	DIABASE.	GNEISS.	DIABASE.
pH.....				
sol.....	5.61	5.80	6.20	6.30
sous-sol.....	5.28	5.90	6.40	6.30

La teneur de ces terres en éléments utilisables par les plantes est, le plus souvent, très faible, mais c'est surtout leur état physique qui influe sur leur valeur agricole. C'est à leur mauvaise constitution physique — très forte teneur en argile et structure du sol très défavorable — qu'il faut attribuer la stérilité des sols formés sous prairie.

La constitution physique de ces sols dépend plus encore de la végétation qu'ils supportent que de la nature de leur roche-mère. Nous donnons ci-dessous les résultats des analyses mécaniques de plusieurs échantillons (tableau XV) prélevés sur des roches-mères et sous une végétation différente. Ils prouvent l'influence primordiale de cette dernière sur la teneur en argile de ces sols; aussi ERHART a-t-il pu écrire (23, p. 104) : « La valeur culturale d'un sol, situé sous un climat tropical humide et soumis au processus de la latéritisation, dépend entièrement de sa végétation. »

TABLEAU XV.

*Analyse mécanique de quelques sols de Madagascar en p. 100 de la terre fine séchée* <sup>(1)</sup>  
(ERHART - 23).

Type de végétation.....	FORÊT VIERGE.	SAVOKA.		PRAIRIE.					
	GNEISS.	DIABAS.		ALLUVIONS.		GNEISS.		DIABAS.	
Roche-mère .....	M <sup>1</sup> .	M <sup>2</sup> .	M <sup>3</sup> .	M <sup>4</sup> .	M <sup>5</sup> .	M <sup>6</sup> .	M <sup>7</sup> .	M <sup>8</sup> .	M <sup>9</sup> .
N° de l'échantillon.....	Sol.	Sol.	S/sol.	Sol.	S/sol.	Sol.	S/sol.	Sol.	S/sol.
Argile. ....	0.62	5.88	1.36	4.93	1.88	14.10	11.12	29.14	27.31
Sable fin. ....	39.22	30.24	41.50	40.83	32.24	26.00	34.64	37.15	30.05
Sable grossier.....	60.16	63.88	57.14	54.24	65.88	59.60	54.24	33.71	42.64

<sup>(1)</sup> La méthode d'analyse utilisée par ERHART ne correspond pas aux méthodes internationales; en particulier la dispersion y est effectuée dans l'eau distillée sans addition d'agent dispersant, aussi est-ce plutôt d'une analyse d'agrégats qu'il s'agit. Ce mode de détermination de la constitution des sols exagère toujours l'influence de la végétation aux dépens de celle de la roche-mère.

La latérite couvre non seulement la côte est, mais aussi tout le massif cristallin qui forme l'ossature de Madagascar. Cependant, elle ne dépasse pas l'altitude de 2.000 m. Plus haut, les sols formés aux dépens des roches éruptives se rapprochent de ceux que nous pouvons observer, en France, dans les Vosges ou le Massif central. De même, les phénomènes de latéritisation ne se produisent pas dans le sud de l'île, au climat trop sec, ni sur la côte ouest où se sont développés soit des sols gris humifères soit des sols rouges de décalcification.

Dans le massif volcanique de l'Itasy, d'assez grandes surfaces de latérites formées sur gneiss ou sur granite ont été recouvertes par des laves volcaniques. Depuis, celles-ci ont été, en bien des points, enlevées par l'érosion. La latérite sous-jacente, sol enterré repris par l'évolution actuelle, a gardé la trace de son ancien recouvrement. Elle est nettement plus riche, et a une structure plus grossière que la latérite dénudée des Hauts Plateaux. Aussi est-elle incontestablement plus fertile.

Sur les roches volcaniques elles-mêmes se sont formés des sols gris ou noirs, riches en humus, souvent peu profonds, mais, pour la plupart, fertiles. Leur valeur culturale dépend avant tout de leur roche-mère.

ERHART a décrit de nombreux profils de sols latéritiques soit sous forêt, soit sous prairie. Dans les deux cas, la base du profil est identique : zone de départ, zone tachetée,

zone rouge — correspondant à la zone de départ, la lithomarge et l'horizon illuvial (au moins en partie), de SCAETTA (7) —; mais sous prairie, il s'y superpose une zone de concrétions, début de formation de la cuirasse, et une couche végétale très réduite; sous forêt, une zone podzolée et une couche végétale plus épaisse. Ces sols latéritiques forestiers correspondent aux argiles latéritiques de A. LACROIX (19). Ils purent, semble-t-il, se former, tels quels, sous forêt et sous l'action d'un climat tropical humide, n'ayant pas de saison sèche. Ils ne seraient pas alors le témoin d'un sol né sous végétation herbacée, et transformé, ensuite, par la présence de la forêt, comme certains auteurs (VAGELER, 214) l'ont admis.

Les sols latéritiques formés sous prairies sont de véritables latérites. Ils correspondent à des sols forestiers transformés par la disparition de la forêt, du fait de l'homme — incendies, pacage par les animaux — et son remplacement par la prairie. Sous prairie, les sols jeunes — sur alluvions récentes, par exemple — ne sont pas latéritisés, quel que soit le climat sous lequel ils évoluent.

La zone de concrétion et, plus encore, la cuirasse ne peut se constituer dans ces latérites que là où règne un climat atmosphérique comportant une saison sèche, et un climat du sol, ou «pédoclimat», particulièrement aride.

6° INDOCHINE. — Les latérites ont aussi un grand développement en Indochine. La couche de concrétion ou «*Bienhoa*» y est fréquente. Comme l'a montré AGAFONOFF (24) on en peut distinguer deux types :

1° Les *Bienhoa* pisolithiques, qui sont en relation avec des basaltes. Elles sont très riches en oxyde de fer, ou stilpnosidérite, en bowlingite, orthosilicate de fer du groupe de l'antigorite et souvent en hydrate d'alumine colloïdal ou bauxite. Leur teneur en  $Fe_2O_3$  peut atteindre 58 et 60 p. 100;

2° Les *Bienhoa* provenant d'alluvions sablo-argileuses: elles sont brunes à l'extérieur et plus jaunes à l'intérieur. Elles ne contiennent pas de bauxite mais sont formées surtout de stilpnosidérite. Elles sont encore, très souvent, riches en grains de quartz roulés. Les *Bienhoa* sont en liaison avec des terres rouges dont le développement est aussi particulièrement important sur les basaltes (215-216). AGAFONOFF a signalé à An-Loc en Cochinchine, certains sols rouges épais de plus de 10 mètres dont environ 6 mètres de *Bienhoa*. Dans leur formation, on peut distinguer, au point de vue minéralogique, les stades suivants : genèse de bowlingite aux dépens de l'olivine, puis décomposition des plagioclases, enfin transformation de la bowlingite en stilpnosidérite et formation de grains d'alumino-silicates hydratés colloïdaux. Souvent subsistent des grains d'ilménite et de bowlingite. Dans certains cas seulement, les aluminosilicates sont décomposés et il naît, dans le sol, des hydrates d'alumine colloïdaux.

Les sols latéritiques sont généralement très pauvres, parfois presque stériles. Ce fait a été rapporté en particulier à leur lessivage très intense en bases alcalines ou alcalino-terreuses, à leur très faible teneur en «éléments fertilisants». Les sols rouges de Cochinchine sont parfois mieux pourvus, chimiquement, mais ils sont très acides (pH 4,5 à 5,5) et leur structure est trop souvent peu favorable à la croissance des plantes. Là surtout doit être recherchée la cause de certaines infertilités observées.

Cette étude a été complétée par celle, beaucoup plus détaillée, d'Yves HENRY (27) qui a mis en évidence, dans la décomposition de ces basaltes, la formation d'épidote, de calcite, d'oligiste, de limonite, d'argile et de bauxite. Il est intéressant de noter qu'en Indochine comme en France, les feldspaths calciques sont plus rapidement décomposés que

les feldspaths sodiques et qu'ils se transforment aussi en l'une des variétés de muscovite.

Sur ces massifs basaltiques et, en particulier, sur celui du Bas-Mékong se forment non seulement des terres rouges mais aussi des terres noires (pl. XIV). Ces dernières, particulièrement bien développées sur la rive droite du fleuve, possèdent toujours un sous-sol imperméable et leur nappe phréatique se situe à faible profondeur. Elles ont le grand défaut d'être mal aérées et de posséder une mauvaise constitution physique. Elles sont chimiquement riches et toujours acides ( $\text{pH} < 6$ ). Les terres rouges, souvent plus argileuses, possèdent une meilleure structure. Elles sont plus perméables et plus saines. Elles présentent toujours une assez forte teneur en matières organiques. Toutes ces terres sont riches en acide phosphorique mais assez fortement appauvries en bases. L'on observe aussi, quelquefois, des terres mixtes, formées en bordure des massifs basaltiques par mélange de ces terres rouges, charriées, et des alluvions. Elles contiennent en général une forte proportion d'éléments siliceux; beaucoup plus légères et faciles à travailler, elles donnent de très bonnes terres de culture.

Dans le tableau ci-dessous, nous avons rapporté quelques résultats analytiques relatifs aux terres du Bas-Mékong, montrant les caractères de ces différents types de sols.

TABLEAU XVI.

*Analyse des terres du Bas-Mékong*  
(Y. HENRY - 27).

I. — *Analyse mécanique en p. 1000 de la terre fine séchée à 105°.*

TYPES DE TERRE.	N° DE L'ÉCHANTILLON.	PROFONDEUR EN CM.	SABLE	SABLE	ARGILE
			(2 m/m à 0,05).	LIMONEUX (50 à 5 $\mu$ ).	(< 5 $\mu$ ).
Terres rouges.....	13 S	0 à 60	156	312	532
	33 S	—	177	427	396
	64 S	—	170	207	623
	134 S	0 à 30	60	312	628
Terres noires ou brunes..	68 S	0 à 60	498	222	280
	70 S	0 à 30	379	286	335
	71 S	—	364	207	429
	146 S	—	165	423	412
Terres mixtes.....	29 S	0 à 60	455	149	396
	159 S	0 à 30	650	137	213
	153 S	—	640	184	176

II. — *Analyse chimique p. 1000 (moyenne des échantillons analysés).*

TYPES DE TERRE.	MATIÈRES ORGANIQUES totales (1).	AZOTE TOTAL.	ATTAQUE PAR ACIDE CITRIQUE à 2 p. cent.		ATTAQUE PAR HCL 25 P. CRIST.		
			K <sup>2</sup> O.	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> .	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> .	CaO.	MgO.
Terres rouges sur basaltes.....	41.7	1.57	0.19	0.2	2.17	1.65	1.7
Terres rouges sur cendres basal- tiques.....	27.8	1.27	0.21	0.25	2.4	1.35	0.65
Terres noires ou brunes.....	42.9	1.48	0.21	0.75	3.05	4.05	2.47
Terres mixtes rouges.....	22.1	0.88	0.06	0.32	0.65	0.81	0.57
Terres brunes.....	17.5	0.83	0.14	0.1	0.95	2.85	2.9

(1) Les matières organiques ne sont pas dosées séparément dans l'analyse mécanique.

## III. — Propriétés physiques.

TYPES DE TERRE.	N° DE L'ÉCHANTILLON.	CAPACITÉ TOTALE POUR L'EAU P. CENT.	MAXIMUM D'EAU DISPONIBLE POUR LES PLANTES P. CENT.
Terres rouges.....	2	41	31
	13	34	24
	64	45	31
	58	46	30
Terres noires.....	68	29	19
	93	24	15
	97	36	29

Les terres rouges se forment, le plus souvent, sous couvert forestier et dans des régions où les chutes de pluie dépassent 1 m. 50, mais où l'air est très sec du fait d'une forte insolation. Cette couverture végétale les protège à la fois contre l'érosion et contre une diminution de leur fertilité. Dès qu'elle disparaît, les processus de latéritisation s'intensifient très rapidement et il se forme un horizon de *Bienhoa* (Massif de Mimot).

La latérite compacte ne forme pas des masses homogènes. Les deux types principaux, déjà étudiés par AGAFONOFF (24), l'ont été à nouveau et en détail, par CASTAGNOL et PHAM-GIA-TU (217). Délaissant l'analyse minéralogique utilisée par leur prédécesseur, ils ont pu, par l'observation de la structure microscopique de ces formations et par leur analyse chimique, y distinguer une partie ferrugineuse brune ou rougeâtre, caverneuse, et une masse terreuse, granuleuse, qui comble les cavités de la zone rouge précédente. Dans la plupart des cas, il existe, en outre, entre ces deux masses, une troisième substance, blanchâtre ou brune, et, aussi, granuleuse. Le plus souvent, ces différentes formations englobent des minéraux du squelette du sol et sont traversées de capillaires, remplis — au moins lorsque la latérite est assez jeune — de produits colloïdaux orientés. Ces derniers sont disposés en couches grossièrement parallèles, le long des parois des capillaires dont la surface provoque l'orientation de ces micelles, phénomène étudié dans des cas comparables par URBAIN (218) et HÉNIN (219).

L'étude, au microscope, des préparations de débris de ces latérites a montré que ces diverses substances n'adhèrent que très faiblement aux minéraux en grains du squelette du sol qu'elles contiennent encore. Une telle structure correspond au type « porphyropectique » que KUBIENA (220) a observé dans les latérites jeunes de Sumatra.

Dans le cas des latérites pisolithiques, les pisolithes, très noires, à éclat métallique, formées d'écailles concentriques, se trouvent englobées à la fois par deux substances, l'une rouge, compacte et dure, et l'autre jaune et granuleuse. Leur formation se ferait alors en deux temps : en premier lieu concrétionnement des pisolithes, par floculation sous l'influence des cations alcalino-terreux, de couches successives d'oxyde de fer et d'alumino-silicates, puis cimentation de la masse générale où s'individualisent des zones de coloration et de composition différentes. Ces latérites pisolithiques semblent en rapport, non avec les terres rouges, mais plutôt avec les terres noires.

Il existe un autre type de latérite pisolithique, lié à l'existence d'un climat très sec. Les concrétions, arrondies, formées par minces couches successives, y sont soudées par un ciment à zones rouge, opaque, ou jaune, entièrement cristalline. Elles sont, surtout dans la zone rouge, moins pauvres en chaux et en magnésie.

Dans ces différents types de latérites, les diverses zones sont chimiquement très individualisées. Chaque élément, fer, alumine, silice, prédomine dans l'une ou l'autre d'entre elles (tableau XVII).

TABLEAU XVII.

Dosage de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  <sup>(1)</sup> dans les latérites indochinoises  
(CASTAGNOL - 217).

POINT DE PRÉLÈVEMENT.	PROFON- DEUR.	ZONE ANALYSÉE.	$\text{SiO}_2$ $\text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3$					
			p. cent.					
Phu-ho. ....	0 <sup>m</sup> 90	Zone terreuse.....	3.52	65.05	6.10	20.0	2.88	3.60
		" Zone rouge. ....	1.58	39.05	7.41	20.76	32.02	33.3
	2.30	Zone terreuse.....	2.79	66.72	7.76	22.6	1.89	2.80
		" Zone rouge.....	1.31	36.49	5.88	16.1	37.78	40.60
Van-Du. ....	-	Zone rouge.....	2.95	27.0	8.31	19.7	39.4	41.25
		Zone jaune. ....	3.66	28.2	8.0	22.0	39.0	40.15
	-	Zone noire (pisolithe). ....	5.47	16.7	17.6	20.1	32.4	35.1
		0.60	Zone jaune clair.....	11.62	85.22	1.48	3.76	5.30
Savannakhet. ....	"	Zone rouge.....	7.28	49.58	8.60	16.54	21.40	26.30
	"	Zone brune. ....	4.34	21.92	11.16	13.50	53.10	55.20

<sup>(1)</sup> Pour chaque élément le premier chiffre est le résultat de l'attaque par HCl à 30 p. 100 (méthode Wiegner), le second de la fusion aux carbonates. Cette dernière méthode donne la teneur en éléments totaux; la première ne solubilise que les hydroxydes et les aluminosilicates colloïdaux ou facilement attaquables.

La zone rouge est enrichie en fer et parfois en alumine — lorsque n'existe pas la zone brune intermédiaire qui, sinon, est son lieu d'accumulation — tandis que la zone terreuse présente une plus forte teneur en « silice libre » — mais CASTAGNOL n'a pas précisé la forme minéralogique sous laquelle elle se trouve — et en aluminosilicates.

Il semble donc qu'à côté des hydrates de fer et d'alumine qui migrent comme tels et déjà individualisés, viennent aussi s'accumuler dans les parties terreuses de la latérite, des aluminosilicates qui, ensuite, y sont décomposés, l'alumine et le fer migrant dans les zones rouge ou brune voisines, et la silice s'accumulant dans ces masses terreuses.

Les nombreuses observations et expériences de Castagnol et de ses collaborateurs tendent aussi à prouver que le fer ne peut s'individualiser et migrer que sous sa forme ferreuse. Ce déplacement ne pourrait donc s'effectuer que lorsque, dans la zone d'attaque de la roche, zone de départ, le milieu est assez réducteur. Son dépôt, au contraire, ne peut se produire que là où il peut être oxydé et passer à la forme trivalente. Suivant cette hypothèse, la forêt retarderait le concrétionnement latéritique en maintenant, par ses débris, un milieu réducteur dans le sol.

A l'intérieur de l'horizon illuvial, la migration des substances produisant le concrétionnement latéritique se ferait par diffusion des éléments dans la solution du sol, bien plus que par entraînement de cette solution.

Les latérites qui ont servi de base à cette étude provenaient du Tonkin (région de Phu-hô et Son-tay), de l'Annam (Than-hoa et cap du Batangan) ou du Laos (Savannakhet).

TRATCHENKO en a observé dans le sud de l'Indochine et, en particulier, sur les roches dacitiques ou rhyolithiques du Haut-Donnai (221) et dans les régions Moï (222). Les sols latéritiques y présentent toujours ce même profil typique que SCARLETTA (7) a décrit en Afrique Occidentale française et ERHART (211) à Madagascar : au-dessus de la roche-mère, un horizon éluvial de « départ » auquel succède un horizon illuvial sur lequel

repose l'horizon éluvial de surface. L'épaisseur relative des différents horizons et, en partie, leur structure varient suivant la roche sur laquelle ils se sont formés et leur position topographique, facteurs importants du micro-climat pédologique. En particulier, l'horizon éluvial supérieur, à peu près inexistant sur les dacites où l'enrichissement en sesquioxides se produit presque en surface, est plus développé sur les schistes et, surtout, sur les rhyolites.

Ces sols latéritiques sont en général pauvres en éléments assimilables. Ceux des régions Moï en sont un exemple typique. Nous avons réuni dans le tableau ci-dessous (tableau XVIII) quelques analyses des sols de cette contrée, empruntées à l'étude de TKATCHENKO (222).

TABLEAU XVIII.

*Caractéristiques chimiques des sols des régions Moï (Nui Bara, Bu Nard)  
en p. 1.000 de la terre fine séchée à 105°  
(TKATCHENKO - 222).*

N° DE L'ÉCHANTILLON.	AZOTE TOTAL.	ATTAQUE PAR HCL 10 p. cent.				ÉLÉMENTS ASSIMILABLES (attaque par acide citrique 2 p. cent).	
		P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> .	K <sup>2</sup> O.	CaO.	MgO.	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> .	K <sup>2</sup> O.
		1.....	1.9	1.66	0.27	0.29	0.54
2.....	1.7	1.83	0.38	0.27	0.36	0.04	0.07
9.....	2.2	1.98	0.23	0.35	0.25	0.02	0.08
11.....	2.5	1.03	0.67	0.58	0.94	0.17	0.05
12.....	2.2	1.26	0.70	0.75	0.79	0.18	0.11

Ayant subi une évolution latéritique assez poussée, ils sont particulièrement dépourvus de potasse ainsi que de chaux et de magnésie. Leur teneur en acide phosphorique total est plus satisfaisante; par contre, cet élément leur manque sous forme assimilable. Le profil observé à Gia-hoa (province de Son-tay) et étudié par CASTAGNOL et PHAM-GIA-TU (217) présente même, entre l'horizon illuvial, formé par la latérite concrétionnée et l'horizon éluvial supérieur, une zone intermédiaire rouge, dont les concrétions ferrugineuses ne sont pas soudées entre elles. On peut en expliquer la formation en supposant qu'il s'agit là du sommet de l'horizon illuvial, en voie de formation, les colloïdes y migrant de haut en bas, aux dépens de la zone éluviale supérieure.

Au point de vue physique, ils sont très limoneux (35 à 50 p. 100 de la terre fine). Leur teneur en sable varie de 10 à 30 p. 100.

Le «sable» des sols rouges latéritiques est un élément très particulier. Il n'est pas constitué par des minéraux isolés. Ce sont déjà de véritables agrégats, non dissociables, de minéraux en grains liés par un ciment de sesquioxides de fer et d'alumine (CASTAGNOL) [223]. Aussi est-on amené à y considérer des agrégats primaires ou «pseudo-sable» et des agrégats secondaires ou «grumeaux», constitués par le groupement de grains de pseudo-sable, agrégés par les colloïdes du sol floclés par les cations alcalino-terreux. Ces agrégats secondaires peuvent être dissociés par dispersion de ces colloïdes. Aussi est-il intéressant d'envisager dans ces terres, non le «facteur de structure» proposé



par ALTEN et KNIPPENBERG, mais ce que CASTAGNOL (224) appelle « l'indice de structure grumeleuse », et donné par la formule :

$$\frac{\text{Fraction sableuse (à l'état de dispersion actuelle)} - \text{fraction sableuse (à l'état de dispersion maxima)}}{\text{fraction sableuse actuelle.}} \times 100$$

L'intérêt théorique et pratique de cette notion est très grand (RÉTEAUD [225]). Au cours de l'évolution latéritique du sol, des agrégats secondaires deviennent non dissociables, leur ciment ne pouvant plus être peptisé. Sa teneur en pseudo-sable augmente. Sa structure « grumeleuse » se modifie et tend à devenir « sableuse »; son indice de « structure grumeleuse » diminue. Cet indice donne, ainsi, une appréciation de l'évolution des sols. Son application à l'étude des sols de l'Annam a permis à CASTAGNOL (224) de prouver que ceux du Sud sont plus évolués que ceux du Nord de ce pays.

L'existence de ce pseudo-sable nécessite d'utiliser des méthodes particulières pour l'analyse mécanique de ces sols. CERIGHELLI (226) a montré que les résultats obtenus variaient dans de très larges limites suivant l'agent dispersant utilisé, comme le prouvent les chiffres rapportés dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU XIX.

*Influence de la nature des agents peptisants sur les résultats de l'analyse mécanique d'une terre rouge d'Indochine*  
(CERIGHELLI - 226) <sup>(1)</sup>.

Agent peptisant utilisé.....	AMMONIAQUE.	SOUDE.	OXALATE DE SOUDE.
Dose <sup>(2)</sup> .....	25 GOUTTES à 10 %.	1 cn.	10 cc. à 0,5 N.
Dimension des particules :			
25 $\mu$ à 2 $\mu$ 5.....	36.9	11.6	14.3
2 $\mu$ 5 à 0,8 $\mu$ .....	16.4	10.7	25.1
< 0.8 $\mu$ .....	36.2	75.8	20.4

<sup>(1)</sup> L'analyse était effectuée sur 20 grammes de terre mise en suspension dans 400 centimètres cubes.

<sup>(2)</sup> Les quantités équivalentaires utilisées ne sont pas les mêmes pour les différents agents dispersants.

CASTAGNOL (224) a mis aussi en évidence l'influence de la quantité d'agent dispersant employée. La méthode internationale d'analyse mécanique amène l'échantillon du sol à un état intermédiaire entre ceux de la dispersion actuelle et de la dispersion maximum.

Un cas très particulier de sols latéritiques est présenté par les terres grises. Alors que dans la plupart des allites d'Indochine l'horizon illuvial se constitue très proche de la surface, la terre prenant la teinte rouge ou brun-noir, dans celles-là comme l'a souligné TKATCHENKO (227), l'horizon éluvial supérieur peut atteindre 5 à 6 mètres d'épaisseur. Il a pu y préciser le mode de formation de l'horizon illuvial. Au niveau supérieur de la nappe phréatique s'accumulent les alumino-silicates formés par l'hydrolyse des minéraux

de la roche-mère. Doués d'un fort pouvoir d'absorption ils s'enrichissent en bases : chaux et magnésie, créant ainsi un milieu à pH élevé, où les hydrates de fer et d'alumine, peptisés, des solutions du sol sont retenus et coagulent <sup>(1)</sup>. Quelquefois, dans des dépressions, l'horizon illuvial de la terre grise est proche de la surface. Le sol arable peut être alors très riche en alumine libre ; il se forme en ces points des taches stériles.

Les terres de schistes de Phu-Hô, étudiées par CASTAGNOL et ses collaborateurs (228) sont analogues à ces terres grises mais leur horizon éluvial supérieur ne présente pas une épaisseur aussi forte. Elles ne comportent cependant pas de pseudo-sable semblable à celui des autres terres rouges ou grises d'Indochine.

A côté de ces différents types de sols latéritiques, on peut distinguer au Tonkin et dans le nord-Annam d'autres types plus ou moins évolués (CASTAGNOL, 28-229). Ainsi les terres dites « porphyritiques » qui sont des siallites où un début de latéritisation peut, parfois, s'observer en surface et dont le pH varie le plus généralement entre 4,5 et 5,5 ; ou certains sols qui se forment sur des roches-mères calcaires et que Castagnol rapproche des *Terra Rossa* (sol de Chiné, Phu-Ly). Dans la zone alluvionnaire, il peut se constituer, localement, par accumulation de matières organiques, des terres noires, non latéritiques, à humus très acide. Parfois, ce sont même de véritables sols tourbeux. Ils sont très rares car, en général, la combustion de la matière organique dans les terres de ce pays est rapide. Enfin, parmi les alluvions des vallées moyennes des fleuves, les sables et les limons donnent naissance à des sols peu évolués, tandis que dans les parties basses, soit sur les dépôts des deltas, soit sur les alluvions cotières, les phénomènes de podzolisation peuvent devenir manifestes.

Yves HENRY avait déjà observé (27) des sols podzoliques, mais dans le Haut-Donnai sous végétation de conifères et à environ 1.000 mètres d'altitude.

Dans sa carte — composée de plusieurs cartes indiquant chacune la répartition d'un seul élément, ou les résultats d'une série d'analyses — des sols du delta tonkinois (230), CASTAGNOL n'envisage que le point de vue agronomique et ne donne que peu de renseignements sur leur évolution. Il y montre cependant que ceux de la région est du Delta, plus jeunes que ceux des régions ouest ou nord-ouest sont aussi les plus riches en bases et en acide phosphorique. Ses études sur les sols de rizières (231) — rizières basses aux sols très fins dont la structure est parfois trop compacte pour les cultures, et rizières hautes — ont été exécutés suivant les mêmes principes.

Par ailleurs, CERIGHELLI (232) a mis en évidence l'accumulation des sels d'alumine, de fer et de soude — il se forme parfois des efflorescences — dans les sols de certaines rizières et leur influence néfaste sur leurs propriétés physiques et leur végétation.

De nombreuses études locales ou régionales ont été consacrées aux sols d'Indochine, à leur genèse et à leur évolution. Nous en avons indiqué déjà plusieurs. Il faut encore noter celle de CERIGHELLI sur les sols de Quan-Loï (233), et celle de TKATCHENKO sur les terres de la station expérimentale d'Ong-Yem (29). Ces terres peu perméables, possédant une structure très instable, et pauvres en humus — elles n'atteignent pas 1,5 p. 1.000, en surface — sont à classer parmi les sols podzoliques. Leur pH varie de 4,2 à 4,7. Les sols du Mont Braïan (234) sont, au contraire, très riches en matières organiques. Ce sont des sols jeunes, chimiquement assez bien pourvus, sauf dans certains cas où, soit la potasse, soit l'acide phosphorique sont insuffisants (cf. tableau XX) ; leur complexe absorbant a un coefficient de saturation de plus de 80 p. 100.

<sup>(1)</sup> L'accumulation des hydrates d'alumine et de fer se produit en deux zones distinctes de l'horizon illuvial : les premiers dans la partie supérieure, les seconds à la base de cet horizon. Cette différenciation a été aussi observée par CASTAGNOL (217).

TABLEAU XX.

*Caractéristiques chimiques des sols du Mont Braïan en p. 1.000 de la terre fine séchée à 105°*  
(TKATCHENKO - 234).

N° DES ÉCHANTILLONS.	PROFONDEUR.	AZOTE	ATTAQUE PAR HCl 10 p. cent.				ATTAQUE PAR L'ACIDE CITRIQUE. 2 p. cent.		
			TOTAL.	K <sup>2</sup> O.	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> .	CaO.	MgO.	K <sup>2</sup> O.	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> .
			—	—	—	—	—	—	—
1. ....	Sol. ....	3.62	0.44	0.98	0.34	0.79	0.11	0.06	
2. ....	Sous-sol.	0.95	0.51	0.88	0.26	0.54	0.13	Traces.	
6. ....	Sol. ....	2.40	0.76	1.76	0.49	0.66	0.2	0.05	
8. ....	Sol. ....	7.47	1.15	1.28	2.91	0.85	0.26	0.25	

Les sols latéritiques existent aussi dans la vallée du Song Ba (235) : terres grises sur granite, supportant une végétation forestière, terres noires imperméables et peu profondes et terres rouges sur basalte, recouvertes d'une végétation arbustive ou de cultures. Les terres rouges y sont chimiquement plus pauvres, mais leur fertilité actuelle est plus grande : elles possèdent une meilleure structure et sont beaucoup plus profondes que les terres noires.

Au Laos, dans la dépression comprise entre Khang-Khoc et Song-Khom, les sols sont, également, du type latéritique. Ils sont nés aux dépens soit d'alluvions argilo-sableuses, soit de grès rouges dont les massifs bordent la dépression.

Sur ces grès, le sol comporte, au-dessous d'un horizon éluvial parfois très réduit, un niveau de concrétions ferrugineuses qui surmonte une couche de latérite pisolitique plus compacte. Sur les alluvions des parties basses, où l'humidité est très grande, les sesquioxides formés sont entraînés en profondeur où se constitue une latérite en plaque. Dans cette zone, d'ailleurs, le complexe absorbant du sol est riche en ions sodium qui sont apportés par les eaux, lors d'inondations très fréquentes. Aussi le drainage n'y pourra-t-il être efficace que précédé d'un chaulage.

Sur les sables et les dunes de Phan-Thiêt, les sols évoluent aussi dans le sens de la latéritisation. Ils en sont encore à un stade peu avancé. Leur vieillissement comporte un enrichissement en argile aux dépens du sable fin, mais, en même temps, celle-ci se détruit en libérant les hydrates de fer et d'alumine (228 bis).

Enfin les sols d'Indochine ont donné lieu à des études de détail, telles que celles de CASTAGNOL et de ses collaborateurs sur le déplacement des phosphates dans le sol (236) ou sur la vie microbienne des sols du Tonkin (237, 238) et de TRAN-TRONG-KHOÏ (239) sur leur teneur en potasse assimilable.

## CONCLUSIONS.

### Principaux types pédologiques définis. — Leur répartition.

Dans les pages qui précèdent, nous avons cherché à montrer toute l'importance des recherches déjà effectuées sur les sols de la France d'outre-mer. Malgré leur diversité, elles permettent de reconnaître un certain nombre de types représentés dans les différentes parties de notre Empire.

#### I. — Sols évolués.

A. La zone à climat équatorial ou tropical, est le domaine de la latérite<sup>(1)</sup>.

On en peut distinguer plusieurs sous-types, caractérisés par leur teneur en éléments latéritiques, et par l'intensité des phénomènes de concrétionnement.

1° Les latérites proprement dites comportent plus de 50 p. 100 d'éléments latéritiques : hydrates de fer ou d'alumine ou oxyde de titane. Elles sont particulièrement développées en Guinée, au Soudan, en Côte d'Ivoire, au Cameroun et dans toute l'Afrique Équatoriale française. Il s'en trouve aussi en Indochine (Massif granitique de Mimot, sud de l'Annam, etc.), et, quoique plus rarement, à Madagascar.

A ce type se rattachent les latérites à cuirasse, qui correspondent à un climat à saisons alternantes, à une végétation de prairie et à une topographie subhorizontale : *bowé* d'Afrique Occidentale française et *tampoketsa* de Madagascar. C'est en Afrique tropicale qu'elles sont les plus répandues. Il en a été aussi observé à Madagascar (grands plateaux cristallins de la région centrale) et en Indochine. Un type particulier est représenté par les latérites à cuirasse bauxitique subaérienne décrites en Guinée par LACROIX et par SCAETTA.

Généralement pauvres en éléments fertilisants, surtout en acide phosphorique, et présentant, le plus souvent, une structure défectueuse, les latérites proprement dites constituent un milieu peu favorable au développement des végétaux. Les latérites à cuirasse possèdent ces défauts poussés à l'extrême : elles sont stériles. Il ne peut y croître que quelques groupements de végétaux, graminées et cypéracées en particulier, spécialement adaptés à de telles conditions écologiques : sécheresse, température excessive, etc.

2° Les terres latéritiques ont une teneur en éléments latéritiques inférieure à 50 p. 100. Ce sont les sols d'argiles latéritiques.

<sup>(1)</sup> Un nouvel essai de synthèse des théories de la formation des latérites et des sols des pays tropicaux humides vient de paraître tout récemment : DISTRICH (w. c.). — *Die Dynamik der Böden in den feuchten Tropen* - Berlin, 1941, in-8°, 125 pages, 14 tabl., 3 fig., 260 références bibliographiques.

Parfois, en climat sec — climat du sol aussi bien que climat atmosphérique — elles peuvent comporter soit une croûte terreuse comme à Madagascar, soit même des concrétions latéritiques — terme de passage à la cuirasse des types précédents — très développées en diverses régions d'Indochine : *Bienhoa* pisolithiques sur les basaltes de Cochinchine, *Bienhoa* ordinaires sur les alluvions du Cambodge.

Ces terres latéritiques comprennent :

Les terres grises, sol forestier où le profil latéritique comporte, au-dessus de l'horizon illuvial, un horizon éluvial très développé. Leur présence a été souvent notée en Indochine, ainsi qu'à Madagascar.

Les terres rouges, décrites particulièrement en Indochine et à Madagascar, qui n'ont qu'un horizon éluvial très réduit.

Les terres noires, cas particulier des terres rouges précédentes, où un sous-sol imperméable a provoqué la constitution d'une nappe phréatique très élevée.

A la limite des terres latéritiques se situent les terres jaunes latéritiques, où la teneur en éléments latéritiques descend en dessous de 10 p. 100. Elles ont été observées en plusieurs régions de Madagascar.

Les terres latéritiques rouges ou grises sont moins appauvries, chimiquement, que les latérites. Lorsque leur évolution allitique n'est pas trop poussée, elles peuvent être douées d'une bien meilleure structure. Elles conviennent surtout aux forêts ou aux cultures arbustives ou semi-arbustives.

Les terres latéritiques peuvent être amendées par l'apport de débris de roches cristallines en voie de décomposition, dont les minéraux altérés contribuent, en s'y intégrant, à rajeunir le sol et en particulier son complexe absorbant.

3° Enfin on peut classer à part les sols alluviaux latéritiques (ou latérites de Lacroix). Ils se sont formés par alluvionnement de produits latéritiques et développement d'un nouveau sol à leurs dépens.

Par contre, les sols de type latéritique qui naissent sur les alluvions doivent être soit rapportés à tel type de sol latéritique qu'indique leur teneur en hydrates de fer et d'alumine, soit, s'ils sont peu évolués, aux sols alluviaux.

B. La zone steppique à climat subtropical, dans l'état actuel de nos connaissances, ne comporte pas, dans les colonies françaises, de types aussi nettement définis et précisés.

Les sols rouges steppiques n'ont été signalés qu'au Soudan. Ils contiennent encore quelques éléments latéritiques.

Les tchernozems semblent peu développés dans notre Empire. Il en a été rapproché les sols noirs volcaniques de Madagascar : Massifs de l'Ankaratra et de l'Itasy, et de la Guadeloupe. SHANTZ et MARBUT ont classé dans ce type certains sols d'Afrique Occidentale française. Les auteurs qui ont, depuis, étudié cette région n'ont pas confirmé cette manière de voir.

Les sols steppiques éoliens, observés dans le sud de la Tunisie correspondent à un climat plus méditerranéen. Typiquement, ils ont une forte teneur en sels de soude et de magnésie et ne comportent pas de croûte calcaire.

C. La zone méditerranéenne peut être subdivisée en une zone steppique (240), une zone à climat plus tempéré, et une zone très humide.

1° Les sols de la zone méditerranéenne steppique actuellement reconnus appartiennent à deux séries : sodique et calcaire.

a. Série sodique : ces sols sont caractérisés par une forte teneur en sels de soude. Ils sont, généralement, très riches aussi en sels de magnésie. Lorsque les décompositions successives de ces différents sels provoquent la formation de produits alcalins tels que le carbonate de soude, ces sols sont dits « à alcalis ». Ils possèdent alors un pH très élevé. Ils ont une structure tout à fait défavorable. Ils semblent peu répandus dans nos possessions. Il n'en a été noté, jusqu'à présent, que quelques taches en Algérie, au Maroc ou au Sahara.

Les sols salés ne contiennent pas de carbonate de soude. Leur pH est nettement plus faible. Il paraît probable qu'ils se sont formés sous des influences très diverses : roche-mère naturellement riche en sels, nappe souterraine salée, action d'irrigations faites avec des eaux salées.

Ils sont développés en Algérie — Oranie du Nord, Hauts-Plateaux — au Maroc, au Sahara, au Soudan, en Somalie, en Indochine.

Les terres trop salées ne peuvent plus supporter que des plantes halophytes, particulièrement adaptées. L'enrichissement du complexe absorbant du sol en ions sodium rend ce dernier imperméable et en provoque rapidement la stérilité ; plus aucune plante ne peut vivre dans un milieu aussi asphyxiant. Aussi les sols à alcalis sont-ils beaucoup plus infertiles que les sols salés proprement dits.

On peut leur rattacher les terres alunées dont la présence en Cochinchine — plaine des Jongs — est si néfaste. Ce ne sont plus alors les sels de soude qui prédominent, mais ceux d'alumine.

b. Série calcaire : les sols gris steppiques des Hauts-Plateaux algériens font la transition avec ceux de la zone steppique subtropicale. Ils sont assez riches en calcaire. Leur teneur en sels n'est généralement pas très élevée.

Les sols à croûte carbonatée sont très répandus dans toute l'Afrique du Nord, aussi bien dans le Tell que sur les Hauts-Plateaux. Cette carapace calcaire, dont l'origine et les relations avec les horizons supérieurs sont encore très discutées, peut atteindre 1 mètre d'épaisseur. Elle a été aussi observée en Somalie et dans le sud de Madagascar. Les horizons du sol, rouges ou bruns, situés au-dessus de cette carapace sont, en général, assez peu épais et souvent riches en quartz. Lorsque ces sols ne sont pas trop profondément attaqués par l'érosion, ils constituent un milieu souvent riche et de structure assez favorable à la croissance des plantes : très belles terres à blé. Ils risquent cependant d'avoir des réserves d'eau un peu faibles. Par contre, lorsque la croûte apparaît en surface, il se forme de grandes étendues nues quasi-désertiques. Aussi faut-il lutter énergiquement contre ce fléau, l'érosion du sol. Le cas des sols à croûte en est un exemple typique.

On peut rapprocher de ce type de sol les hamris (terres rouges) et les tirs (terres noires) décrits, en particulier, au Maroc et en Algérie. Il faut souligner cependant que leur position pédologique n'a pas été encore nettement précisée.

2° La zone à climat tempéré comprend des sols assez divers :

Les *Terra Rossa* n'ont été signalées qu'au Maroc — il semble cependant probable qu'il en existe dans toute l'Afrique du Nord — et en Indochine.

Les sols bruns, observés seulement au Maroc et en Tunisie sont aussi, certainement, plus abondants ;

Les rendzines sont beaucoup plus développées. Elles ont été décrites en Tunisie (zone septentrionale), en Algérie (monts de l'Aurès) et au Maroc. Elles semblent nécessiter, pour leur formation, une chute de pluie d'environ 650 millimètres.

Généralement plus épaisses que les rendzines de France, celles d'Afrique du Nord peuvent constituer des sols riches mais elles ont le défaut de manquer encore un peu de profondeur et d'être souvent trop sèches. Les céréales y réussissent bien, ce qui s'accorde parfaitement avec le caractère typique des rendzines d'être des sols à graminées.

Les sols bruns carbonatés dont la présence a été signalée dans l'Aurès, sont un terme de passage entre les rendzines et les sols bruns proprement dits.

3° Dans la zone méditerranéenne pluvieuse dominent les sols podzoliques; on peut même y observer de véritables podzols : en Tunisie, région nord-occidentale; en Algérie, zones montagneuses du Tell, Aurès; au Maroc.

Des sols podzoliques ont été aussi décrits en Indochine : dans la région du Haut-Donnaï, au Laos, sur les alluvions côtières du Tonkin.

Ce sont, par excellence, des sols forestiers. Défrichés, amendés et enrichis par l'apport d'engrais abondants, ils peuvent constituer de bons sols de culture.

Nous en rapprochons les sols humifères lessivés, signalés à Madagascar, dans les parties élevées des montagnes cristallines.

Les sols tourbeux n'ont été signalés qu'en Indochine, au Tonkin.

## II. Sols peu évolués :

1° Sols squelettiques dont le profil est sans cesse attaqué par l'érosion. Ce sont les sols sableux observés au Maroc, dans la région de Rabat, et les sols de montagnes de Madagascar ou d'Afrique du Nord;

2° Sols jeunes : leur profil est constamment renouvelé par l'apport de nouveaux matériaux; aussi leurs caractères dépendent-ils avant tout de leur roche-mère. Ce sont les sols alluviaux fluviaux : Tunisie orientale, Algérie (plaines littorales et sublittorales du Tell), Maroc océanique, Afrique tropicale et équatoriale (le «poto-poto»), Madagascar, Indochine; et les sols éoliens si développés au Sahara.

Les sols alluviaux constituent des terres de vocations culturales très diverses. Cependant, certains des sols les plus riches de la France d'Outre-Mer appartiennent à ce type : sols assez lourds, terres à céréales, à coton, à orangers, etc.; sols plus légers, terres à prairies, parfois terres à vigne.

Souvent, du fait de leur position topographique, ils nécessitent un drainage très soigné.

Les périmètres irrigués en Afrique du Nord sont en grande partie composés de sols alluviaux.

BIBLIOGRAPHIE. <sup>(1)</sup>

- Ann. Agron.*..... Annales Agronomiques. Paris, Dunod.
- Ann. Sc. Agron.*..... Annales de la Science Agronomique Française et Étrangère.  
Paris, Berger-Levrault.
- Ann. Serv. Bot. et Agron. Tunisie.*..... Annales du Service Botanique et Agronomique de la Direction des Affaires Économiques de Tunisie. Tunis, Maury.
- Bull. A. F. E. S.*..... Bulletin de l'Association Française pour l'Étude du Sol.  
Paris, 3, rue de Penthièvre.
- Bull. Min. Agr.*..... Bulletin du Ministère de l'Agriculture. Paris, Imprimerie Nationale.
- Bull. S. F. Min.*..... Bulletin de la Société Française de Minéralogie. Paris, Masson.
- Bull. S. G. F.*..... Bulletin de la Société Géologique de France. Paris, Société Géologique de France.
- C. R. Acad. Agr.*..... Comptes rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France. Paris.
- C. R. Acad. Sc.*..... Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. Paris, Gauthier-Villars.
- C. R. Cong. A. F. A. S.*..... Comptes rendus des Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. Paris, Masson.
- C. R. Somm. S. G. F.*..... Comptes rendus sommaires des séances de la Société géologique de France. Paris, Société Géologique de France.
- C. R. Trav. Inst. Rech. Agr. et For. Ind.*... Comptes rendus des travaux de l'Institut des Recherches Agronomiques et Forestières de l'Indochine. Hanoi, Imprimerie d'Extrême-Orient.
- Rev. Bot. App. et Agr. Trop.*..... Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture Tropicale. Paris, Laboratoire d'Agronomie Coloniale, Muséum National d'Histoire naturelle.
- Rev. Géo. Phys. et Géol. Dyn.*..... Revue de Géographie Physique et de Géologie dynamique, Paris, Laboratoire de Géographie Physique, Sorbonne.

(1) Pendant que ce travail était à l'impression, a paru une bibliographie géologique de la France d'Outre-Mer, qui comporte un certain nombre de références d'ordre pédologique.  
... BLONDEL (F.). — *Bibliographie Géologique et Minière de la France d'Outre-Mer.* — Publication du bureau d'études géologiques et minières coloniales, n° 11, Paris 1941. 2 vol. in-8°. X + 1037 pages.



1. DUGAST (J.). — *Agrologie*, Exposition Universelle, Paris 1900, notice, 40 pages.
2. DALLONI (M.). — *Géologie appliquée de l'Algérie, Métallogénie, Hydrogéologie, Agrogéologie*, dans *Collection du Centenaire de l'Algérie, Études Scientifiques et Mise en valeur*. Alger, La Typo-Litho et J. Carbonnel, et Paris, Masson, 1939, in 8°, 888 pages, 8 pl. h. t. (1 à 3 phot., 4 à 8 cartes).
3. ANDRÉ (G.). — *Chimie agricole*, II. *Chimie du sol*, 3° éd. Paris, J. B. Baillièrre, 1930, in 18°, 388 pages.
4. AGAFONOFF (V.). — *Les sols de France au point de vue pédologique*. Paris, Dunod, 1936, in 8°, 156 pages. 25 fig., 3 pl. + 1 carte h. t.
5. DEMOLON (A.). — *Principes d'Agronomie*. T. I *La dynamique du sol*, 2° éd., Paris, Dunod, 1938, in 8° XIV + 495 pages, 88 fig., 3 pl. h. t. col.
6. JOFFE (J. S.). — *Pedology*, New Brunswick, Rutgers Univ. Press, 1936, in 8°, 575 pages.
7. SCAETTA (H.). — *Observations sur l'origine et la constitution des sols de l'A. O. F.* — *Ann. Agron.* (N<sup>11</sup>° série), t. X, 1940, n° 1, p. 101-126, 8 fig.
8. MERILL (G. P.). — *A Treatise on Rocks, Rock weathering and Soils*, New York, The Mac Millan Cy, 1897, 411 pages, 42 fig., 60 phot. h. t.
9. ROTH. — *Allgemeine und Chemische Geologie*. Vol. I, p. 159-412 (cité par MERILL [8], p. 173).
10. CAYEUX (L.). — *Constitution de la terre arable. Du rôle de l'analyse minéralogique dans l'analyse des terres.* — *Rev. de Viticulture*, 12° année, t. XXIII, 1905, 1<sup>er</sup> sem., n° 593 (27 avril), p. 457-461; n° 594 (4 mai), p. 490 à 497; n° 595 (11 mai), p. 520-523.
11. DEMOLON (A.). — *La Pédologie actuelle en Europe et aux Colonies*. Conf. donnée le 4 juin 1939 à l'occasion de l'inauguration des nouveaux bâtiments de l'Institut Agronomique de l'Université de Louvain. — *Extr. de Agricultura*, 42° année, 1939, p. 79-89.
12. AUBERT (G.). — Réunion des collaborateurs de la Carte Pédologique de France, Versailles, octobre 1937, notice, 7 pages (tableaux).
13. JACOB (Ch.). — *Congrès de la Recherche Scientifique dans les Territoires d'Outre-Mer*, Paris, septembre 1937, III<sup>e</sup> Section. — Rapport préliminaire, Paris, mars 1937, notice, 6 pages.
14. CHEVALIER (Aug.). — *Idem* IV<sup>e</sup> Section. — Rapport préliminaire, Paris, avril 1937, notice, 11 pages.
15. MINTZ (A.) et ROUSSEAU (E.). — *Étude sur la valeur agricole des terres de Madagascar.* — *Bull. Min. Agr.* 19° année, 1900, p. 910-1123, 479 éch. anal., 1 carte h. t. et *Ann. Sc. Agron.* 2° série, 17° année, 1901, t. I, p. 1-98; 152-253; 296-398.
16. LADUREAU (A.). — *Rapport sur la richesse en acide phosphorique des terres de l'Algérie.* — *Bull. Min. Agr.*, 8° année, 1889, p. 43-48, 1 tabl., 99 échant. anal.
17. BRIOUX (Ch.). — *Étude sur les terres oxfordiennes du Sud de la province d'Oran.* — *Ann. Agron.*, 1897, t. XXIII, p. 42-46, 2 tabl.
18. GENTIL (L.). — *De l'origine des terres fertiles du Maroc occidental.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. 146, 1908 (3 février), p. 243-246.
19. LACROIX (A.). — *Les latérites de la Guinée et les produits d'altération qui leur sont associés.* — *Nouvelles Archives du Muséum*, 5° série, t. V, 1913, p. 255-356, 48 phot. h. t. (pl. X à XVII).
20. MERCIER DES ROCHETTES (A.). — *Considérations sur l'agriculture algérienne : Terrains salés et non salés des plaines de l'Habra et de la Macta.* — *Ann. Inst. Nat. Agr.*, 2° série, t. XI, 1912, p. 155-212, 10 fig. (cartes, plans, coupes).
21. POUGET (I.), LÉONARDON (F.) et CHOUCHEK (O.). — *Agrologie du Sahel*. 1. *Sahel d'Alger*, Université d'Alger, 1913, in 4°, 83 pages, 41 tabl., 1 fig., 1 carte h. t. et *Agrologie du Sahel* dans *Collection du Centenaire de l'Algérie. — Études scientifiques et mise en valeur.* — Alger, la Typo-litho et J. Carbonnel; et Paris, Masson, 1930, in 4°, 114 pages, 3 pl. doubles (cartes géol., 1/50.000°).
22. MANQUENÉ (J.). — *Caractères agronomiques des terrains tertiaires et quaternaires de la région de Mostaganem*. Mostaganem, 1914, 1 vol.
23. ERHART (H.). — *Étude agrologique des sols de Madagascar. L'influence de l'origine géologique et des facteurs extérieurs sur la formation et la valeur culturale des terres latéritiques de l'Est de Madagascar*. Paris, Larose, 1926, in 8°, 112 pages, 10 tabl., 10 fig., 3 cartes, 3 pl. (5 phot.).

24. AGAFONOFF (V.). — *Sur quelques sols rouges et Bien-Hoa de l'Indochine.* — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. IX, 1929, n° 89 (janvier), p. 16 à 23, 2 tabl. et n° 90 (février), p. 120 à 126, 3 tabl., 4 pl. (8 phot.).
25. MALYCHEFF (M<sup>11</sup><sup>e</sup> V.). — *Sur les sols podzoliques du Nord-Ouest de la Tunisie.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. 184, 1927 (21 février), p. 466-468, 1 tabl.
26. CARLE (G.). — *Les sols culturaux du Maroc.* — *Actes et C. R. Ass. Colonies-Sciences*, 4<sup>e</sup> année, 1928, n° 31 (janvier), p. 142-144; dans *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. VIII, 1928.
27. HENRY (Y.). — *Les terres rouges et noires basaltiques de l'Indochine. Leur mise en culture*, Hanoï, Gouv. Général de l'Indochine, 1931, in 4°, 210 pages, 50 tabl., 3 fig., 67 pl. (cartes et fig.).
28. CASTAGNOL (E.-M.) et HO-DAC-VY. — *Étude comparative des principaux types de sols en place du Nord de l'Indochine.* — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agr. et For. Ind.*, 1932-1933, Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1934, p. 175 à 215, 36 tabl., 1 fig.
29. TKATCHENKO (B.). — *Étude des terres de la station expérimentale d'Ong-Yem.* — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agr. et For. Ind.*, 1932-1933, Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1934, p. 242 à 257, VII + 1 tabl., 6 pl. (graphiques et cartes.)
30. BESAIRIE (H.). — *L'étude des sols à Madagascar.* — *Bull. Écon. Gouv. Général Madagascar et dépendances* (N<sup>11</sup><sup>e</sup> série), 1935, n° 4, 4<sup>e</sup> trimestre, p. 296-297.
31. BONNEFOY (J.). — *Notes sur la constitution et la valeur culturale des terres de diverses formations de Madagascar.* — *Actes et C. R. Ass. Colonies-Sciences*, 4<sup>e</sup> année, 1928, n° 38-39 (août-sept.), p. 161-170, 1 carte; n° 40 (octobre), p. 185-199; et n° 41 (novembre), p. 215-224, 118 éch. anal.; dans *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. VIII, 1928.
32. CARLE (G.). — *Étude sur les sols marocains.* — *Publ. Bureau d'Études du sol et des engrais au Maroc. « La Terre Marocaine »*, 1 br. in 4°, 10 pages, 15 phot., 1 fig.
33. MIÈGE (Em.). — *Contribution à l'étude des sols du Maroc.* — *Recherches sur le sol (Suppl. aux C. R. Ass. Int. Sc. du Sol)*, t. V, 1937, p. 239-284, 19 tabl., 4 fig., 4 pl. (14 photos, 2 cartes).
34. MALYCHEFF (M<sup>11</sup><sup>e</sup> V.). — *Contribution à l'étude des sols du Maroc. Sol brun formé aux dépens des hamris.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. 203, 1936 (28 décembre), p. 1532-1534, 5 tabl.
35. VILLAR (E. H. del.). — *Carte du sol de l'Espagne et du Maroc.* — *Trans. Third Intern. Congr. Soil.Sc., Oxford*, 1935, Londres, Thomas Murby, 1936, t. III, p. 132.
36. AGAFONOFF (V.). — *Sols types de Tunisie.* — *Ann. Serv. Bot. et Agr. Tunisie*, t. XII-XIII, 1935-1936, p. 41-414, 40 tabl., 7 fig., 5 cartes, 68 pl. (124 photos, 9 fig.), et Tunis, Maury, 1936, in 4°.
37. YANKOVITCH (L.). — *Étude pédo-agrologique de la Tunisie.* — *Ann. Serv. Bot. et Agr. Tunisie*, t. XII-XIII, 1935-1936, p. 416-559, 19 tabl., 6 pl. (9 phot., 3 fig.).
38. KILLIAN (Ch.) et FEHER (D.). — *Recherches sur les phénomènes microbiologiques des sols sahariens.* — *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXXV, 1935, p. 573.
39. AUBERT (G.) et LEJEAILLE (G.). — *Remarques sur l'analyse mécanique des terres tuffeuses de la vallée du Chéouf (Algérie).* — *Bull. A. F. E. S.*, t. V, 1939, p. 160-162.
40. SCAETTA (H.). — *Les types climatiques de l'A. O. F. : leur rapport avec l'évolution du sol tropical.* — *La Météorologie*, 3<sup>e</sup> série, 1939, n° 19 (janvier-février), p. 39 à 48.
41. TROCHAIN (J.). — *Une mission botanique et agronomique au Sénégal (juillet 1930, février 1931).* — *Extr. du Bull. du Comité d'Études historiques et Scient. de l'A. O. F.*, t. XV, 1932, n° 1 (janvier-mars); et Paris, Larose, 1933, 1 br. 42 pages, 2 pl. h. t. (12 phot.).
42. LACROIX (A.). — *Minéralogie, dans Madagascar au début du XX<sup>e</sup> siècle.* Paris, Société Édit. Scient. et Litt., 1902, in 8°, 465 pages, 251 fig., 1 carte h. t.; p. 72-73 et 100.
43. LACROIX (A.). — *Les syénites néphéliniques des îles de Los (Guinée Française).* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CXLI, 1905, p. 984-988.
44. LACROIX (A.). — *Minéralogie de la France et de ses Colonies.* Paris, Libr. Polytechnique Béranger, 1893 à 1913, 5 vol. in 8°, t. III, p. 345.

45. LACROIX (A.). — *Les latérites de la Guinée.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CLVIII, 1914 (23 mars), p. 835-838.
46. ARSANDAUX (H.). — *Contribution à l'étude des latérites.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CXLIX, 1909 (26 octobre), p. 682-695 (1 tabl.). [6 décembre], p. 1082-1084, et t. 150, 1910 (20 juin), p. 1698-1701, 1 tabl.
47. ARSANDAUX (H.). — *Contribution à l'étude de l'altération des roches silicatées alumineuses dans les régions intertropicales.* Thèse Doctorat, Paris, *Bull. S. F. Min.*, t. XXXVI, 1913, n° 3, 10 avril, p. 70-110, 11 tabl.
48. CHAUTARD (J.). — *Étude sur la Géographie physique et la géologie du Fouta-Djallon et ses abords orientaux et occidentaux (Guinée et Soudan français).* Thèse Doct., Paris, 24 juin 1905, in 8°, 210 pages, 35 fig., 5 pl. (p. 136 à 152).
49. LACROIX (A.). — *Les produits d'altération des roches silicatées alumineuses et en particulier les latérites de Madagascar.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CLIX, 1914, p. 617-622.
50. LACROIX (A.). — *Minéralogie de Madagascar*, Paris, Société d'Ed. Géogr. Maritime et Coloniale, 1923, in 8°, 450 pages, 25 fig., 8 pl. (28 phot.), 1 carte h. t., 5° division; p. 91-149.
51. LACROIX (A.). — *Les phénomènes d'altération superficielle des roches silicatées alumineuses des Pays tropicaux*, dans *Introduction aux Études minières coloniales*, Paris, Société d'Édit. Géogr. Maritime et Coloniale, 1934, p. 19-47.
52. CHAUTARD (J.) et LEMOINE (P.). — *Sur la genèse de certains minerais d'alumine et de fer. Décomposition latéritique.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CIXVI, 1908 (3 février), p. 239-242, 1 tabl., 1 fig.
53. HUBERT (H.). — *L'interprétation de la nature lithologique du sous-sol en A. O. F. par l'examen, sur le terrain, des formations latéritiques.* — *Conférence Muséum Nat. Hist. Nat. Paris*, 6 février 1936. — *Publ. Bureau d'études Géol. et Min. Coloniales*, n° 12, *Étude des altérations superficielles*, Paris, 1939, 112 pages, 5 cartes, 1 fig., 5 tabl., 4 pl.; p. 39-57.
54. LOMBARD (J.). — *Les altérations superficielles en A. E. F.* — *Conférence Muséum National Hist. Nat.*, 21 janvier 1937 et *idem* p. 58-74.
55. LOMBARD (J.). — *L'étude des sols en A. E. F. Comment elle se présente.* — *Rev. Scient. (Revue rose illustrée)*, 72° année, 1934, n° 19, p. 627-631, 3 fig., 1 carte, 2 phot.
56. GÈZE (B.). — *Résultats d'une mission au Cameroun.* — *Communic. à la Société des Géographes Français*, 8 février 1941.
- GÈZE (B.). — *Note complémentaire sur la chaîne volcanique du Cameroun occidental.* — *C. R. Somm. S. G. F.* 1941, fasc. 5-6 et 7 (17 mars), p. 23-25.
57. GÈZE (B.). — *Observations sur les sols du Cameroun occidental.* — *Ann. Agr. (N<sup>11</sup>e série)*, t. XI, 1942, n° 1, janvier, à paraître [avec une importante bibliographie agrogéologique, de langue allemande].
58. LAPPARENT (J. de). — *L'arénisation prétrropicale et prédésertique en A. O. F. et au Sahara.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCIX, 1939, 3 juillet, p. 7-9.
59. LAPPARENT (J. de). — *Les phénomènes anciens de rubéfaction dans le Sahara central.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCV, 1937, 19 juillet, p. 196-198.
60. LAPPARENT (J. de). — *La décomposition latéritique du granite dans la région de Macenta (Guinée française).* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCVIII, 1939, 5 juin, p. 1767-1769.
61. GLANGEAUD (L.) et BONICHON (M<sup>m</sup> Y.). — *Caractères minéralogiques et chimiques de quelques sols et limons du Soudan.* — *P. V. Séances, Sté Sc. Phys. et Nat. Bordeaux*, 1938, 9 pages, 1 fig., 2 tabl.
62. AGAFONOFF (V.). — *La Pédologie; Rev. Géogr. Phys. et Géol. dyn.*, 1929, t. II, n° 3 (octobre), p. 185 à 212, 1 carte, 1 pl. h. t. col. (XXV) 2 fig.; et Paris, Presses Universitaires de France, 1929.
63. AUBERT DE LA RÛE (E.). — *Itinéraires géologiques en Somalie française.* — *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, 1939, XII, n° 3, p. 353-382, 1 carte, 12 fig., 6 pl. (21 phot.), 1 carte h. t.
64. BESAIRIE (H.). — *Principaux types de sols de Madagascar.* — *Congr. des Mines et de Géologie appliquée*, Paris, octobre 1935, t. II, p. 621-627, 8 tabl.

65. BESAIRIE (H.). — *Contribution à l'étude des sols de Madagascar.* — *Ann. Géol. Serv. Mines de Madagascar*, fasc. 7, Tananarive 1937.
66. BESAIRIE (H.). — *Les sols de la Basse Menarandra.* — *Ann. Géol. Serv. Mines de Madagascar*, fasc. 5, Tananarive, 1935.
67. BESAIRIE (H.). — *Altération des roches et formations des sols à Madagascar.* — *Bull. A. F. E. S.*, t. III, 1937, p. 15-20.
68. BESAIRIE (H.). — *L'altération des roches et la formation des sols à Madagascar.* — *Conférence Muséum Nat. Hist. Nat.*, 28 janvier 1937, et *Publ. Bur. Études Géol. et Min. Coloniales*, n° 12. *Étude des altérations superficielles*, Paris, 1939, 112 pages, 5 cartes, 1 fig., 5 tabl., 4 pl.; p. 75 à 104, 1 fig., 4 cartes.
69. BESAIRIE (H.). — *Les sols de la région d'Ampotaka.* — *Ann. Géol. Serv. Mines de Madagascar*, Tananarive fasc. 5. 1935.
70. BESAIRIE (H.). — *Cartes géologiques de reconnaissance* (Ihoso Nord, Beolanana, Ambanja) Tananarive, 1934.
71. DECARY. — *Contribution à l'étude des sols. Région de Maromandia et de l'Ankaizina.* — *Bull. Écon. de Madagascar*, 26<sup>e</sup> année, 1926, 2<sup>e</sup> semestre, p. 73-76.
72. BLONDEL (F.). — *Sur les terres rouges et les phénomènes d'altération des roches en Indochine.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXV, 1927 (4 juillet), p. 73-75.
73. BLONDEL (F.). — *Les altérations des roches en Indochine française.* — *Bull. Serv. Géol. Indochine*, vol. XVIII, fasc. III, Hanoï, 1929, et *Rev. Générale des Sciences*, 1930, n° 5 (15 mars), p. 130.
74. BLONDEL (F.). — *Géologie et Mines de l'Indochine française.* — *Extr. Ann. Acad. Sc. Coloniales*, t. V, 1932 in 4°, 148 pages, 1 pl. h. t. (cartes), 6 cartes et tabl.; Ch. VIII, p. 53-59.
75. GENTIL (L.). — *Le Maroc physique*, Paris, Alcan, 1912, in 16°, 320 pages, 1 tabl.  
— GENTIL (L.). *Nouvelles observations sur les tirs de la Chaouïa*, dans *Notes sur la géologie du Maroc.* — *Bull. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, tome IX, 1909, (3 mai), p. 226-227.
76. CHETELAT (E. de). — *Le modelé latéritique de l'Ouest de la Guinée française.* — *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, t. XI, fasc. 1 (1<sup>er</sup> trimestre), 1938, p. 5-120, 20 fig., 20 pl., 1 carte h. t.
77. BATTANDIER (J.-A.) et TRABUT (L.). — *L'Algérie. Les sols et les habitants.* — Paris, Baillières, 1898, in 16°, 350 pages, p. 57-70.
78. MATHEY (A.). — *Un coin de l'Oranie. Maquis, broussailles et forêts.* — *Ann. Sc. Agron.*, 3<sup>e</sup> série, 4<sup>e</sup> année, 1909, t. I, p. 412-435, 5 fig.; t. II, p. 13-80, 18 fig., p. 112-137, 2 fig., p. 189-240, 3 tabl., 1 fig.
79. MAIRE (R.). — *Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie.* — Alger, Gouv. Génér. de l'Algérie, Direction de l'Agric., du Comm. et de la Colonisation, 1925, in 4°, 78 pages, 30 pl. (60 phot.), 1 carte h. t. col.
80. BUROLLET (P.-A.). — *Le Sahel de Sousse. Monographie phytogéographique.* — *Ann. Serv. Bot. et Agron. Tunisie*, 1926-1927, t. IV, fasc. 2, 272 pages, 3 fig., 1 phot., 8 pl. (17 phot.), 1 carte h. t.; Tunis, et Imprimerie rapide, 1927, in-8°.
81. CHEVALIER (Aug.). — *Les productions végétales du Sahara et de ses confins Nord et Sud. Passé, présent, avenir.* — *Rev. Bot. Appl. Agric. Trop.*, t. XII, 1932, n° 133-134 (septembre-octobre), p. 669-924.
82. CHEVALIER (Aug.). — *Sur la dégradation des sols tropicaux causée par les feux de brousse et sur les formations végétales régressives qui en sont la conséquence.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. 188, 1929 (26 décembre), p. 84-86.
83. PORÉGUIN. — *Essai sur la flore de la Guinée française.* — Paris, Auguste Challamel, 1906, grand in-8°, 392 pages, 80 pl. (phot.), 1 carte h. t.
84. TROCHAIN (J.). — *Quelques caractéristiques physiques des sols du Sénégal.* — *Bull. A.F.E.S.*, t. II, 1936<sup>e</sup> n° 3 (octobre), p. 187-192, et *Sur une nouvelle représentation graphique des résultats des analyses physiques et granulaires du sol.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. 204, 1937 (19 avril), p. 1671-1674.

85. CHEVALIER (Aug.). — *Le territoire géo-botanique de l'Afrique tropicale Nord-Occidentale et ses subdivisions.* — *Bull. Soc. Botan. France*, t. LXXX, 1933, p. 4-26, 1 carte.
86. TROCHAIN (J.). — *La végétation et le sol au Sénégal.* — *C. R. somm. des séances de la Société de Biogéographie*, 14<sup>e</sup> année, 1937, n° 118, 16 avril.
87. TROCHAIN (J.). — *Contribution à l'étude de la végétation au Sénégal.* Thèse de Doctorat ès Sc. Paris 1941 et *Mém. n° 2 Inst. Français de l'Afrique noire*, Larose, 1940, in-4°, 433 pages, 30 fig. et cartes, XXX pl.
88. PORTÈRES (R.). — *Étude sur les caféiers spontanés de la section des Eucocceae; 1<sup>e</sup> partie, répartition et habitat.* — *Ann. Agric. de l'A. O. F.*, 1, 1937, n° 1 (janvier), p. 68-91, 5 cartes (3 h. t.).
89. FRANC DE FERRIÈRE (J.) et JACQUES-FÉLIX (H.). — *Le marais à *Raphia gracilis* de la Guinée française.* — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. XVI, 1936, n° 174 (février), p. 105-123, 2 fig., 3 tabl., 1 pl.
90. PERRIER DE LA BATHIE (H.). — *La végétation malgache.* — *Ann. Musée colonial Marseille*, 29<sup>e</sup> année, 3<sup>e</sup> série, 9<sup>e</sup> volume, 1921, 268 pages, fig., 4 cartes h. t. (1 col.).
91. PERRIER DE LA BATHIE (H.). — *Végétation, sols et cultures des trois îles de la Côte N. O. de Madagascar.* — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. XIII, 1933, n° 140 (mai), p. 313-319 et n° 142 (juin), p. 409 à 414.
92. PERRIER DE LA BATHIE (H.). — *Des sols de Madagascar et des plantes qui en indiquent la valeur.* — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. XIV, 1934, n° 157 (septembre), p. 756-779, 4 fig.
93. STEHLÉ (H.). — *Les associations végétales de la Guadeloupe et leur intérêt dans la valorisation rationnelle.* — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. XVII, 1937, n° 186 (février), p. 98-109; n° 187 (mars), p. 188-195.
94. CHEVALIER (Aug.). — *L'hévéa en Cochinchine.* — *Congr. Agric. Coloniale Saïgon*, 1918, *Bull. n° 7<sup>e</sup> Gov. Général*, 48 pages, 1 tabl., I. Généralités sur l'hévéa, p. 3-18.
95. ANDRÉ (G.). — *Propriétés générales des sols en agriculture.* Paris, A. Colin, 1923, in-16°, 184 pages p. 8.
96. LADUREAU (A.). — *Rapport sur la richesse en acide phosphorique des terres de l'Algérie.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CVII, 1888 (30 décembre), p. 1154-1155.
97. DUGAST (J.). — *Étude des terres de colonisation de la commune de Cavaignac.* — *Ann. Sc. Agron.*, 2<sup>e</sup> série, 7<sup>e</sup> année, 1901, t. I, p. 425-452, 19 tabl., 2 fig., 1 carte h. t.
98. ISMAN (L.). — *Matériaux pour une étude des terres de l'arrondissement de Sidi-bel-Abbès*, 1896 et 1899, 2 notices, 65 + 61 pages.
99. ISMAN (L.). — *Essai d'une monographie du vignoble de l'arrondissement de Sidi-bel-Abbès*, 1906, 1 notice, 23 pages.
100. FICHEUR (E.). — *Esquisse agrogéologique du territoire de Ménerville*, Alger 1905, 1 notice, 16 pages, 2 pl.
101. ROOS (L.), ROUSSEAU (E.) et DUGAST (J.). — *Rapport sur les vins des terrains salés de l'Algérie.* — *Bull. Min. Agr.*, 19<sup>e</sup> année, 1900, p. 76-120, 9 tabl.
102. MANQUENÉ (J.). — *Agrologie de l'Oranie orientale. Types agrogologiques. Capacité de production. Amélioration.* — Mostaganem, Impr. Artistique, 1925, in-8°, 209 pages, 63 tabl. (180 éch. anal.), 1 pl. 1 carte h. t.
103. MANQUENÉ (J.). — *Les terrains salés du bassin du Chélif*, Alger, 1935, 1 notice, 18 pages.
104. GALLOIS (R.). — *Remarques générales sur les zones à irriguer*, Oran, 1937, 1 notice.
105. MANQUENÉ (J.). — *Les terrains salés de l'Algérie occidentale.* — *C. R. Congr. A. F. A. S.*, 54<sup>e</sup> Session, 1930, Alger, p. 701-704.
106. MANQUENÉ (J.). — *La plaine d'Oran et la grande Sebkhha.* — 1 notice, 18 pages, 1 carte h. t., extr. de *Bull. Econ. Ofalac*, décembre 1933-janvier 1934.
107. MANQUENÉ (J.). — *Contribution à la mise en valeur de la plaine du Chélif par l'irrigation des terrains salés du Bassin du Chélif*, Alger, 1935, 1 notice, 48 pages, 15 tabl.

108. AUBERT (G.). — *Étude des terrains salés de la région de Relizane* (à paraître *Ann. Agr.*).
109. GAUCHER (G.). — *Observations hydrogéologiques sur la plaine de Perrégaux*. — *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 3<sup>e</sup> série, 4<sup>e</sup> fasc., 48 pages, 1 carte h. t., 6 tabl., 1 fig., Alger, la Typo-Litho et J. Carbonnel, 1938.
110. MANQUENÉ (J.). — *Eau et terrains chlorurés*. Congrès de l'eau, Alger, 1930.
111. MANQUENÉ (J.). — *L'Oranie et ses richesses agricoles*. — Oran, Heintz, 1930, in-4°, 287 pages, 86 tabl., 10 fig., 4 pl. (8 phot.).
112. ARAMBOURG (G.). — *Rapport du jury sur la prime d'honneur et les prix culturels (1927)*. *Départ. d'Oran. Circonscrip. Sud*, 1931, Alger, 1 notice, 82 pages, 7 pl.
113. POUGET (I.), AMALRIC et LÉONARDON (F.). — *Esquisse agronomique et agrolologique de la région de Sétif*. — Sétif, 1922, in-4°, 75 pages, 4 cartes.
114. ROSEAU (H.). — *Rapport sur le bassin de Médéa et la plaine du Chélif. 1<sup>re</sup> partie. Étude agronomique*. — Alger, *Publ. Gov. Général, Algérie, Serv. Économiques*, 1934, p. 7-47, 1 carte h. t.
115. DALLONI (M.). — *Algérie et Tunisie. — État actuel de nos connaissances sur les sols*, dans *C. R. V<sup>e</sup> Comm. Intern. Pédologie, Rome, mai 1924. État de l'Étude et de la Cartographie du sol dans divers pays de l'Europe, Amérique, Afrique et Asie*, Bucarest, Cartea Romaneasa, 1924, in-4°, 332 + XIV pages, XXII pl. (phot.), 45 fig., p. 1-5.
116. ROSEAU (H.). — *Sols de l'Est-Mitidja et caractéristiques du type « Terre franche » sous le climat algérois*. — *C. R. Acad. Agric.*, t. XXV, 1939, p. 835-841, 1 tabl.
117. ROSEAU (H.). — *Les conceptions actuelles pour l'étude des sols*. Conf. faite à Alger, 1936. — Extr. de l'*A. G. R. I. A.*, Alger, G. Charry, 1936, 1 notice, 22 pages.
118. CHEVALIER (G.). — *Études sur la culture du tabac en Algérie*. — *Ann. Sc. Agron.*, 1930, p. 728-743, 8 tabl., 1 pl.
119. GALLOIS (R.). — *Contribution à l'interprétation de l'analyse des terres arables au point de vue de la solubilisation de la potasse*. — *C. R. Cong. A. F. A. S.*, 54<sup>e</sup> sess., Alger, 1930, p. 632-700, 15 fig., 1 tabl.
120. SIROT (A.) et GAUCHER (G.). — *La culture des primeurs en terre sèche sur le littoral algérois*. — *Ann. Agron.* (n<sup>11e</sup> série), 6<sup>e</sup> année, 1936, p. 427-433, 1 tabl.
121. CHEVALIER (G.). — *La fertilisation des Orangeries Algériennes*. — Alger, *Publ. Syndicat Algérien des Agrumes*, bull. n<sup>o</sup> 5, 1936, 1 brochure, 72 pages, 5 fig., 30 tabl., 4 phot.
122. ROSEAU (H.). — *Les sols d'Orangeries. Techniques des irrigations*. — Alger, *Publ. Syndicat Algérien des Agrumes*, bull. n<sup>o</sup> 6, 1936, 53 pages, 3 phot., 6 tabl.
123. MARÈS (R.). — *Notice agronomique sur la Tunisie*. — Tunis, 1895, 96 pages.
124. CHAUVEAU (M.). — *Contribution à l'étude de la nature des sols marocains*. — *C. R. Congr. A. F. A. S.*, 58<sup>e</sup> session, Rabat, 1934, p. 263-264.
125. RIKVING. — *Étude des terres du Sahara*. — *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, t. VII, 1929, p. 88.
126. DELORME (A.). — *Note préliminaire sur les terrains de la vallée du fleuve Sénégal*. — VIII<sup>e</sup> Congr. Intern. d'Agr. trop. et subtropicale, Paris, 1937.
127. BOUFFIL (P.). — *Étude des sols de la Côte d'Ivoire*. — Extrait des *Rapports du Service de l'Agriculture de l'Afrique Occidentale française*, 1925-1934, cité par Scaetta (7), p. 124 et *Bull. Agence économique, A. O. F.*, Paris 1936, t. 17, n<sup>o</sup> 3.
128. PASCALET (P.). — *Le bananier « Gros-Michel » au Cameroun. Étude du milieu et des améliorations techniques à réaliser*. — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. XX, 1940, p. 745-758, 11 tabl.
129. MARCHAND (M.). — *Compte rendu sur le prélèvement et l'analyse d'échantillons de terre aux colonies*. — *Actes et C. R. Ass. Colonies-Sciences*, 1928, 4<sup>e</sup> année, n<sup>o</sup> 32 (février), p. 25-32, 1 tabl.; dans *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. VIII, 1928.
- 129 bis. FRANC DE FERRIÈRE (J.) et NATIER (E.). — *Terres à Bananiers de la Guinée Française et terres à Cafésiers de la Côte d'Ivoire*. — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. XIII, 1933, n<sup>o</sup> 137 (janvier), p. 30 à 45, 3 fig., tabl.

130. DEMOLON (A.). — *Science du sol et fertilisation*. — Extr. de *Chim. et Ind.* numéro spécial « Journées de Engrais », Paris, 1938, 1 brochure, 5 pages, 3 tabl.
131. GUICHARD (Fr.). — *Les terres du Cameroun*. — *C. R. Acad. Agric.*, t. XIX, 1933 (15 nov.), p. 921 à 925 (2 atlas, 18 cartes, présentés par E. Roux.).
132. FRANC DE FERRIÈRE (J.). — *pH des terres et culture au Cameroun*. — *La Potasse*, 1934, p. 59-62.
133. FRANC DE FERRIÈRE (J.). — *Les sols de l'Afrique Occidentale française*. — *La Potasse*, 1934, p. 150-154.
134. FRANC DE FERRIÈRE (J.). — *L'eau et le pH des sols*. — *La Potasse*, 1932, p. 37-39.
- FRANC DE FERRIÈRE (J.). — *Observation sur le pH de quelques sols de l'Afrique du Nord et de l'Afrique Occidentale française*. — *Ann. Agr.* (n<sup>11</sup>e série), t. II, 1932, n° 5 (sept.-oct.), p. 674-682.
- FRANC DE FERRIÈRE (J.) et NATIER (E.). — *Étude statistique du pH et de la potasse assimilable de quelques sols africains*. — *Ann. Agr.* (n<sup>11</sup>e série), 1932, t. II (sept.-oct.), p. 683-689.
135. MÜNTZ (A.). — *Analyses des terres des environs de Tananarive*. — *Journal officiel de Madagascar*, 27 mai 1897.
136. MÜNTZ (A.). — *Carte agronomique de Madagascar*. — Notice Exposition Universelle, Paris, 1900, et *Bull. Écon. Madagascar et Dépend.*, t. III, 1903, n° 3 (3<sup>e</sup> trimestre), p. 251-285.
137. SCHLOESING (Th.). — *Recherches sur l'état de l'alumine dans les terres végétales*. — *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXII, 1901 (20 mai), 1203-1211.
138. CARLE (G.) et GOHIER. — *Contribution à l'étude des terres de la côte est de Madagascar*. — *Bull. Écon. Madagascar*, 15<sup>e</sup> année, 1915, n° 1 (1<sup>er</sup> trimestre), p. 35-41, 2 tabl.
139. BUSSY (P.). — *Étude agricole des terres de la Cochinchine*. — *Bull. Agr. Inst. Scient.*, Saïgon, 1920, n° 1 (janvier) et *Notions sur les sols et les engrais en Cochinchine*. — Saïgon, Publ. Gouvernement Cochinchine, 1923, 1 broch., 40 pages, tabl.
140. GUILLAUME (A.). — *Les sols et le climat de la Cochinchine au regard de la culture de la canne à sucre*, Saïgon, Agence Écon. Indochine, 1927, 1 brochure, 50 pages, 1 carte + 2 graphiques h. t., tabl.
141. VIEILLARD. — *Les terres de Cochinchine*. — Cité par Mangin (142), p. 796-797.
142. MANGIN (L.). — *Les engrais en Indochine*. — *C. R. Acad. Agr.*, t. VII, 1921, p. 794-802.
143. VERNET (G.). — *Variation de la constitution du sol sur des terres voisines*. — *Bull. Agric. de l'Inst. Scient. de Saïgon*, 1920, n° 9, p. 263.
- CERIGHELLI (R.), TKATCHENKO (B.) et LEWIN (J.). — *Recherches sur l'analyse granulaire*. — *Bull. Écon. Indochine*, t. XXXV-B; 1932, p. 731-B.
- CASTAGNOL (E. M.) et TRAN-TRONG-KHOÏ. — *Étude des variations du sol d'un même champ et estimation du nombre de prises devant être mélangées pour l'obtention d'un échantillon moyen*. — *Bull. Écon. Indochine*, t. XXXV-B, 1932, p. 760 B à 766 B, 5 tabl., 1 fig.
144. RIGOTARD (M.). — *Matières humiques et azote amidé de quelques terres d'Indochine*. — *Rev. Gén. Scs.* 1930, n° 20 (30 octobre), p. 580-582, 4 tabl.
145. RIGOTARD (M.). — *Note sur l'azote amidé dans quelques terres des régions chaudes*. — *Trans. of the Third Int. Congr. of Soil Sc. Oxford*, 1935, Londres, Th. Murby, 1936, t. I, p. 108-109.
146. RIGOTARD (M.). — *Quelques caractéristiques des terres d'Indochine en relation avec leur couleur*. — *Rev. Gén. des Scs*, 1929, n° 2 (31 janvier), p. 34-36, 1 tabl.
147. RIGOTARD (M.). — *Sur quelques terres blanches et terres roses d'Indochine*. — *Rev. d'Agronomie coloniale*, 23<sup>e</sup> année, 1934, t. I, n° 196 (avril), p. 102-108.
148. RIGOTARD (M.). — *Les terres tropicales stériles*. — Communication au Congrès de l'Agriculture scientifique des pays chauds, Paris, 1931.
149. AURIOL (R. F.) et LAM-VAN-VANG. — *Études sur les terres et les eaux alunées*. — *Bull. Écon. Indochine* 37<sup>e</sup> année, 1934, mars-avril, p. 221-266, 8 tabl., 1 tabl., 2 fig. et 3 cartes h. t.
- 149 bis. CERIGHELLI (R.), TKATCHENKO (B.), LEWIN (J.) et BUP. — *Aménagement des sols alunés du jardin botanique*. — *Bull. Écon. Indochine*, t. XXXV B, 1932, p. 734 B.

150. AURIOL (R. F.), POTTIER (M.), TRAN-THUC-KY et NGUYEN VAN SAM. — *Étude des terres de Vinh-Phu (Cochinchine)*, juin 1937.
151. ROULE (F.) et TRAN-TRONG-KHOI. — *Terres et cultures de la région de Than-hoa (Annam)*. — *Bull. Écon. Indochine*, 36<sup>e</sup> année, 1933, juillet-août, p. 463-487, 4 cartes.
152. ERHART (H.). — *Contribution à l'étude des sols de Tunisie*. — *Ann. Bot. et Agron. de Tunisie*, t. III, 1925, p. 241-275, 1 fig., 3 tabl.
153. AGAFONOFF (V.), JOURAVSKY (G.) et MALYCHEFF (M<sup>11e</sup> V.). — *Étude pédologique d'une coupe de sol en Tunisie septentrionale*. — *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, t. VIII, 1935, n° 1, p. 105-107, 2 tabl.
154. AGAFONOFF (V.) et JOURAVSKY (G.). — *Analyse thermique des sols de Tunisie*. — *C. R. Acad. Sc.*, t. CXCVIII, 1934 (4 avril), p. 1356-1358, 1 fig.
155. AGAFONOFF (V.). — *Quelques mots sur les sols de la Tunisie*. — *Transact. of the Third Int. Congr. of Soil Sc., Oxford*, 1935, Londres, Thomas Murby, 1936, t. III, p. 137-138.
156. AGAFONOFF (V.). — *Les sols types de Tunisie*. — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCII, 1936 (15 juin), p. 2000, 2002.
157. AGAFONOFF (V.). — *Les sols de Tunisie au point de vue pédologique*. — Conférence Museum Nat. Hist. Nat., Paris, 23 janvier 1936 et *Publ. Bur. Études Géol. et Min. coloniales*, n° 12. — *Étude des altérations superficielles*, Paris, 1939, 112 pages, 5 cartes, 1 fig., 5 tabl., 4 pl.; p. 17-38, 1 fig.
158. AGAFONOFF (V.). — *Les sols bruns et rouges à croûte carbonatée en Tunisie*. — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCII, 1936 (11 mai), p. 1597-1599.
159. AUBERT (G.). — *La Pédologie dans la France d'Outre-Mer*. — *C. R. Congrès Recherches Scientif. dans les Territoires d'Outre-Mer* (Paris, sept. 1937), Paris, Ass. Colonies-Sciences, 1938, in-8°, 543 pages; p. 256 à 259 et *Actes et C. R. Ass. Colonies-Sciences*, 14<sup>e</sup> année, 1938, n° 153 (mars), p. 45-48; dans *Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop.*, t. XVIII, 1938.
160. YANKOVITCH (L.). — *Étude agrologique détaillée de la Tunisie. Première partie : région comprise entre l'Oued Tine et l'Oued Medjerda*. — *Ann. Serv. Bot. et Agron. Tunisie*, t. XIV-XV, 1937-1938, p. 155-263, 11 fig., 16 tabl., 1 carte h. t. (1/50.000°); et *Bull. Service de l'Agr. Direct. des Aff. Écon. Régence de Tunis*, 43<sup>e</sup> année, 1939, n° 177, 2<sup>e</sup> trimestre, p. 202-217, 1 fig., 2 tabl.
161. VILLAR (E. H. del). — *Un premier aperçu sur les sols de l'Algérie*. — *Bull. A. F. E. S.*, t. V, 1939, n° 1 (mars), p. 30-48 (3 tabl.).
162. VILLAR (E. H. del). — *Rapport entre l'eau souterraine et la typologie des sols. Glié et croûtes*. — *Bull. du C. E. E. S.*, t. II, Rabat, 1937.
163. VILLAR (E. H. del). — *Sols du Sud-Oranais*. — Communication à la Section algérienne de l'A. F. E. S., 13 février 1939.
164. DRANITZYNE (M.). — *Excursion en Algérie*, Pétrograd, 1915 (cité par Agafonoff [35], p. 397-398).
165. MAMMAIN (E.). — *La région des primeurs du littoral d'Alger. Étude du milieu*. — Thèse Fac. Sc., Alger, 1939, et Alger, La Typo-Litho et J. Carbonnel, 1939, in-8°, 209 pages, 62 tabl., 16 fig., 4 pl. (dont 1 carte).
166. AUBERT (G.), LEJEAILLE (G.) et DRISS BOUAZZA. — *Observations sur les méthodes d'analyse mécanique de terres calcaires*. — *Ann. Agr.* (n<sup>11e</sup> série), t. IX, 1939, n° 4-5 (juillet-octobre), p. 568-571, 4 tabl.
167. HARDER (R.). — *Über den Wasser- und Salzgehalt und die Sangkräfte einiger Wüstenböden. Beni-Unt' (Algérien)*. — *Jb. wiss. Bot.*, 72, 1930, p. 665.
168. KILLIAN (Ch.) et FEHER (D.). — *Recherches sur les phénomènes microbiologiques des sols sahariens : 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> parties*, dans *Encyclopédie biologique* t. XXI, Paris, Lechevalier, 1939, 127 pages, 52 fig., 38 tabl.
169. KILLIAN (Ch.). — *Étude comparative de la biologie des sols du Nord et du Centre Saharien*. — *Ann. Agron.* (n<sup>11e</sup> sér.), t. X, 1940, n° 1 (janvier-février-mars), p. 56-100, 4 fig., 5 phot., 17 tabl.



170. KILLIAN (Ch.). — *Étude sur la biologie des sols des Hauts-Plateaux algériens*. — *Ann. Agron.* (n<sup>11</sup>e série), t. VI, 1936, n° 4 (juillet-août), p. 595-614, 4 fig., 2 tabl., 1 phot. et n° 5 (septembre-octobre), p. 702-722, 7 tabl., 2 phot.
171. KILLIAN (Ch.). — *Étude sur la biologie des Hauts-Plateaux algériens*, deuxième mémoire. — Extr. de *Ann. Agron.* (n<sup>11</sup>e série), t. VII, 1937, n° 2-3 (mars-avril et mai-juin), 75 pages, 20 fig., 6 phot.
172. KILLIAN (Ch.). — *La biologie des sols argileux des environs d'Alger et la question des plantes indicatrices : essai de micropédologie*. — *Ann. Agron.* (n<sup>11</sup>e série), t. IX, 1939, n° 1 (janvier-février), p. 93-120 (2 phot., 6 fig.) et n° 2 (mars-avril), p. 269 à 300 (16 tabl., 2 fig.).
173. VILLAR (E. H. del). — *Les sols du Maroc*. — Communication au Congrès de l'Organisation de la Recherche Scientifique dans les Territoires d'Outre-Mer, Paris, 1937.
174. VILLAR (E. H. del). — *Les sols du Maroc au point de vue géographique*. — *Rev. de Géographie marocaine*, t. XXII, 1938, n° 1 (mars), p. 5 à 20, et n° 2 (mai), p. 172 à 183.
175. EMBERGER (L.) et ZABORSKI (M.). — *La transformation des grès de Rabat en sol climatique*. — *Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, t. VIII, 1928, p. 223-225.
176. CARLE (G.). — *Étude sur les sols marocains : leur classement, leur histoire, leur mise en valeur*. — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. IX, 1929, n° 91 (mars), p. 198-204, et n° 92 (avril), p. 271-276.
177. CARLE (G.). — *Étude sur les sols marocains*. — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. X, 1930, n° 101 (janvier), p. 15-21, et 102 (février), p. 91-99, 1 fig., 4 tabl.
178. CARLE (G.). — *Troisième étude sur les sols marocains. Formation des sols en régions arides et semi-arides*. — *Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, t. XII, 1932, n° 1 à 3 (mars), p. 69 à 89.
179. MIÈGE (D<sup>r</sup> Em.). — *Étude du bilan de l'eau et des éléments fertilisants dans quelques sols types du Maroc*. — *Ann. Agron.* (n<sup>11</sup>e série), t. VII, 1937, n° 3 (mai-juin), p. 370 à 388, 7 tabl., 2 fig.
180. MERCIER (A.). — *Remarque sur l'évolution des sols dans la région de Casablanca*. — *C. R. Cong. A. F. A. S.*, 58<sup>e</sup> session, Rabat, 1934, p. 149-153.
181. JARANOFF (D.). — *Évolution morphologique du Maroc atlantique pendant le pliocène et le quaternaire*. — *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, t. IX, 1936, fasc. 3, p. 299-332, 2 pl. (12 phot.), 5 fig.
182. STEBUTT (A.). — *Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde*. — Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930, 1 vol. in-8°, XII + 518 pages, 55 fig. (phot. et coupes), tabl.
183. BOURCART (J.). — *Premiers résultats d'une étude du quaternaire marocain*. — *Bull. S. G. F.*, 4<sup>e</sup> série, t. XXVII, 1927 (17 janvier), p. 3 à 33.
184. BOURCART (J.). — *Résultats d'ensemble d'une étude du quaternaire et du pliocène marin du littoral atlantique du Maroc et du Portugal*. — *C. R. 4<sup>e</sup> Congrès géogr. et ethnogr. slaves (Sofia)*, 1935.
185. BOURCART (J.). — *La marge continentale : essai sur les régressions et transgressions marines*. — *Bull. S. G. F.*, 5<sup>e</sup> série, t. VIII, 1938, fasc. 5-6, feuilles 20-33, p. 393-475, 16 fig.
186. DRESCH (J.). — *A propos de travaux récents sur l'évolution morphologique du Maroc atlantique*. — *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, t. X, 1937, fasc. 2, p. 163 à 173, 3 coupes.
187. JARANOFF (D.). — *Étude de géologie dynamique au Maroc, dans les confins algéro-marocains, et en Afrique Occidentale française*. — *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, t. X, 1937, fasc. 2, p. 131-141.
188. ENIKEFF (Mengli Guirey). — *Le transport des sels dissous par le Niger en 1938*. — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCIX, 1939, n° 4 (24 juillet), p. 229-231, 1 fig.
189. AUFRÈRE (L.). — *La signification de la latérite dans l'évolution climatique de la Guinée*. — *Bull. Assoc. Géogr. Fr.*, juin 1932, p. 95.
190. BARET (V.). — *Introduction à l'étude des sols de l'Afrique Équatoriale française. Sur les caractères physiques généraux des sols en rapport avec la roche-mère*. — Communication 4<sup>e</sup> Congrès Intern. d'Agric. Trop. et Subtrop., Paris, septembre 1937.
191. SCAETTA (H.). — *Résultats pédo-agronomiques de la Mission Scaetta en Afrique Occidentale française, 1937-1939*. — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. XX, 1940, n° 221 (janvier), p. 1-10.
192. SCAETTA (H.). — *Rôle des cuirasses latéritiques dans l'évolution ultérieure des sols sous-jacents*. — *C. R. sommaire des séances de la Soc. de Biogéographie*, t. XV, 1938, n° 126 (18 mars), p. 26-27.

193. SCAETTA (H.). — *Sur la genèse et l'évolution des cuirasses latéritiques.* — *Idem*, n° 125 (18 février) p. 14-18.
194. SCAETTA (H.). — *Les cuirasses sub-aériennes.* — *Idem*, n° 126 (18 mars), p. 28-29.
195. GLANGEAUD (L.). — *Évolution des minéraux résiduels et notamment du quartz dans les sols autochtones.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCXII, 1941 (19 mai), p. 862-864, 1 fig.
196. SCAETTA (H.). — *Exploration agronomique de l'Afrique Occidentale française. Recherches nouvelles d'écologie et de physique du sol.* — *Actes et C. R. Ass. Colonies-Sciences*, 16<sup>e</sup> année, 1940, n° 174 (janvier), p. 1-8, dans *Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop.*, t. XX, 1940.
197. SCAETTA (H.). — *Les prairies pyrophytes de l'Afrique Occidentale française : les foins du Fouta-Djallon.* — *Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop.*, t. XVIII, 1938, n° 207, p. 775-784.
198. SCAETTA (H.). — *Limites boreales de la latéritisation actuelle en Afrique Occidentale.* — *C. R. Acad. Sc.*, CCXII, 1941 (20 janvier), p. 129-130.
199. SCAETTA (H.). — *Évolution des sols et de la végétation dans la zone des latérites en Afrique Occidentale.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCXII, 1941 (27 janvier), p. 169-171.
200. SCAETTA (H.). — *Rôle de la forêt humide en Côte d'Ivoire dans la captation des poussières atmosphériques et la reconstitution des colloïdes argileux du sol.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCXII, 1941 (17 février), p. 273-276.
201. SCAETTA (H.). — *Sur la régénération des allites intertropicales : principes nouveaux sur la reconstitution minérale des sols des pays chauds.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCXII, 1941 (17 mars), p. 445-447
202. SCAETTA (H.). — *Amendements à apporter aux sols tropicaux dégradés pour la régénération de leur fertilité.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCXII, 1941 (19 mai), p. 869-870.
203. SCAETTA (H.). — *Sur un phénomène d'expurgation allitique du sol tropical en Afrique Occidentale.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CCVIII, 1939 (20 mars), p. 912-914.
204. SHANTZ (L. H.) et MARBUT (C. F.). — *The vegetation and soils of Africa by the joint authors and a note on a rainfall map by B. Kincer.* — *American Geogr. Soc. Research*, series n° 13, 1923, X + 263 pages 48 fig. (47 phot.), 2 cartes h. t. col.
205. BESAIKIE (H.). — *Les sols de Madagascar.* — *Recherches sur le sol (Suppl. aux C. R. de l'Ass. Int. Sc. du Sol.)*, t. V, 1937, n° 3, p. 200-221, 5 cartes, 2 fig., 2 tabl.
206. ERHART (H.). — *Note préliminaire sur les sols de l'Itasy.* — *Bull. Econ. Madagascar*, 23<sup>e</sup> Année, 1926, n° 2 (deuxième semestre), p. 69 à 72.
207. ERHART (H.). — *Concentration en ions H dans quelques terres latéritiques de Madagascar.* — *Rev. Bot. App. et Agric. Trop.*, t. VI, 1926, n° 54 (28 février), p. 88-92.
208. ERHART (H.). — *Sur les possibilités d'amélioration des terrains latéritiques de Madagascar.* — *Bull. Acad. Malgache*, 1927.
209. ERHART (H.). — *Rapport préliminaire sur une mission à Madagascar.* — *Actes et C. R. Ass. Colonies-Sciences*, 5<sup>e</sup> année, 1929, n° 54, p. 26-31; dans *Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop.*, t. IX, 1929.
210. ERHART (H.). — *Sur la nature et l'origine des sols de Madagascar.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXVIII, 1929 (10 juin), p. 1561-1563.
211. ERHART (H.). — *Traité de pédologie. T. I : Pédologie générale*, Strasbourg, Institut Pédologique, 1935, in-8°, 260 pages, 8 pl. en couleurs, 2 tableaux h. t., 22 fig.
212. ERHART (H.). — *Altération des roches et mode de formation des principaux types de sols.* — Conférence Museum Nat. Hist. Nat., Paris, 16 janvier 1936. et *Publ. Bur. Études Géol. et Min. Coloniales*, n° 12, *Étude des Altérations superficielles*, Paris, 1939, 112 pages, 5 cartes, 1 fig., 5 tabl., 4 pl.; p. 1-16, 4 pl.
213. ERHART (H.). — *La pédologie, science du sol.* — Conférence du Centre d'Études supérieures du bâtiment et des travaux publics, février 1940, et extr. des *Ann. Inst. technique du bâtiment et des trav. publics*, janvier-février 1940, 15 pages, 7 fig.

214. VAGELER (P.). — *Die Entstehung des Laterits Mitt. d. Deutsche Landw. Gesellsch.*, 1913;  
et *Grundriss der Tropischen und Subtropischen Bodenkund*, 2<sup>e</sup> édit., Berlin, 1938, in-8°, 252 pages,  
27 phot., 2 tabl. h. t.
215. AGAFONOFF (V.). — *L'étude des sols des Colonies françaises.* — *Rev. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, t. IX, 1929,  
n° 95 (juillet), p. 434-440.
216. AGAFONOFF (V.). — *Sur quelques sols de Cochinchine.* — *C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXVII, 1928 (20 août)  
p. 428-431, 2 tabl.
217. CASTAGNOL (E. M.) et PHAM-GIA-TU. — *Étude des principaux types de latérites d'Indochine.* — Extr.  
du *Bull. Écon. d'Indochine*, t. XLIII, 1940, fasc. 2 (mars-avril), 35 pages, 15 tabl., 9 pl. (18 phot.).
218. URBAIN (P.). — *Introduction à l'étude pétrographique et géochimique des roches argileuses. I. Méthodes  
microscopiques;* dans *Actualités scientifiques et industrielles*, 499, Paris, Hermann, 1937, in-8°,  
61 pages, 2 fig., 3 tabl.
219. HÉNIN (S.). — *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres.* — Thèse Doct. Univ., Paris,  
janvier 1939,  
et *Monographies publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques*, Paris,  
Imp. Nat., 1938, in-8°, 69 pages, 23 fig., 10 tabl.
220. KUBIENA (W. L.). — *Micropedology.* — Ames, Iowa (U. S. A.), Collegiate press, 1938, in-8°, 243 pages,  
22 pl. (132 fig.).
221. TRATCHENKO (B.). — *Contribution à l'étude pédologique des sols dacitiques du Haut-Donnai.* — C. R. des  
séances du Conseil des recherches scient. de l'Indochine, 26 octobre et 20 novembre 1934.,  
Hanoï, Impr. Extrême-Orient, 1934, 1 brochure, 30 pages; p. 16-18,  
et *Bull. Écon. Indochine*, t. XXXVIII, 1935, fasc. I (janvier-février), p. 25 à 53, 11 pl. (phot.,  
carte, coupes, fig.), 28 tabl.
222. TRATCHENKO (B.). — *Étude agrolologique préliminaire des sols des régions Moï : Nui-Bara, Bu-Nard,  
Bu-Coh, Phu-Rieng et Bu-Dop.* — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agron. et For. Ind.*, 1935-1936, Hanoï,  
Imp. Extrême-Orient, 1937, t. II, p. 99-111, 6 tabl., 5 pl. (3 phot., 2 tabl.), 1 carte, 1 fig.
223. CASTAGNOL (E. M.). — *Principes et méthodes de l'étude moderne des sols.* — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agron.  
et For. Indochine*, 1932-1933, Hanoï, Imp. Extrême-Orient, 1934, p. 123 à 127.
224. CASTAGNOL (E. M.), LE-VIET-KHOA et PHAM-GIA-TU. — *Relation du pouvoir de dispersion et de la capacité  
d'absorption des sols vis-à-vis de la composition du complexe absorbant.* — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agron.  
et For. Ind.*, 1935-1936, Hanoï, Impr. Extrême-Orient, 1937, t. II, p. 31-64, XXI tabl.
225. RÉTEAUD (L.). — *Comptes rendus des travaux exécutés dans les stations et laboratoires.* — *C. R. Trav. Inst.  
Rech. Agron. et For. Ind.*, 1935-1936, Hanoï, Impr. Extrême-Orient, 1937, t. I, in-8°,  
175 pages, 11 tabl. 14 fig. h. t., 84 phot. h. t.; p. 58-63.
226. GERIGHELLI (R.). — *Sur l'analyse mécanique des terres d'Indochine.* — *C. R. de la Conférence de la pre-  
mière commission de l'Ass. Int. de la Science du Sol (Physique du sol)*, Versailles, 2-5 juillet 1934,  
Paris, Imp. Nat., 1934, p. 57-64, 5 tableaux.
227. TRATCHENKO (B.). — *Remarque sur les processus de latéritisation en terre grise.* — Extr. de *Bull. Écon.  
Indochine*, t. XXXIII, 1936, fasc. 2 (mars-avril), 16 pages, 4 pl. (7 phot., 9 fig.).
228. CASTAGNOL (E. M.), TRAN-TRONG-KHOI et HO-DAG-VY. — *Les terres de schistes de Phu-Ho.* — *Bull. Écon.  
Indochine*, t. XXXV B, 1932, p. 741 B à 754 B, 17 tabl., 2 fig.,
229. CASTAGNOL (E. M.). — *Propriétés et caractères fondamentaux des sols du Tonkin et du Nord-Annam.* — *Bull.  
Écon. Indochine*, t. XXXVIII, 1935, fasc. 2 (mars-avril), p. 333-348.
230. CASTAGNOL (E. M.). — *Carte des sols du Delta tonkinois.* — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agron. et For. Ind.*,  
1932-1933, Hanoï, Impr. Extrême-Orient, 1934, p. 213 à 217, 10 cartes col. h. t.
231. CASTAGNOL (E. M.) et TRAN-TRONG-KHOI. — *Comparaison des différents types de rizières.* — *Bull. Écon.  
Indochine*, t. XXXV B, 1932, p. 755 B-759 B, 3 tabl.
232. GERIGHELLI (R.), LEWIN (J.) et BUP. — *Efflorescences des terres salines.* — *Bull. Écon. Indochine*  
t. XXXV B, 1932, p. 732 B.

233. CERIGHELLI (C. R.). — *Étude des sols de Quan-Loi*. — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agron. et For. Ind.*, 1932-1933, Hanoï, Impr. Extrême-Orient, 1934, p. 233 à 238, 2 tabl., 1 fig. h. t.
234. TKATCHENKO. — *Prospection agrologique du Mont-Braïan*. — *Bull. Écon. Indochine*, t. XL, 1937, fasc. 4 (juillet-août), p. 713-722, 5 tabl., 1 phot., 2 pl. (1 carte, 1 tabl.).
235. CASTAGNOL (E. M.). — *Étude de sols en vue de la colonisation*. — *Bull. Écon. Indochine*, t. XLII, 1939, fasc. 5 (septembre-octobre), p. 907-930, 13 tabl., 4 pl. (2 cartes, 4 phot.).
- 235 bis. CERIGHELLI (R.) et TKATCHENKO (B.). — *Recherches sur les sols sablonneux et les dunes de Phan-Thiét*. — *Bull. Écon. Indochine*, t. XXXV B, 1932, p. 734 B.
236. CASTAGNOL (E. M.) et HO-DAC-VY. — *Contribution à l'étude du déplacement des phosphates dans le sol*. — *C. R. Trav. Inst. Rech. Agron. et For. Ind.*, 1932-1933, Hanoï, Impr. Extrême-Orient, 1934, p. 148 à 174, 14 fig. h. t., XVI + 1 tabl.
237. CASTAGNOL (E. M.). — *Étude des micro-organismes aérobies décomposant la cellulose dans les différents sols du Tonkin*. — *C. R. trav. Inst. Rech. Agron. et For. Ind.*, 1932-1933, Hanoï, Impr. Extrême-Orient, 1934, p. 218 à 232, 4 tabl., 1 fig., 2 pl. col. h. t.
238. CASTAGNOL (E. M.) et DOAN-BA-PHONG. — *Influence des processus biologiques sur les propriétés physico-chimiques des sols tropicaux*. — *Bull. Écon. Indochine*, t. XL, 1937, 40<sup>e</sup> année, fasc. 4 (juillet-août), p. 695-712, 14 tabl.
239. TRAN-TRONG-KHOI. — *Dosage de la potasse assimilable dans les terres indochinoises*. — *Ann. Agr.* (n<sup>11</sup><sup>e</sup> série), t. III, 1933, p. 522-528, 1 tabl.
240. MARTONNE (EMM. de). — *Traité de géographie physique*. — Paris, Armand Colin, 5<sup>e</sup> éd., 1932 à 1934, 3 vol., in-8°; t. I, XV + 496 pages, 193 cartes et fig., 2 cartes col. h. t.
241. CHEVALIER (Aug.) et CUÉNOT (L.). — *Biogéographie*. — dans *Traité de Géographie physique*, par EMM. DE MARTONNE, Paris, Armand Colin, 5<sup>e</sup> éd., 1932 à 1934, 3 vol., in-8°, t. III, 1932, p. 1061 à 1518, fig. 401 à 494, pl. h. t., LIV à LXV.

## BIBLIOGRAPHIE CLASSÉE PAR RÉGION.

## ALGÉRIE.

ARAMBOURG (G.) .....	112
AUBERT (G.) .....	108
AUBERT (G.) et LEJEAILLE (G.) .....	39
AUBERT (G.), LEJEAILLE (G.) et DRISS BOUAZZA .....	166
BATTANDIER (J. A.) et TRABUT (L.) .....	77
BRIOUX (Ch.) .....	17
CHEVALIER (G.) .....	118, 121
DALLONI (M.) .....	2, 115
DRANITZYNE (M.) .....	164
DUGAST (J.) .....	1, 97
FICHEUR (E.) .....	100
FRANC DE FERRIÈRE (J.) .....	134
GALLOIS (R.) .....	104, 119
GAUCHER (G.) .....	109
HARDER (R.) .....	167
ISMAN (L.) .....	98, 99
KILLIAN (Ch.) .....	169, 170, 171, 172
KILLIAN et FÉHER (D.) .....	38, 168
LADUREAU (A.) .....	16, 96
MAIRE (R.) .....	79
MAMMAIN (E.) .....	165
MANQUENÉ. (J.) 22, 102, 103, 105, 106, 107, 110, .....	111
MATHEY (A.) .....	78
MERCIER DES ROCHETTES (A.) .....	20
POUGET (L.), LÉONARDON (F.) et CHOUCHEK (O.) .....	21
POUGET (L.), AMALRIC et LÉONARDON (F.) .....	113
ROOS (L.), ROUSSEAU (E.) et DUGAST (J.) .....	101
ROSEAU (H.) .....	114, 116, 117, 122
SIROT (A.) et GAUCHER (G.) .....	120
VILLAR (E. H. del) .....	161, 162, 163

## TUNISIE.

AGAFONOFF (V.) .....	36, 155, 156, 157, 158
AGAFONOFF (V.) et JOURAVSKY (G.) .....	154
AGAFONOFF (V.), JOURAVSKY (G.) et MALY-CHEFF (M <sup>11°</sup> V.) .....	153
BERTINCHAND. ....	p. 27
BUROLLET (P. A.) .....	80
DALLONI (M.) .....	115
ERHART (H.) .....	152
FRANC DE FERRIÈRE (J.) .....	134

MALYCHEFF (M <sup>11°</sup> V.) .....	25
MARÈS (R.) .....	123
YANKOVITCH (L.) .....	37, 160

## MAROC.

BOURCART (J.) .....	183, 184, 185
CARLE (G.) .....	26, 32, 176, 177, 178
CHAUVEAU (M.) .....	124
DRESCH (J.) .....	186
EMBERGER (L.) et ZABORSKI (M.) .....	175
FRANC DE FERRIÈRE (J.) .....	134
GENTIL (L.) .....	18, 75
JARANOFF (D.) .....	181, 187
MALYCHEFF (M <sup>11°</sup> V.) .....	34
MERCIER (A.) .....	180
MIEGE (Em.) .....	33, 179
RIGOTARD (M. et L.) .....	p. 27
VILLAR (E. H. del) .....	35, 162, 173, 174

## SAHARA.

CHEVALIER (Aug.) .....	81
FRANC DE FERRIÈRE (J.) .....	134
LAPPARENT (J. de) .....	58, 59
RIVKINO. ....	125

## AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE.

ARSANEAUX (H.) .....	46, 47
AUFÈRE (L.) .....	189
BOUFFIL (P.) .....	127
CHAUTARD (J.) .....	48
CHAUTARD (J.) et LEMOINE (P.) .....	52
CHÉTELAT (E. de) .....	p. 76
CHEVALIER (Aug.) .....	82, 85
DELORME (A.) .....	126
DEMOLON (A.) .....	130
ENIKEFF (Mengli Guirey) .....	188
FRANC DE FERRIÈRE (J.) .....	133, 134
FRANC DE FERRIÈRE (J.) et JACQUES-FÉLIX (H.) .....	89
FRANC DE FERRIÈRE (J.) et NATIER (E.) .....	129 bis
GLANGEAUD (L.) .....	195

GLANGEAUD (L.) et BONICHON (M <sup>me</sup> Y.).....	61
HUBERT (H.).....	53
JARANOFF (D.).....	187
LACROIX (A.)..... 19, 43, 44, 45,	51
LAPPARENT (J. de) .....	58, 60
MARCHAND (M.).....	129
POBÉGUIN.....	83
PORTÈRES (R.).....	88
SCAETTA (H.) 7, 40, 191, 192, 193, 194,	
196, 197, 198, 199, 200, 201, 202,	203
SHANTZ (L.-H) et MARRUT (C.-F.).....	204
TROCHAIN (J.)..... 41, 84, 86,	87

AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE.

BARET (V.).....	190
DEMOLON (A.).....	130
DENAEYER (E.)..... p.	13
FRANC-DE-FERRIÈRE (J.).....	132, 134
GÈZE (B.).....	56, 57
GUICHARD (Fr.).....	131
HÉBERT (A.)..... p.	27
LOMBARD (J.)..... 54,	55
PASCALET (P.).....	128

CÔTE DES SOMALIS.

AUBERT DE LA RÛE (E.).....	63
----------------------------	----

MADAGASCAR.

BESAIRIE (H.) 30, 64, 65, 66, 67, 68, 69,	
70,	205
BONNEFOY (J.).....	31
CARLE (G.) et GOHIER.....	138
DECARY.....	71
ERHART (H.) 23, 206, 207, 208, 209,	
210, 211, 212,	213
LACROIX (A.)..... 42, 44, 49, 50,	51
MINTZ (A.) .....	135, 136
MINTZ (A.) et ROUSSEAU (E.).....	15

PERRIER DE LA BATHIE (H.).....	90, 91,	92
SCHLOSING (Th.).....		137

GADELOUPE.

STEHLÉ (H.) .....	93
-------------------	----

INDOCHINE.

AGAFONOFF (V.).....	24, 215,	216
AURIOL (R.-F.) et LAM-VAN-VANG.....		149
AURIOL (R.-F.), POTTIER (M.), TRAN-THUC-		
KY et NGUYEN-VAN-SAM.....		150
BLONDEL .....	72, 73,	74
BUSSY (P.).....		139
CASTAGNOL (E.-M.).. 223, 229, 230, 235,		237
CASTAGNOL (E.-M.) et DOAN-BA-PHUONG.....		238
CASTAGNOL (E.-M.) et HO-DAC-VY.....	28,	236
CASTAGNOL (E.-M.), LE-VIET-KHOA et PHAM-		
GIA-TU .....		224
CASTAGNOL (E.-M.) et PHAM-GIA-TU.....		217
CASTAGNOL (E.-M.) et TRAN-TRONG-KOÏ.. 143,		231
CASTAGNOL (E.-M.), TRAN-TRONG-KOÏ et HO-		
DAC-VY.....		228
CERIGHELLI (R.).....		226
CERIGHELLI (R.), LEWIN (J.) et BUP.....		232
CERIGHELLI et TKATCHENKO (B.).....		235 bis
CERIGHELLI (R.), TKATCHENKO (B.), et LE-		
WIN (J.).....		143
CERIGHELLI (R.), TKATCHENKO (B.), LEWIN (J.)		
et BUP.....		149 bis
CHEVALIER (Aug.).....		94
GUILLAUME (A.).....		140
HENRY (Y.).....		27
MANGIN (L.).....		142
RÉTEAUD (L.).....		225
RIGOTARD (M.) 144, 145, 146, 147,		148
ROULE (F.) et TRAN-TRONG-KHOÏ.....		151
TKATCHENKO (B.) 29, 221, 222, 227,		234
TRAN-TRONG-KHOÏ.....		239
VERNET (G.).....		143
VEILLARD.....		141

## INDEX DES NOMS D'AUTEURS.

- A
- AGAFONOFF (V.). 4, 24, 36, 62, 155, 156,  
157, 158, 215, 216
- AGAFONOFF (V.) et JOURAVSKY (G.)..... 154
- AGAFONOFF (V.), JOURAVSKY (G.) et MALYCHEFF  
(M<sup>lle</sup> V.)..... 153
- AMALRIC, Cf. POUGET (L.)..... 113
- ANDRÉ (G.)..... 3, 95
- ARAMBOURG (G.)..... 112
- ARSANDEAUX (H.)..... 46, 47
- AUBERT (G.)..... 12, 108, 159
- AUBERT (G.) et LEJEAILLE (G.)..... 39
- AUBERT (G.), LEJEAILLE (G.) et DRISS BOUAZZA. 166
- AUBERT DE LA RUE (E.)..... 63
- AURIOL (R.-F.) et LAM-VAN VANG..... 149
- AURIOL (R.-F.), POTTIER (M.), TRANG-THUC-KY  
et NGUYEN-VAN-SAM ..... 150
- B
- BARET (V.)..... 190
- BATTANDIER (J.-A.) et TRABUT (L.)..... 77
- BERTINCHAND..... p. 27
- BESAIRIE (H.). 30, 64, 65, 66, 67, 68, 69,  
70, 205
- BLONDEL (F.)..... 72, 73, 74, p. 63
- BONICHON (M<sup>me</sup> Y.), Cf. GLANCEAUD (L.)..... 61
- BONNEFOY (J.)..... 31
- BOUFFIL (E.)..... 127
- BOURCART (J.)..... 183, 184, 185
- BRIOUX (Ch.)..... 17
- BUP, Cf. CERIGHILLI (R.)..... 149 bis, 232
- BUROLLET (P.-A.)..... 80
- BUSSY (P.)..... 139
- C
- CARLE (G.)..... 26, 32, 176, 177, 178
- CARLE (G.) et GOHIER..... 138
- CASTAGNOL (E.-M.). 223, 229, 230, 235, 237
- CASTAGNOL (E.-M.) et DOAN-BA-PHUONG..... 238
- CASTAGNOL (E.-M.) et HO-DAC-VY..... 28, 236
- CASTAGNOL (E.-M.), LE-VIET-KHOA et PHAM-  
GIA-TU ..... 224
- CASTAGNOL (E.-M.) et PHAM-GIA-TU..... 217
- CASTAGNOL (E.-M.) et TRAN-TRONG-KHOÏ. 143, 231
- CASTAGNOL (E.-M.), TRAN-TRONG-KHOÏ et HO-  
DAC-VY ..... 228
- CAYEUX (L.)..... 10
- CERIGHELLI (R.)..... 226
- CERIGHELLI (R.), LEWIN (J.) et BUP..... 232
- CERIGHELLI (R.) et TRATCHENTO (B.)..... 235 bis
- CERIGHELLI (R.), TRATCHENKO (B.) et LEWIN (J.). 143
- CERIGHELLI (R.), TRATCHENKO (B.), LEWIN (J.)  
et BUP..... 149 bis
- CHAUTARD (J.)..... 48
- CHAUTARD (J.) et LEMOINE (P.)..... 52
- CHAUVEAU (M.)..... 124
- CHÉTELAT (E. de)..... 76
- CHEVALIER (Aug.)..... 14, 81, 82, 85, 94
- CHEVALIER (Aug.) et CUÉNOT (L.)..... 241
- CHEVALIER (G.)..... 118, 121
- CHOUCHAK (O.), Cf. POUGET (L.)..... 21
- CUÉNOT (L.), Cf. CHEVALIER (Aug.)..... 241
- D
- DALLONI (M.)..... 2, 115
- DECARY..... 71
- DELORME (A.)..... 126
- DEMOLON (A.)..... 5, 11, 130
- DENAEYER (E.)..... p. 13
- DIETRICH (W. G.)..... p. 59
- DOAN-BA-PHUONG, Cf. CASTAGNOL (E.-M.)..... 238
- DRANITZYNE (M.)..... 164
- DRESCH (J.)..... 186
- DRISS BOUAZZA, Cf. AUBERT (G.)..... 166
- DUGAST (J.)..... 1, 97
- DUGAST (J.), Cf. ROOSS (L.)..... 101
- E
- EMBERGER (L.) et ZABORSKI (M.)..... 175
- ENIKEFF (Mengli Guirey)..... 188
- ERHART (H.). 23, 152, 206, 207, 208,  
209, 210, 211, 212, 213

F		LAM-VAN-VANG, Cf. AURIOL (R.-F.).....	149
FÉHER (D.), Cf. KILLIAN (Ch.).....	38, 168	LAPPARENT (J. de).....	58, 59, 60
FICHEUR (E.).....	100	LEJEAILLE (G.), Cf. AUBERT (G.).....	39
FRANC DE FERRIÈRE (J.).....	132, 133, 134	LEMOINE (P.), Cf. CHAUTARD (J.).....	52
FRANC DE FERRIÈRE (J.) et JACQUES-FÉLIX (H.).....	89	LÉONARDON (F.), Cf. POUGET (I.).....	20
FRANC DE FERRIÈRE (J.) et NATIER (E.)....	129 bis, 134	LE-VIET-KHOA, Cf. CASTAGNOL (E.-M.).....	224
G		LEWIN (J.), Cf. CASTAGNOL (E.-M.).....	232
GALLOIS (R.).....	104, 119	LEWIN (J.), Cf. CBRIGHELLI (R.).....	143, 149 bis
GAUCHER (G.).....	109	M	
GAUCHER (G.), Cf. SIROT (A.).....	120	MAIRE (R.).....	79
GENTIL (L.).....	18, 75	MALYCHEFF (M <sup>11°</sup> V.).....	25, 34
GÈZE (B.).....	56, 57	MALYCHEFF (M <sup>11°</sup> V.), Cf. AGAFONOFF (V.)....	153
GLANGEAUD (L.).....	195	MAMMAIN (E.).....	165
GLANGEAUD (L.) et BONICHON (M <sup>m</sup> Y.).....	61	MANGIN (L.).....	142
GUÉRILLOT (J.).....	p. 25	MANQUENÉ (J.) 22, 102, 103, 105, 106,	107, 110, 111
GUICHARD (F.).....	131	MARBUT (C.-F.), Cf. SHANTZ (L. H.).....	204
GUILLAUME (A.).....	140	MARCHAND (M.).....	129
H		MARÈS (R.).....	123
HARDER (R.).....	167	MARTONNE (Em. de).....	240
HÉBERT (A.).....	p. 27	MATHEY (A.).....	78
HÉNIN (S.).....	219	MERCIER (A.).....	180
HENRY (Y.).....	27	MERCIER DES ROCHETTES (A.).....	20
HO-DAC-VY, Cf. CASTAGNOL (E.-M.) 28, 228,	236	MERRILL.....	8
HUBERT (H.).....	53	MIÈGE (Em.).....	33, 179
I		MÜNTZ (A.).....	135, 136
ISMAN (L.).....	98, 99	MÜNTZ (A.) et ROUSSEAU (E.).....	15
J		N	
JACOB (Ch.).....	13	NATIER (E.), cf. FRANC DE FERRIÈRE (J.)	129 bis, 134
JACQUES-FÉLIX (H.) cf. FRANC DE FERRIÈRE (J.)	89	NGUYEN-VAN-SAM, Cf. AURIOL (R.-F.).....	150
JARANOFF (D.).....	181, 187	P	
JOFFÉ (J.-S.).....	6	PASCALET (P.).....	128
JOURAVSKY (G.), Cf. AGAFONOFF (V.)... 153,	154	PERRIER DE LA BATHIE (H.).....	90, 91, 92
K		PHAM-GIA-TU, Cf. CASTAGNOL (E.-M.).....	217
KILLIAN (Ch.).....	169, 170, 171, 172	POBÉGUIN.....	83
KILLIAN (Ch.) et FEHER (D.).....	38, 168	PORTÈRES (R.).....	88
KUBIENA (W. L.).....	220	POTTIER (M.), Cf. AURIOL (R.-F.).....	150
L		POUGET (I.), AMALRIC et LÉONARDON (F.)....	113
LACROIX (A.) 19, 42, 43, 44, 45, 49, 50,	51	POUGET (I.), LÉONARDON (F.) et CHOUCHEK (O.).....	20
LADUREAU (A.).....	16, 96	R	
		RÉTEAUD (L.).....	225
		RIGOTARD (M.) 144, 145, 146, 147,	148
		RIGOTARD (M. et L.).....	p. 27
		RIVKINO.....	125
		ROOS (L.), ROUSSEAU (E.) et DUGAST (J.)....	101
		ROSEAU (H.).....	114, 116, 117, 122



ROTH.....	9	TRAN-TRONG-KHOI, Cf. ROULE (F.).....	151
ROULE (F.) et TRAN-TRONG-KHOI.....	151	TROCHAIN (J.).....	41, 84, 86, 87
ROUSSEAU (E.), Cf. MÜNTZ (A.).....	15		
ROUSSEAU (E.), Cf. ROOS (L.).....	101		
		U	
	S	URBAIN (P.).....	218
SCAETTA (II.). 7, 40, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202,	203		
SCHLOESING (Th.).....	137	V	
SHANTZ (L. R.) et MARBUT (C.-F.).....	204	VAGELER (P.).....	214
SIROT (A.) et GAUCHER (G.).....	120	VERNET (G.).....	143
STEBUT (A.).....	182	VIILLARD.....	141
STEHLÉ (H.).....	93	VILLAR (E. H. del). 35, 161, 162, 163, 173, 174	
	T	Y	
TKATCHENKO (B.)....	29, 221, 222, 227, 234	YANKOVITCH (L.).....	37, 160
TKATCHENKO (B.), Cf. CERIGHELLI (R.)..	143, 149 bis, 235 bis		
TRABUT (L.), Cf. BATTANDIER (J.).....	77	Z	
TRAN-THUC-KY, Cf. AURIOL (R.-F.).....	150	ZABORSKI (M.), Cf. EMBERGER (L.).....	175
TRAN-TRONG-KHOI.....	239		
TRAN-TRONG-KHOI, Cf. CASTAGNOL (E.-M.).	143, 231		

INDEX GÉOGRAPHIQUE.

	Pages.		Pages.
A			
ABIDJAN (Côte d'Ivoire).....	46	BENI ASHEN (Maroc).....	43
AFRIQUE DU NORD..... 8, 28, 34, 61, 62,	70	BENI M'TIRS (Maroc).....	43
AFRIQUE ÉQUATORIALE. 12, 28, 45, 59, 62,	72	BENIN [Golfe de] (A. O. F.).....	47
66.....	72	BENI OUNIF (Algérie).....	39, 40
AFRIQUE OCCIDENTALE.. 8, 13, 18, 20, 28,	73	BETSILEO (Madagascar).....	29
45, 48, 54, 59, 60, 62, 64, 66, 70, 72,	73	BIENHOA (Indochine).....	21, 30
AÏN DRAHAM (Tunisie).....	31,	BON [Cap] (Tunisie).....	35
AÏN-EL-AOUDA (Maroc).....	42	BÔNE (Algérie).....	26
AÏN NAZEREG (Algérie).....	23	BORDJ TOUM (Tunisie).....	37
AÏN SEFRA (Algérie).....	39	BOROUI [El] (Maroc).....	42
ALGER.....	23, 39	BOU ARADA (Tunisie).....	31
ALGER [Sahel].....	25, 26, 38, 64, 71,	BOUËA (Cameroun).....	pl. II
ALGÉRIE.. 8, 17, 22, 38, 40, 42, 61, 62,	72	BOUGOUROU [Monts] (Guinée).....	11
64, 67, 68, 69.....	71	BOUGUIRAT (Algérie).....	24
AMBATONDRAZAKA (Madagascar).....	29	BOUJAD (Maroc).....	42
AMBAJA (Madagascar).....	14, 67	BOULOGNE [Bois de] (Algérie).....	39
AMBOASARY (Madagascar).....	11, 12	BOU REGREG [Oued] (Maroc).....	42
AMBRE [Massif d'] (Madagascar).....	20	BOU ZIANE [Sebkh] (Algérie).....	pl. IV
AMPOTAKA (Madagascar).....	14, 67	BRAÏAN [Mont] (Indochine).....	57, 58, 75
ANJOZOROBA (Madagascar).....	29	BU NARD (Indochine).....	55, 74
ANKAIZINA (Madagascar).....	14, 67	C	
ANKARATRA (Madagascar).....	10, 14, 20	CAMBODGE.....	21, 60
AN-LOC (Indochine).....	51	CAMEROUN... 13, 28, 59, 66, 69, 70, pl. II et X	
ANNAM.....	21, 30, 54, 56, 57, 59,	CAMEROUN [Mont].....	13, pl. II
ANTSIRABÉ (Madagascar).....	29	CAMEROUN [fleuve].....	13
ATLAS.....	42, 43	CASABLANCA (Maroc).....	27, 44, 72
AURÈS [Monts] (Algérie).....	39, 62	CASAMANCE (A. O. F.).....	46
AZAZGA YAKOUREN [Forêt d'] (Algérie).....	39	CAVAIGNAC (Algérie).....	23, 68
AZROU (Maroc).....	42	CÈDRES [Pic des] (Algérie).....	39
B			
BABOUCH [Col de] (Tunisie).....	31	CHAMPLAIN (Algérie).....	26
BAMBOUTO [Monts] (Cameroun).....	13	CHANTRIT (Algérie).....	24, pl. III et V
BANDIAGARAH (A. O. F.).....	47	CHAOUÏA (Maroc).....	43, 67
BARA (Madagascar).....	29	CHARI (A. E. F.).....	27
BARIA (Indochine).....	21, 30	CHBLIFF [Oued] (Algérie) 17, 23, 25, 65,	
BATANGAN [Cap] (Indochine).....	54	68, 69,.....	pl. III, IV et XI
BATH [Oued] (Maroc).....	43	CHINÉ (Tonkin).....	57
BEALANANA (Madagascar).....	14	CLINCHANT (Algérie).....	24, 26
BEIREDDO [Monts] (Côte d'Ivoire).....	46	COCHINGHINE... 21, 29, 30, 51, 60, 61,	
BEJA [Oued] (Tunisie).....	36	68, 70.....	74
BEJA (Tunisie).....	36	CONSTANTINE.....	23
BEL HADRI (Algérie).....	24	CÔTE D'IVOIRE. 12, 20, 28, 29, 45, 46, 59,	69
BELLESME [Monts de] (Algérie).....	39	D	
BEN GUERIR (Maroc).....	42	DAHOMÉY.....	47
		DALABA (A. O. F.).....	46

	Pages.		Pages.
DJABA (Maroc).....	42		
DJEBEL DISS (Algérie)..... pl.	VI		
DJEBEL HAOUÏIA (Algérie)..... pl.	VIII		
DJEBEL MANSOUR (Tunisie).....	35		
DJERID [Chott el] (Tunisie).....	32		
DJOUGOU (A. O. F.).....	47		
DONNAÏ (Indochine).... 21, 54, 57, 62,	74		
DOUALA (Cameroun)..... 13, pl.	X		
DSCHANG (Cameroun)..... 13, pl.	11		
E			
ENFIDAVILLE (Tunisie).....	35		
ERYTHRÉE.....	14		
F			
FATOYA (A. O. F.)..... pl.	I		
FERRY (Algérie)..... pl.	IV		
FEZ (Maroc)..... 27, 42,	43		
FISSA [Oued] (Tunisie).....	35		
FORT-DAUPHIN (Madagascar).....	12		
FOUTA-DJALLON (A. O. F.).... 15, 46, 66,	73		
G			
GABÈS (Tunisie).....	32		
GIA HOA (Indochine).....	55		
GROMBALLA (Tunisie).....	35		
GROU [Oued] (Maroc).....	42		
GUADELOUPE..... 20, 60,	68		
GUERCIF (Maroc).....	43		
GUINÉE.. 9, 10, 11, 12, 13, 20, 28, 29,	46, 47, 59, 64, 66, 67, 68, 69, 72, pl.	I	
GUYOTVILLE (Algérie).....	40		
H			
HABRA [Oued] (Algérie)..... 23,	64		
HAOUZ (Maroc).....	43		
HAUTS PLATEAUX (Algérie). 17, 23, 41, 61,	72		
HEDIL (Tunisie).....	36		
HAJEB [El] (Maroc).....	42		
HOGGAR.....	13		
I			
IFRANE (Maroc).....	42		
IHOZY (Madagascar)..... 14,	67		
IMERINA (Madagascar).....	29		
INDOCHINE... 8, 14, 21, 29, 51, 56, 57,	59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 74.. pl.	XIV	
INKERMANN (Algérie). 25, 26, pl. III, IV et	XI		
ITASY (Madagascar). 14, 20, 29, 50, 60,	73		
J			
JARDINS [Vallée des] (Algérie).....	17		
JONGS [Plaine des] (Indochine).....	30,	61	
K			
KABYLIE (Algérie).....	39		
KAIROUAN (Tunisie)..... 32,	35		
KASBA-TADLA (Maroc).....	42		
KASSA [Ile] (Guinée)..... 11, pl.	I		
KEBILI (Tunisie).....	32		
KEBIR [Oued El] (Tunisie).....	35		
KEF (Tunisie).....	34		
KEF EL KEBIR (Tunisie)..... 31,	32		
KHANG KHOC (Indochine).....	58		
KHENIFRA (Maroc).....	42		
KHROUMIRIE (Tunisie).....	31		
KOLEA [Sahel] (Algérie).....	25		
L			
LAOS..... 54, 58,	62		
LIBERIA.....	47		
LOS [Iles de] (Guinée).... 9, 12, 65, pl.	I		
LOUKKOS [Oued] (Maroc).....	42		
M			
MACENTA (Guinée)..... 13,	66		
MACTA [Oued] (Algérie).....	64		
MADAGASCAR.. 8, 10, 11, 12, 14, 20, 29,	49, 50, 54, 59, 60, 61, 62, 64, 65,	67, 68, 70, 73..... pl.	XIII
MAHARÈS (Tunisie).....	32		
MALIOLO [Lac] (Madagascar).....	11		
MALOUÏA (Tunisie).....	36		
MAMORA [Forêt de] (Maroc).....	42		
MARCHAND (Maroc).....	42		
MAROC.. 8, 15, 27, 41, 42, 61, 62, 64,	65, 67.....	72	
MAROMANDIA (Madagascar)..... 14, 29,	67		
MARRAKECH (Maroc)..... 27,	43		
MECHRA BEN ABBOU (Maroc).....	42		
MÉDÉA (Algérie)..... 25, 26,	69		
MEDENINE (Tunisie).....	32		
MEDJERDA [Oued] (Tunisie).... 35, 38,	71		
MEDJEZ-EL-BAB (Tunisie).....	38		
MEKNÈS (Maroc)..... 27,	43		
MÉKONG [fleuve] (Indochine)..... 30,	52		
MELAH [Oued] (Maroc).....	44		
MELILLA (Maroc).....	42		
MELLÈGUE [Oued] (Tunisie).....	35		
MÉNARANDRA [Basse] (Madagascar).... 14,	67		
MÉNERVILLE (Algérie)..... 22,	68		
MERCIER LACOMBE (Algérie).....	23		
MILIANE [Oued] (Tunisie).....	35		
MIMOT [Massif de] (Indochine)..... 53,	59		
MINA [Oued] (Algérie).... 23, 25, pl.	XI		
MOGADOR (Maroc).....	27		
MOÏ [Régions] (Indochine).... 54, 55,	74		
MONTGOLFIER (Algérie)..... 25,	26		
MORAMANGA (Madagascar).....	29		
MOSTAGANEM (Algérie). 17, 24, 64, pl. VI et	VII		

	Pages.		Pages.
MOULOUYA [Oued] (Maroc).....	42	SANSANDING (Soudan).....	28
MSAKEN (Tunisie).....	37	SAVANNAKHET (Indochine).....	54
N			
NABEUL (Tunisie).....	35	SEBOU [Oued] (Maroc).....	42, 43
NIGER [fleuve].....	28, 45, 48, 72	SÉNÉGAL.....	18, 19, 20, 28, 29, 48, 65, 67, 68
NIMBA [Mont] (Côte d'Ivoire).....	47	SÉTIF (Algérie).....	17, 69
NOSIZATO (Madagascar).....	11, 12	SIDI ABDULLAH (Algérie).....	pl. XI
NUI BARA (Indochine).....	55, 74	SIDI ABED (Algérie).....	pl. III et IV
O			
OBOCK.....	14	SIDI BEL ABBÈS (Algérie).....	22, 23, 68
ONG YEM (Indochine).....	57, 65	SIDI BOU OTTMANN (Maroc).....	42
ORAN.....	22, 23, 25, 68	SIDI CHERIFF (Algérie).....	24
ORAN [Province d'].....	64	SIDI SLIMANE (Maroc).....	43
ORANIE.....	17, 23, 24, 25, 61, 67, 68, 69	SOMALIE.....	13, 61, 66
OSSA [Lac] (Cameroun).....	13	SONG BA [Rivière] (Indochine).....	58
OTROUTRIKOUÉ [Monts] (Côte d'Ivoire).....	46	SONGKHOM (Indochine).....	58
OUED EL KHEIR (Algérie).....	pl. VIII	SOUDAN... 10, 12, 28, 29, 45, 46, 47, 48, 59, 61,.....	66
OUED ZEM (Maroc).....	42	SOUK EL ARBA (Tunisie).....	34
OUM ER RBJA (Maroc).....	42	SOUSSE [Sahel] (Tunisie).....	17, 67
P			
PERRÉGAUX (Algérie).....	24, 69	SON TAY (Indochine).....	54, 55
PETITJEAN (Maroc).....	42	T	
PHAN-THIÉT (Indochine).....	58, 75	TABARKA (Tunisie).....	34, 35
PHU-HO (Indochine).....	54, 57, 74	TADLA (Maroc).....	43
PHU-LY (Indochine).....	57	TAZA [Col] (Maroc).....	42
PRÉVOST-PARADOL (Algérie).....	25	TCHAD.....	27
Q			
QUAN LOÏ (Indochine).....	57, 75	TEBOURSOUK (Tunisie).....	37
R			
RABAT (Maroc)... 27, 42, 43, 45, 62	72	TELE [Lac] (A. O. F.).....	48
RAHOÛIA (Algérie).....	25	TELL (Algérie) 17, 23, 34, 38, 40, 61,.....	62
R'DOM [Oued] (Maroc).....	43	TENSIFT (Maroc).....	42
RELIZANE (Algérie) 24, 25, 26, 69, pl. III, V, VIII, IX et.....	XI	THAN-HOÀ (Indochine).....	30, 54, 71
RIF (Maroc).....	42	THUDAUMOT (Indochine).....	21, 30
RIOU [Oued] (Algérie).....	25	TIFLET (Maroc).....	42
RIVOLI (Algérie).....	17	TINE [Oued] (Tunisie).....	38, 71
ROUME [Ile] (Guinée).....	11	TINGITANE (Maroc).....	42
RUINES [Col des] (Tunisie).....	31	TONKIN.....	54, 57, 62, 74, 75
S			
SAPI (Maroc).....	27	TON KOUÏ [Mont] (Côte d'Ivoire).....	20
SAHARA. 13, 17, 27, 28, 40, 47, 48, 65, 66, 67, 69.....	71	TULEAR (Madagascar).....	12
SAHEL (Cf. Alger, Kolea, Sousse).....	30	TUNISIE. 8, 17, 27, 31, 32, 43, 60, 61, 62, 65, 67, 69, 71.....	pl. XII
SAÏGON.....	30	V	
SAINTE-MARIE (Madagascar).....	11	VAÏCO [Rivière] (Indochine).....	30
SAKARAH (Madagascar).....	14	VAN-DU (Indochine).....	54
SANGAH (A. O. F.).....	47	VERGA (A. O. F.).....	15
		VINH-PHU (Indochine).....	30, 71
		VOHITRA [Rivière] (Madagascar).....	49
		Y	
		YAPO (Côte d'Ivoire).....	45
		Z	
		ZAERS [Région des] (Maroc).....	43
		ZÉROUD [Oued] (Tunisie).....	35

## INDEX GÉNÉRAL.

## I. MINÉRAUX. — ROCHES. — SOLS.

	Pages.		Pages.
A			
Acide (sol). 28, 29, 30, 43, 49, 51, 52,	57	— (bauxitique).....	10, 14
Agrégats.....	34, 55	— (de décalcification).....	14, 44
Air (pouvoir de rétention minimum d'un sol pour l', teneur en)....	18, 19, 20, 41	— (latéritique)... 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20.....	59
Alcalin (sol).....	28, 61	— (schisteuse).....	34
Alcalis.....	9	Argileux (sol). 14, 21, 27, 28, 35, 41, 49,	52
— (sols à). ....	39, 42, 61	Argilo-calcaire (sol).....	27
Alios.....	43	— sableuse (carapace).....	14, 49
Allite, cf. latérite.		Autochtone (sol).....	47, 73
Allitique, cf. latéritique.		Azote.. 22, 23, 26, 27, 29, 30, 37, 41,	52
Allitisation, cf. latérisation.		— amidé.....	30, 70
Allochtone (sol).....	36, 47	— total.....	30
Alluvia.....	47	B	
Alluvial (sol).....	18, 35, 60, 62	Basalte.....	10, 13, 14, 21, 51, 58, 60
— latéritique (sol).....	10, 60	Bauxite.....	51
Alluvionnaires (terres).....	29, 43	Bauxitique, cf. argile.	
Alluvions. 14, 18, 20, 21, 23, 28, 40, 43, 49, 50, 51, 52, 57, 58, 60.....	62	<i>Bienhoa</i> ,.....	14, 30, 51, 53, 60, 65
— (sol sur) ...	32, 35, 37, 38, 39, 40	— pisolitique.....	14, 51, 60
— anciennes.....	30	<i>Bowé</i> .....	10, 12, 16, 59
— quaternaires.....	23	Bowlingite.....	51
— récentes.....	26	Brun (sol).....	42, 44, 45, 48, 61, 65
Altération.. 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 28, 42, 48, 64, 66, 67.....	73	— à croûte (sol).....	32, 36, 37, 71
Alumine. 10, 11, 29, 30, 44, 53, 54, 58, 61, 66.....	70	— calcaire (sol).....	42, 61, 62
— (hydrate, hydroxyde d')..c. 9, 10, 12, 13, 14, 29, 31, 44, 46, 51,	57	C	
— (phosphate d').....	30	Cailloux.....	40
— (silicate d').....	9, 10, 11, 12, 16	Calcaire... 14, 15, 17, 26, 32, 34, 36, 37, 38, 42, 43, 44, 57.....	61
— (sulfate d').....	30	— (cycle).....	38, 39, 42, 61
Alumino-silicate.....	51, 56	— (sol, terrain). 27, 35, 38, 40, 41, 42.....	49
Alunées (terres).....	29, 61, 70	— marneux.....	15
Amendements.....	30	Calcite.....	33, 51
Amphibolite.....	11	Carapace, cf. argilo-sableuse, croûte.	
Anhydrite.....	41	Carbonate, cf. magnésie, soude.	
Anion.....	33	Cations.....	32, 33, 39, 40, 53, 55
Arénacées (terres).....	43	Chaux. 9, 11, 17, 22, 23, 28, 29, 31, 33, 34, 36, 52, 55, 57.....	58
Arène.....	13, 43	— (phosphate de).....	30
Arénisation.....	13, 66	Chelléen.....	33, 45
Argile.. 12, 14, 15, 16, 17, 19, 24, 26, 29, 40, 44, 50, 51, 52.....	58	Chlore.....	18, 19, 24, 33
		Chlorure, cf. sodium.	
		Collines (sols de).....	29, 41
		<i>Colluvia</i> .....	47

Complexe absorbant.....	39, 48, 57,	
58, 60, 61.....		74
Concrétion (zone de).....	9, 10, 11	51
Concrétionnement.....	10, 13, 54,	59
Concrétions croûtoïdes.....		32
— ferrugineuses.....	13, 15, 20,	
51, 53, 58.....		60
Couleur des sols.....	30, 42,	70
Crétacé.....	13, 15,	34
Cristalline (roche).....	14, 50, 60,	62
Crôte calcaire..	14, 15, 17, 28, 31,	
32, 33, 34, 35, 39, 40, 42, 43, 45,		
49, 60.....		61
— (sol à).....	33, 36, 61,	71
Cuirasse bauxitique.....		10
— ferrugineuse... 10, 11, 12, 13, 20,		47
— gibbsitique.....		10
— latéritique... 11, 14, 16, 18, 20,		
45, 46, 48, 49, 51, 59, 72.....		73
— subaérienne.....	47, 59,	73

D

Dacite.....	31, 54, 55,	74
Deb-Deb.....		17, 41
Décalcification.....	15, 38, 42, 44,	50
Décomposition.....	7, 9, 48, 51,	60
— (coefficient de).....		47
— argileuse (ou siallitique).....		14
— latéritique (ou allitique).....		14, 66
Dégradation.....	18, 20,	67
Départ (zone de)..	9, 10, 11, 45, 46, 50,	54
Déshydratation.....		15
Détritique (terre).....		43
Dess.....		44
Diabase.....	11, 49,	50
Dolérite.....		13, 48
Dune.....	17, 39, 40, 43, 45, 58,	75

E

Eau (dynamique de l').....	26, 44,	72
— (pouvoir de rétention maximum		
d'un sol pour l').....	18, 19, 20,	53
— (réserve d').....	26, 36,	61
— disponible.....	44,	53
— hygroskopique.....		44
Éboulis (sol sur).....		21
Efflorescences.....		55, 74
Éléments assimilables.....	20, 22, 23,	
26, 28, 40, 41, 50.....		55
— colloïdaux.....	12, 31, 35, 53,	55
— fertilisants... 21, 22, 25, 28, 29,		
40, 41, 44, 51, 59.....		72
— fins.....		20, 41
— latéritiques 9, 10, 12, 13, 46, 59,		60

Éléments siallitiques.....		13
Eluvia.....		47, 48
Eluvial (horizon)..	45, 48, 54, 55, 56,	58
Eluviation (coefficient d').....		47
Eluvium.....		47
Enduit alumineux.....		13
— ferrugineux.....		12, 13
Engrais.....	30, 62,	70
Eocène.....		34
Eolien (apport).....	34, 36,	43
— (sol).....		14, 62
— steppique (sol).....		32, 60
Épidote.....		51
Érosion... 7, 12, 14, 18, 20, 38, 39,		
46, 47, 49, 50, 53, 61.....		62
Éruptive (roche).....	13, 21, 48,	50
Évolution des sols.....	7, 28, 39, 45,	
47, 55, 56, 60.....		73

F

Feldspath.....	9, 10, 48,	51
Fer (hydrate ou hydroxyde de)...	9, 10,	
12, 13, 14, 29, 31, 34, 40, 42, 43,		
44, 46, 51, 53, 54, 57, 58.....		66
— (silicate de).....		16, 51
Ferritisation.....		48
Flétrissement (coefficient de).....		44
Fluviatile (sédiment).....		48
Forestier (sol).....	28, 29, 51,	62
Fossile (sol).....		13, 40
Franche (terre).....		26, 69

G

Gabbros.....		9
Galets de quartz.....		15
Gibbsite.....		13
Glauconite.....		48
Gley.....	39,	71
Gleyification.....		43
Gneiss.....	10, 11, 49,	50
Granite.....	13, 14, 20, 48, 50, 58,	66
Granito-gneissique (socle, terrain).....		13
Gravillon (pseudo).....		48
Grenaille latéritique.....		12, 46
Grès.....	12, 13, 21, 31, 40, 58,	72
— calcaire.....		39, 40, 42
— de Guyotville.....		26
— de Numidie.....		34
Grès quaternaire.....		42
Grès tertiaire.....		43
Gris (sol), cf. steppique		
Grise (terre) 21, 30, 50, 56, 57, 58, 60,		74
Grumeaux, cf. agrégats,		

II		—— cf. argile, cuirasse, décomposition, éléments, grenaille.	
Hamri.....	42, 43, 44, 45, 61,	Latéritisation... 12, 18, 45, 47, 48, 50,	
—— (pseudo-).....	42,	53, 58, 73.....	74
—— à croûte.....	42	Latéritite.....	10, 60
Harrocha.....	45	Latéritoïde.....	10
Helvétien (grès).....	26	Laves.....	60
Helvétique (formation, marne).....	23	Légère (terre).....	27, 29
Hématite.....	12	Lessivage.....	28, 30, 38, 43
Hétéromorphe (sol).....	47	Limon... 16, 19, 26, 40, 41, 44, 57,	66
Hornblende.....	48	—— argileux.....	48
Humidité du sol.....	18	Limoneux (sol).....	13, 14, 55
Humifère (sol).....	20, 50	Limonite.....	12, 13, 51
—— lessivé (sol).....	50, 62	Lithomarge.....	46, 51
Humus... 14, 17, 21, 26, 32, 38, 42, 49,	57	Littoral (sol).....	48
Hydrargillite.....	9, 10, 49	Loess.....	16
Hydrate (ou hydroxyde), cf. alumine, fer.		Londinien.....	36
Hygroscopicité.....	44	Lourde (terre).....	27, 62
I		M	
Hluvial (horizon).....	34, 36, 45, 46,	Magnésie... 9, 11, 17, 22, 23, 26, 29,	
47, 48, 51, 54.....	56	30, 35, 37, 52, 55, 57, 58, 60.....	61
Illuvium.....	48	—— (carbonate de).....	17, 32
Hménite.....	51	—— (sulfate de).....	17, 32
Irrigation.....	27, 37, 45, 46, 61, 68,	Magnétite.....	12, 48
	69	Manganèse (oxyde de).....	42
J		Marais.....	15, 17, 20, 29, 68
Jaune (terre).....	14, 29,	Marécageux (sol).....	29
	60	Marnes.....	20, 23, 26, 44
K		Marneux (sédiment).....	20
Kaolin.....	9, 10, 46,	Masque.....	39
Kaolinite.....	10	Matières organiques... 19, 26, 29, 32,	
L		42, 43, 52.....	57
Lacustre (sédiment).....	48	Medjanien.....	26
Latérite... 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,		Mica.....	10, 48
16, 21, 45, 47, 48, 50, 51, 53, 54,		Migration des éléments.....	13, 44
56, 59, 64, 66, 72, 73.....	74	—— en profondeur.....	31, 55
—— argileuse.....	9	—— « per ascensum »... 10, 15, 31, 33,	36
—— basaltique.....	49	Miocène.....	34
—— bauxitique.....	9, 15	Mixte (terre).....	52
—— concrétionnée.....	46, 47, 55	Mollasse.....	39
—— d'alluvions.....	10, 49	Montagnes (sols de).....	32, 35, 62
—— de forêt.....	49, 50	Monzonite quartzifère.....	11
—— de prairie.....	49, 50	Moustiérien.....	45
—— de Savoka.....	49	Muscovite.....	52
—— ferrugineuse.....	15	N	
—— gibbsitique.....	9, 10, 11, 47	Nappe aquifère... 17, 23, 24, 39, 49,	
—— pisolitique.....	10, 53, 58	52, 56, 60.....	61
—— silicatée, cf. latérite argileuse.		Néphéline, cf. syénite	
Latéritique (sol)... 15, 20, 38, 47, 48,		Neutre (sol).....	28, 49
49, 55, 57, 64.....	73	Noire (terre).....	14, 49, 50, 52, 53,
—— cf. alluvial (sol).		57, 58, 60.....	65

O

Ocreuse (terre).....	29
Oligiste.....	51
Olivine.....	48, 51
Oropédique (stade).....	42
Oxfordiennes (marnes).....	23
— (terres).....	64
Oxyde, cf. manganèse, titane.	
Oxy-humique (sol).....	38, 42

P

Perméabilité.....	14, 17, 28, 40, 41
pH.....	18, 19, 26, 28, 30, 32, 39, 43, 48, 49, 51, 52, 57, 61..... 70
Phosphate, cf. alumine, chaux.	
Phosphorique (acide)...	11, 17, 20, 22, 28, 29, 30, 36, 37, 57, 59, 64..... 68
— assimilable (acide)..	26, 27, 28, 52, 55..... 58
— total (acide).....	23, 25, 26, 30, 40, 52, 55..... 58
Pisolithe.....	11, 53
Pisolithique, cf. bienhoa, latérite.	
Plagioclase.....	51
Pliocène.....	25, 43, 45..... 72
Podzol.....	31, 34, 35, 38, 39, 45, 62..... 62
Podzolique (horizon, sol).....	31, 32, 34, 38, 39, 43, 45, 57, 62..... 65
Podzolisation.....	34, 35, 57..... 57
Porosité.....	44..... 44
Porphyritique (terre).....	57..... 57
Porphyropectique (structure).....	53..... 53
Potasse.....	11, 20, 22, 28, 29, 37, 69..... 69
— assimilable	26, 27, 28, 40, 52, 55, 58..... 75
— totale	22, 23, 25, 26, 30, 40, 52, 55..... 58
Poto-Poto.....	13..... 13
Pouvoir de rétention, cf. air, eau.	
Psammique (sol).....	41..... 41
Psammocalcaire (sol).....	40..... 40
Pyroxène.....	48..... 48

Q

Quartz	9, 10, 11, 13, 15, 47, 48, 51, 61	73
— filonien.....	15..... 15	
Quartzite.....	46..... 46	
Quaternaire, cf. alluvions, grès		

R

Rajeunissement (d'un profil).....	48, 60
Reg.....	40

Rendzine.....	32, 34, 36, 42, 45, 62
Rhyolithe.....	54, 55
Rocheux (sol).....	17, 49
Rossa (Terra).....	14, 42, 45, 57, 61
Rouge (sol).....	42, 50
— (terre)	9, 10, 14, 21, 29, 30, 45, 51, 52, 53, 58, 60..... 65
— à croûte (sol)....	32, 36, 37, 61, 71
Rouge steppique, cf. Steppique.	
Rubéfaction.....	39, 66
Ruissellement. 14, 24, 34, 36, 38, 47,	48

S

Sable.....	13, 39, 40, 43, 52, 55, 57, 58
— (pseudo-).....	55, 56, 57
— fin. 19, 26, 35, 44, 47, 48, 50,	58
— grossier. 14, 19, 26, 35, 44, 47,	50
— limoneux.....	52
— rouge.....	40, 49
Sableux (sol) 14, 19, 29, 32, 35, 40,	75
41, 42, 62.....	75
Sablo-limoneux (sol).....	40
Sahéliennes (marnes).....	26
Salant.....	17
Salé ou salin (sol) 13, 14, 23, 24, 38,	74
39, 41, 42, 43, 61, 64, 68.....	74
Saturation (coefficient de).....	58
Schiste.....	10, 55, 57
— arkosique.....	46
Sebkha.....	17, 68
Sèche (terre).....	27, 69
Sédimentaire (roche, terrain).....	13, 18
Sels.....	18, 24, 30, 32, 39, 41, 44
— solubles.....	33, 40, 61
Séricitisation.....	48
Sialferrique (cycle).....	38, 42
Siallitique (sol).....	13, 38, 42
— calcaire (sol).....	38
— humide (sol).....	42
Silicate, cf. alumine, fer.	
Silice.....	9, 11, 12, 38, 44, 53, 54
Siliceux.....	20, 27, 42
Silico-argileux (sol).....	44
— calcaire (sol).....	27
Smolnitzä.....	45
Sodique.....	38, 42, 52, 61
Sodium (chlorure de) 17, 22, 24, 25, 38,	41
39.....	41
— (ions).....	24, 33, 39, 58, 61
Soude.....	11, 17, 30, 35, 39, 57, 60, 61
— (carbonate de)..	17, 32, 33, 41, 61
— (sulfate de)....	17, 22, 30, 32, 41
Squelettique (sol).....	39, 42, 62
Steppique (sol).....	41, 45
— (sol gris).....	45, 66
— (sol rouge).....	13, 60
— cf. éolien.	



Stilpnosidérite.....	51	Triasique (terrain).....	34, 37
Structure (facteur de).....	55	Tuf.....	31, 40, 43, 65
— grumeleuse (indice de).....	56		
— du sol.....	28, 50, 51, 57, 59, 60		
Sulfate, cf. alumine, magnésie, soude.		V	
Syénite.....	10	Vallées (terres de).....	29
— néphélinique.....	9, 11, 65	Violacée (terre).....	29
		Volcaniques (produits).....	20
		— (roches, sols) 14, 21, 28, 29, 30,	50
		X	
		Xérosialitique (sol).....	42
		Z	
		Zircon.....	48

## T

<i>Tampoketsa</i> .....	10, 49, 59
Tchernozem.....	14, 45, 48, 49, 60
Termitière.....	20
Tertiaire.....	13, 23
Tir.....	15, 42, 44, 45, 61, 67
— (pseudo-).....	44
Titane (oxyde de).....	9, 11
Tourbeux (sol).....	29, 38, 57, 62
Trachyte.....	13

II. VÉGÉTATION.

A	Pages.	D	Pages.
Acacia.....	21	Déboisement.....	17
<i>Acacia albida</i> .....	19	Diatomées.....	12
— <i>atazacantha</i> .....	20		
— <i>Raddiana</i> .....	19, 20	E	
— <i>stenocarpa</i> .....	19, 20	<i>Eleocharis equisetina</i> .....	30
Agrumes.....	25, 27, 28, 69		
Arachides.....	47	F	
Arganier.....	43	Forêt 14, 17, 20, 21, 30, 42, 43, 46,	
<i>Aristida multicaulis</i> .....	20	47, 48, 51, 54, 60, 67.....	73
— <i>stipoides</i> .....	19, 20	— vierge.....	28, 47, 49, 50
Artichaut.....	25		
Associations végétales.....	17, 18	G	
<i>Atriplex</i> .....	17	Garrigue.....	21
— <i>halimus</i> .....	41	Genévrier.....	39
		<i>Gossypium</i> .....	21
B		Graminées.....	15, 20, 29, 47, 48, 59, 62
Bactérie.....	12		
Bambou.....	30	H	
Bananier.....	28, 69	Hallier.....	21
Broussailles.....	17, 67	Halophytes (plantes).....	24, 61
Brousse.....	15, 21	<i>Hedysarum capitatum</i> .....	41
— (feux de).....	15, 18, 67	— <i>flexuosum</i> .....	41
		<i>Heteropogon contortus</i> .....	20
C		Hévéa.....	21, 28, 30, 68
Cacaoyer.....	47		
Caféier.....	20, 28, 47, 68, 69	<i>Imperata cylindrica</i> .....	30, 47
<i>Callitricium</i> .....	17		
<i>Canella</i> .....	21	J	
Cèdres.....	39	Jujubier, cf. <i>Zizyphus Lotus</i> .	
<i>Cedrus atlantica</i> .....	42		
Céréales.....	25, 43, 61, 62	L	
Chêne-liège.....	34	Lauracées.....	21
Chêne-vert, cf. <i>Quercus ilex</i> .		Légumineuses.....	41
<i>Chloris Prieurii</i> .....	18	Lentisque.....	43
Climax (pseudo-).....	19, 20	Luzerne.....	25
Cocotier.....	28, 30	<i>Lygaeum spartum</i> .....	41
<i>Combretum glutinosum</i> .....	19, 20		
Conifères.....	57		
Cotonnier.....	25, 28, 47		
<i>Cressa Cretica</i> .....	41		
<i>Cymbopogon cymbarium</i> .....	20		
— <i>rufus</i> .....	20		
<i>Cynodon Dactylon</i> .....	18		
Cypéracées.....	20, 30, 59		
— caulescentes.....	18		
<i>Cyperus odoratus</i> .....	30		

M		Rizière.....	20, 29, 57,	74
Mais.....	20,	— basse.....		57
Mangrove.....	13,	— haute.....		57
Manioc.....				
Maquis.....	17,	S		
Mélilot.....		<i>Salicornia</i> .....		17
Mimosa.....	21	<i>Salsola</i> .....		17
		— <i>tetrandra</i> .....		18
O		Savane.....	19, 20, 28,	45
Oléastre.....	43	<i>Savka</i> .....	49,	50
Orangers, cf. agrumes.		<i>Schoenfeldia gracilis</i> .....		18
		<i>Scorpiurus sulcatus</i> .....		41
P		<i>Sorghum halepense</i> .....		20
Palétuviers.....	13	<i>Sphagnum</i> .....		42
Palmiers.....	28	<i>Shenopus divaricatus</i> .....		41
<i>Panicum longijubatum</i> .....	18	<i>Sporolobus robustus</i> .....		18
— <i>repens</i> .....	30	<i>Statice delicatula</i> .....		41
<i>Paspalum vaginatum</i> .....	18	<i>Suaeda</i> .....		17
<i>Pinetum halepensis</i> .....	17	— <i>fruticosa</i> .....		41
<i>Pinus pinaster</i> .....	42	T		
Pistachier.....	43	Tabac.....	20, 28, 30,	69
Poirier rouge.....	21	Taillis.....		21
Pomme de terre.....	25	Tomate.....		25
Prairie 14, 15, 19, 20, 29, 48, 49, 50,		<i>Typha australis</i> .....		18
51.....	73			
Primeurs.....	18, 27,	V		
	69	<i>Vetiveria nigrilana</i> .....		18
		Vigne.....	23,	25
Q		Vignoble.....		22
<i>Quercus caducifoliae</i> .....	42	X		
— <i>ilex</i> .....	17,	Xyridacées.....		20
	39			
R		Z		
<i>Raphia gracilis</i> .....	20,	<i>Zizyphus Lotus</i> .....		43
Riz.....	20, 30,	— <i>Saharae</i> .....		41
	47			

PLANCHE I. — *Latérites et sols latériques.*

FIG. 1. Ile de Kassa (Iles de Los, Guinée française). Argile latérique et cuirasse sur syénite néphélinique.

Ce sol est très peu épais, quoique ayant atteint le terme ultime des processus de décomposition allitique : la formation d'une cuirasse. Ici elle commence seulement à se développer.



Cl. Geze.



FIG. 2. Latérite développée sur schistes micacés. Tranchée de Fatoya (Guinée française).

Latérite formée sur une épaisseur considérable. A la base, zone claire : zone de départ. Au-dessus, zone foncée : zone de concrétion. Tout à fait en surface : cuirasse pisolithique concrétionnée.

C'est un exemple typique des sols de bowé d'Afrique occidentale française.

Cl. Lacroix.

PLANCHE II. — *Latérites et sols latéritiques.*



Cl. Gèze.

FIG. 1. Savane d'herbes à éléphants sur argiles latéritiques recouvrant les terrasses inférieures du Mont Cameroun (altitude 800 m.). A gauche, grande forêt montant jusqu'à 2.500 m., puis prairie alpine, sur les basaltes récents du Mont Cameroun près de Bouéa.  
Sol très peu fertile.



Cl. Gèze.

FIG. 2. Cultures indigènes de maïs et de café sur argiles latéritiques recouvrant les andésites et le socle granito-gneissique près de Dschang (altitude 1.400 m.) [Cameroun].  
Ce sol n'est rendu aussi fertile que grâce aux produits volcaniques qu'il contient dans ses horizons superficiels, et dont les minéraux en cours de décomposition parviennent à régénérer son complexe absorbant.

PLANCHE III. — *Sols salés et à alcalis.*

Cl. G. A.

FIG. 1. Sol salé calcaire de Sidi-Abed, près de Inkermann, basse vallée du Chélif (Algérie).

Ce type de steppe halophyte, si caractéristique des sols salés, s'étend sur des centaines d'hectares dans la basse vallée du Chélif sur des alluvions récentes très lourdes.

Leur position topographique dans des plaines basses subhorizontales, est un obstacle très important au drainage que nécessiterait leur mise en culture. Au début du printemps de nombreuses plantes, graminées, composées, etc., peuvent y pousser entre les touffes de *Salicornia Salsola*, *Suaeda*, etc. Dès le mois de mai, elles ont disparu.



Cl. G. A.

FIG. 2. Chantrit, près de Relizane (Algérie).

Cas extrême des sols salés; de grandes taches complètement nues où même les plantes halophytes ne peuvent croître. Ce sol produisait, il y a cinquante ans, de très belles récoltes de céréales. La ferme de Chantrit était l'une des plus importantes de la région. Actuellement les bâtiments en sont abandonnés au centre de centaines d'hectares de sols salés.

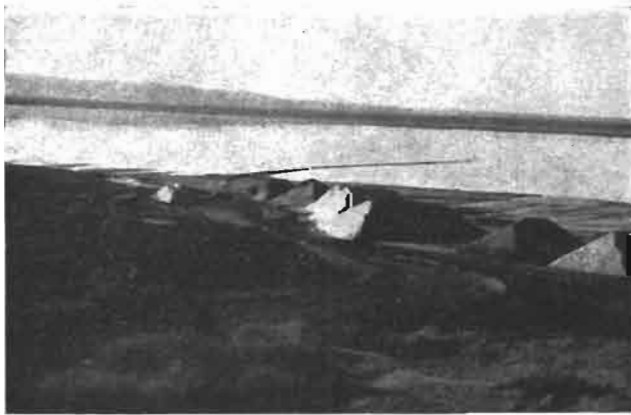
PLANCHE IV. — *Sols salés et à alcalis.*



Cl. G. A.

FIG. 1. Le marécage de Sidi Abed, près d'Inkermann, basse vallée du Chélif (Algérie).

Début de formation d'un sol à alcalis. La surface en devient absolument imperméable. Elle est formée d'argile presque entièrement dispersée. Une végétation rabougrie s'y développe encore.

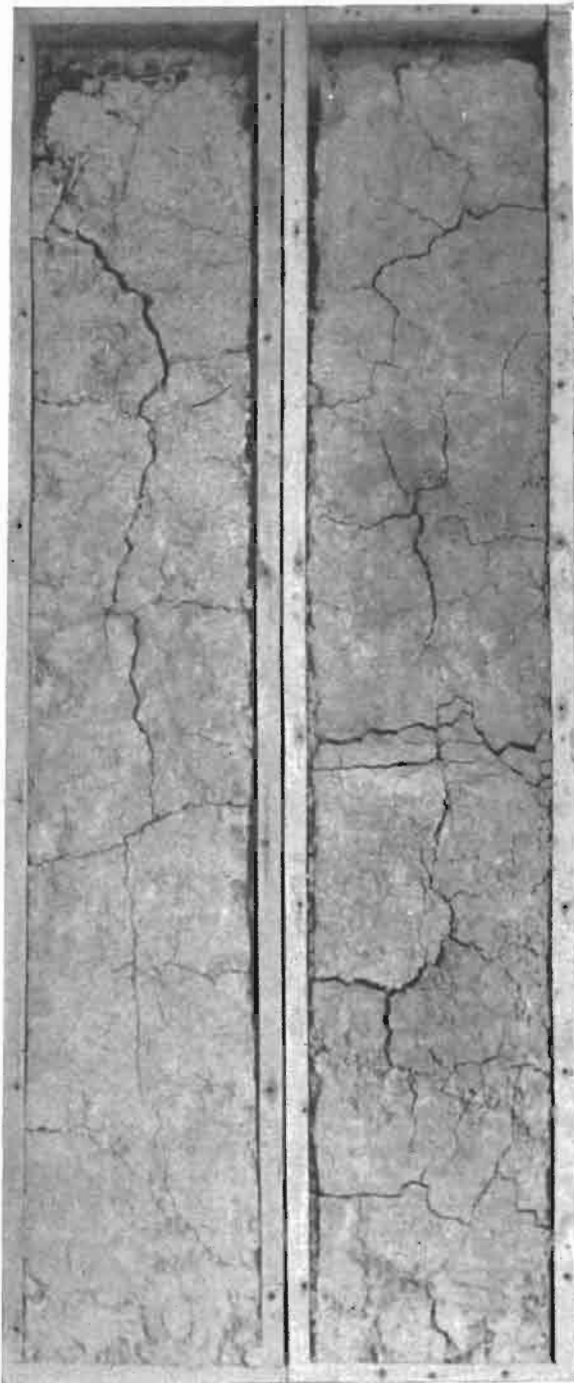


Cl. G. A.

FIG. 2. Salines de Ferry (Algérie).

Elles sont situées à la jonction de la vallée de la Mina et de celle du Chélif entre Relizane et Inkermann, aux bords de la Sebkhâ Bou Ziane. Leur exploitation est assez active.

PLANCHE V. — *Sols salés et à alcalis.*



1

2 Cl. André.

Chantrit, près de Relizane (Algérie). — 1. Sol peu salé; 2. Sol très salé, sur alluvions récentes de la Mina.

Quoique formé sur des alluvions plus sableuses, le sol 2 est devenu beaucoup plus imperméable que le sol 1. Il constitue un «sol fermé». Plus aucune plante ne peut y pousser.

Dans les conditions naturelles, seul le sol le moins salé (1) se fissure pendant les périodes sèches. La couche poudreuse qui se forme sur les 2 ou 3 centimètres supérieurs du sol de droite empêche toute fissuration profonde, ce qui contribue à en entraver l'aération.



PLANCHE VI. — *Sols rouges et sols à croûte.*

FIG. 1. Sol rouge enterré, à la base du Djebel Diss, au Nord de Mostaganem.

Ce sol rouge très sableux constitue, lorsque l'érosion le fait apparaître à la surface, un très beau sol à vigne.



Cl. G. A.



FIG. 2. Sol brun à croûte. Carrière Bougaroux, près de Mostaganem (Algérie).

La croûte très développée et très dure, est surmontée d'un premier horizon brun rouge, épais, ici, de plus de 50 cm., et d'un second, plus brun et plus humifère. Tous les deux sont très sableux.

Cl. G. A.

PLANCHE VII. — *Sols à croûte.*



Cl. G. A.



Cl. G. A.

FIG. 1 et 2. Sol brun à croûte. Carrière Bougaroux près de Mostaganem (Algérie). [Cf. pl. VI, fig. 2]

Il existe ici jusqu'à trois croûtes superposées. Les deux supérieures sont très développées. Elles sont exploitées comme matériaux ou pierre à chaux suivant les points.

Sur ce sol très sableux croît une végétation abondante et variée; une partie des vignobles de Mostaganem y est située.

PLANCHE VIII. — *Sols à croûte.*

Cl. G. A.

FIG. 3. Sol à croûte. Djebel Haouïtia près de Relizane (Algérie).

Le sol, au-dessus de la croûte est très peu épais, 10 cm. environ, et très rocailloux. Il n'y pousse que quelques touffes de *Zizyphus lotus*.

La croûte elle-même est très peu développée. La roche-mère est constituée par du « tuf ».



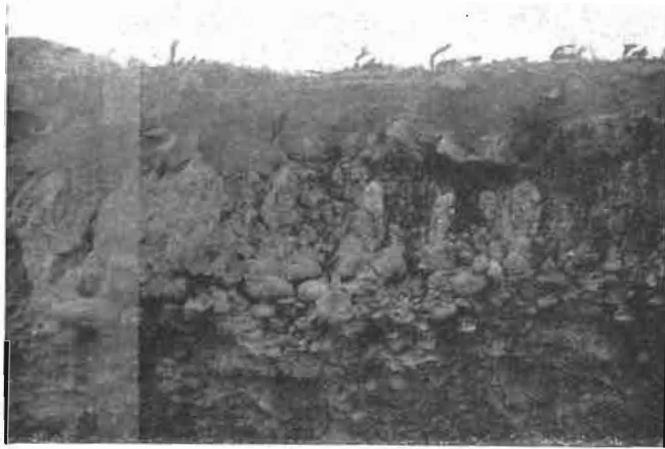
Cl. G. A.

FIG. 4. Sol à croûte. Oued el Kheir (Entre Relizane et Mostaganem (Algérie).

Le sol au-dessus de la croûte n'a que 10 à 25 cm. d'épaisseur. Il est encore très rocailloux. Quelques arbres de belle taille semblent les derniers témoins d'une ancienne forêt.

Il peut produire des récoltes de céréales si le mois d'avril est assez pluvieux.

PLANCHE IX. — *Sols à croûte.*



Cl. G. A.

FIG. 1. Sol à croûte. Colline du fortin, Relizane (Algérie).

Au-dessus des galets, des marnes, peu importantes, ont donné naissance à un sol à croûte. Celle-ci, aussi bien que les horizons qui lui sont superposés, est très peu épaisse (environ 50 cm. pour l'ensemble). La croûte est très dure.



Cl. G. A.

FIG. 2. Croûtes et tuf. Maison cantonnière, route du Maroc, près de Relizane (Algérie).

Une croûte supérieure — visible tout à fait au sommet de la figure — qui supporte un sol très réduit et rocailleux s'est développée aux dépens d'une masse de tuf qui surmonte une croûte inférieure.

Un peu à droite du point où ce cliché a été pris, les deux croûtes se rejoignent.

PLANCHE X. — *Sols alluviaux.*



Cl. Geze.



Cl. Geze.

FIG. 1 et 2. Mangrove de Douala (Cameroun).

Sur un banc de boue n'affleurant qu'aux basses eaux, s'est établi un taillis touffu de palétuviers qui arrête les limons et graviers apportés par les eaux. Le sol finit par s'accroître suffisamment pour supporter la futaie de palétuviers qu'est devenu le taillis.

PLANCHE XI. — *Sols alluviaux.*

Cl. G. A.

FIG. 1. Alluvions du Chéliff. Sidi Abdallah près de Inkermann (Algérie).

Le Chéliff coule, dans cette région, au milieu d'alluvions très épaisses qu'il a profondément entaillées. En temps de crue il peut déborder dans la plaine.

Sur la droite du cliché, à mi-hauteur, se voient les efflorescences salines développées sur des argiles très riches en sels.



Cl. G. A.

FIG. 2. Alluvions de la Mina, en aval de Relizane (Algérie).

Ces alluvions très épaisses où la Mina, comme le Chéliff, a creusé de profondes gorges reposent sur des argiles bleues très salées.

Elles sont formées de lits superposés d'argiles, ou de marnes, et de sables que l'on distingue facilement par leurs différences de teintes.

Suivant que la surface du sol est constituée par telle ou telle couche, le sol qui se forme diffère essentiellement.

Tous ces sols alluviaux n'ont en commun que leur jeunesse.

PLANCHE XII. — *Carte des sols de Tunisie*  
d'après AGAFONOFF (36).

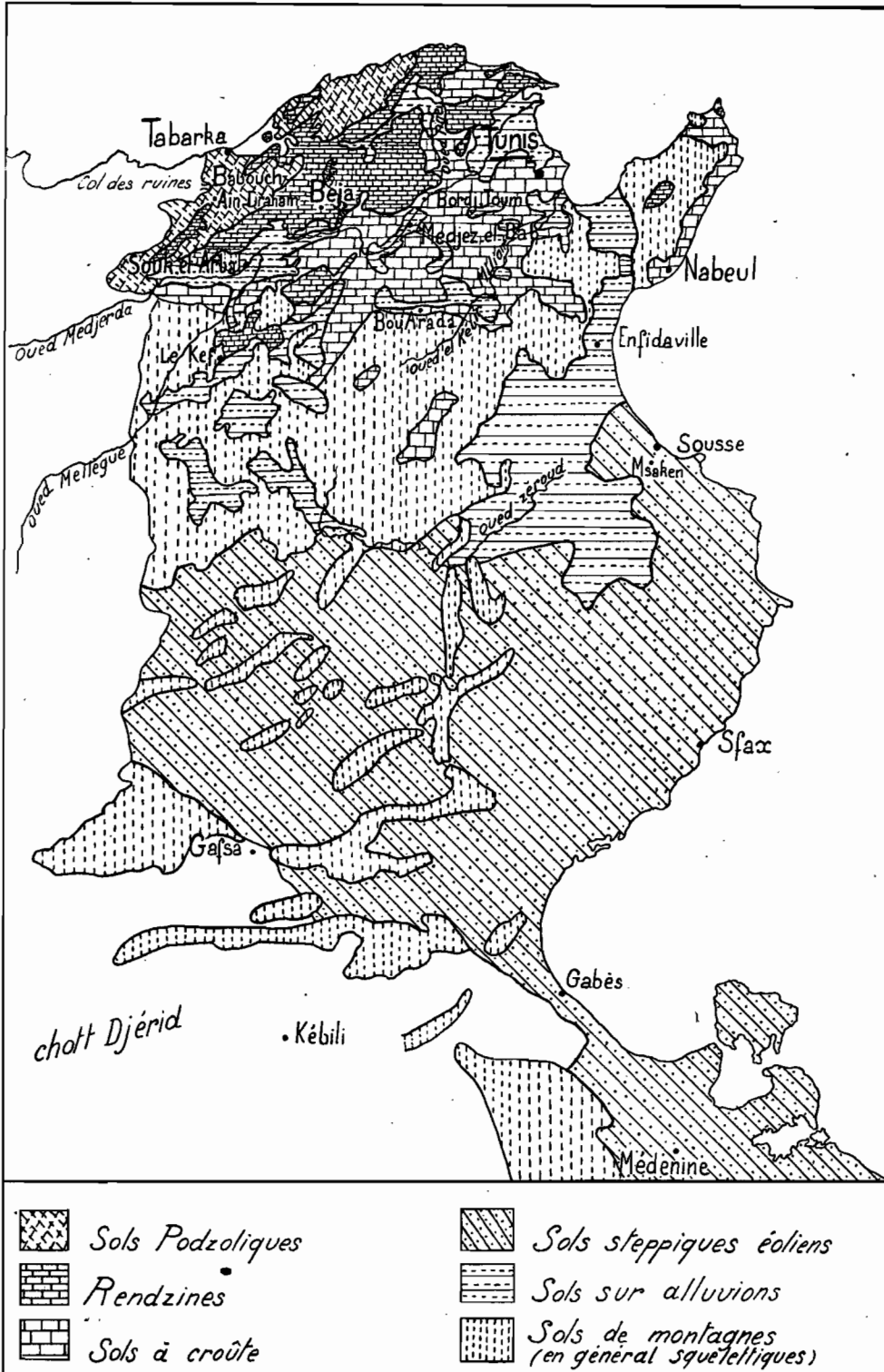


PLANCHE XIII. — Carte des sols de Madagascar  
d'après BESAIKIE (205).

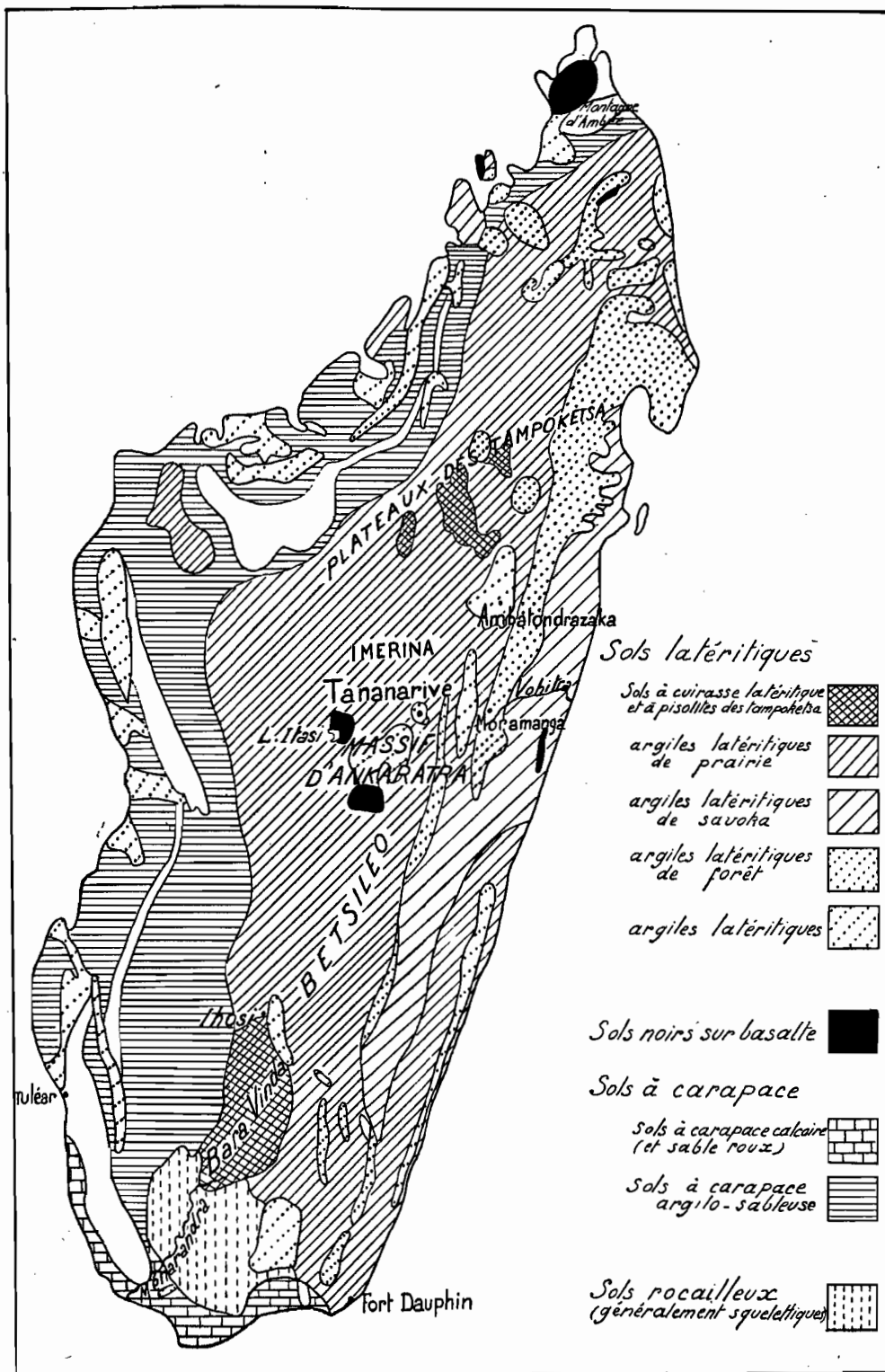




PLANCHE XIV. — Répartition des terres rouges ou noires basaltiques en Indochine d'après Y. HENRY (27).

