GEN AF

VANBAREN

PUBLICATION N° 93 GEN

LA CARTE DES SOLS D'AFRIQUE AU 1/5.000.000

Mémoire explicatif

par

J.L. D'HOORE

Projet Conjoint n° 11

LAGOS 1964

Commission de Coopération Technique en Afrique

LAGOS 1964 — LA CARTE DES SOLS D'AFRIQUE AU 1/5.000.000 — J.L. D'HOORE

Commission de Coopération Technique en Afrique

ISRIC LIBRARY
XF
1964.01
Wageningen, The Netherlands

PUBLICATION No 93

LA CARTE DES SOLS D'AFRIQUE AU 1/5.000.000

MÉMOIRE EXPLICATIF

PAR

J.L. D'HOORE

Chargé de Cours associé à l'Université Catholique de Louvain (Belgique)
Ancien Directeur du Service Pédologique Interafricain (CCTA)
Coordinateur général du Projet Conjoint n° 11

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl specifying the item reference number concerned.

Projet Conjoint n° 11

LAGOS

1964

ISN 4117 ab

PRÉFACE

C'est pour moi un privilège que d'écrire la préface de cet ouvrage de grande valeur, entrepris il y a dix ans par la Commission en tant que Projet Conjoint No 11.

Au cours des années, les Gouvernements Membres ont, à plusieurs reprises, confirmé leur intention d'arriver à un accord sur la classification et la définition des sols africains et de présenter les détails recueillis sous la forme d'un atlas qui, comme l'atlas climatologique qui vient d'être récemment publié, présenterait les informations nécessaires à l'établissement de plans d'utilisation du sol dans les programmes de mise en valeur. L'idée de la carte pédologique de l'Afrique était née. Il a fallu un certain temps pour préparer le premier, le second et le troisième projet de carte et, en 1961, le quatrième projet a été achevé par le Dr D'Hoore avec l'aide d'une correspondance échangée à la suite de la réunion de Dalaba, en 1959. Il s'est alors avéré nécessaire de convoquer une nouvelle réunion afin d'examiner ce projet. En conséquence, onze pays et trois organisations se sont réunis à Paris, en septembre 1961. Après trois jours de discussions techniques, la réunion est arrivée à un accord unanime sur tous les points, quant à ce qui devrait figurer sur la carte et quant aux définitions qui avaient, au début, soulevé quelques divergences de vues. Cet accord mérite d'être souligné de façon toute particulière : il y a quelques années, peu de gens croyaient qu'un accord puisse jamais intervenir entre pédologues appartenant à des écoles opposées. Ceci est une nouvelle preuve à l'appui de la théorie selon laquelle les gouvernements africains doivent consentir à agir de concert s'ils veulent surmonter les nombreux obstacles qui se dressent sur le chemin menant au but qu'ils se sont fixé : une Afrique meilleure pour tous.

La cinquième et dernière version de la carte a été préparée au cours des mois qui suivirent et la publication de cet ouvrage de grande valeur a été rendue possible grâce à une subvention de l'US AID (Agence Internationale pour le Développement). Le gouvernement des Etats-Unis a donc droit à toute notre gratitude pour avoir jugé l'œuvre entreprise digne d'une aide financière.

Cet ouvrage couvre l'ensemble du continent africain, y compris l'Afrique du Nord, et consiste en sept cartes à l'échelle de 1/5.000.000, utilisant les cartes de base fournies par le Correspondant Interafricain pour la Cartographie dans le cadre d'un autre Projet Conjoint de la Commission (Projet Conjoint n° 7).

Je tiens à saisir cette occasion pour me joindre à tous ceux qui ont rendu hommage au travail remarquable du Dr D'Hoore, dont l'autorité et la compétence ont soulevé une grande admiration parmi les pédologues dans toute l'Afrique.

Le dévouement inlassable dont le Dr D'Hoore a fait preuve dans l'achèvement de ce projet doit faire l'objet de la reconnaissance de tous ceux qui utiliseront cet ouvrage fondamental pour l'établissement de plans intéressant le développement de l'Afrique. Sa contribution à l'avancement du progrès scientifique en Afrique restera une preuve éclatante de ce qui peut être réalisé quand les esprits les plus distingués s'unissent pour rechercher la solution à un problème donné.

RICHELIEU MORRIS
Secrétaire Général a.i. C.C.T.A.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS 9

INTRODUCTION GÉNÉRALE 11

A — Origine du Projet 11
B — Méthode de travail 11
C — Valeur scientifique de la carte 14

PREMIÈRE PARTIE — LE MILIEU AFRICAIN 17

INTRODUCTION 19

Chapitre 1 — LES GRANDS TRAITS GÉOLOGIQUES 20
Chapitre 2 — LE MODELÉ GÉNÉRAL 24
Chapitre 3 — LES CLIMATS 29
Chapitre 4 — LE COUVERT VÉGÉTAL 40
Chapitre 5 — LES MATÉRIAUX ORIGINELS DES SOLS 43

DEUXIÈME PARTIE — LES UNITÉS CARTOGRAPHIQUES 49

INTRODUCTION 51

Chapitre 1 — LES SOLS MINÉRAUX BRUTS 52

A — Les roches et les débris de roches 52
1. Les roches riches en minéraux ferromagnésiens 53
2. Les cuirasses ferrugineuses et carapaces calcaires 54
3. Les roches non différenciées 57
B — Les matériaux détritiques des déserts 58
1. Les sables (ergs) 58
2. Les plaines argileuses 59
3. Les regs 60
4. Les déserts non différenciés 61

Chapitre 2 — LES SOLS PEU ÉVOLUÉS 61

A — Les lithosols (sols squelettiques) et sols lithiques 62
1. Les lithosols sur laves 62
2. Les lithosols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens 63
3. Les lithosols sur cuirasses ferrugineuses 63
4. Les lithosols sur carapaces calcaires 65
5. Les lithosols non différenciés 67
B — Les sols subdésertiques 69
C — Les sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent . . . 70
D — Les sols jeunes sur matériaux d'apport actuel ou très récent 71
1. Les sols jeunes sur efflata 71
2. Les sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres 72
3. Les sols jeunes sur dépôts fluvio-marins (sols de mangrove) 74
4. Les sols jeunes sur sables éoliens 75
5. Les sols des oasis 76

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 3 — Les sols calcimorphes, les vertisols et les sols similaires . . . 77

A — Les sols calcimorphes 77
1. Les rendzines et les sols bruns calcaires 77
2. Les sols à croûte calcaires 78
3. Les sols à teneur élevée en gypse 79

B — Les vertisols et sols similaires 79
1. Les vertisols lithomorphes dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens 80
2. Les vertisols lithomorphes dérivés de roches calcaires 82
3. Les vertisols des dépressions topographiques 83

Chapitre 4 — Les podsols et les sols lessivés ou highveld pseudo-podsolic soils 85

A — Les podzols 85

B — Les sols lessivés ou highveld pseudo-podsolic soils 86

Chapitre 5 — Les sols bruns et châtains des régions arides et subarides . . . 87

A — Les sols bruns des régions arides et subarides tropicales 88
1. Les sols bruns des régions arides et subarides tropicales sur sédiments meubles 88
2. Les sols bruns des régions arides et subarides tropicales non différenciés 89

B — Les sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes 91

Chapitre 6 — Les sols bruns eutrophes des régions tropicales 92

A — 1. Les sols bruns eutrophes sur efflata 92
2. Les sols bruns eutrophes sur roches riches en minéraux ferromagnésiens 93
3. Les sols bruns eutrophes sur dépôts alluvionnaires 94
4. Les sols bruns eutrophes non différenciés 94

Chapitre 7 — Les sols rouges et bruns méditerranéens 95

A — Les sols rouges méditerranéens 96

B — Les sols bruns méditerranéens 97

Chapitre 8 — Les sols ferrugineux tropicaux 98

1. Les sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux . . . 99
2. Les sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens 100
3. Les sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides 101
4. Les sols ferrugineux tropicaux non différenciés 103

Chapitre 9 — Les ferrisols 104

1. Les ferrisols humifères 106
2. Les ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens 107
3. Les ferrisols non différenciés 107

Chapitre 10 — Les sols ferrallitiques 109

1. Les sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments meubles sableux . . 110
2. Les sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments plus ou moins argileux 112
3. Les sols ferrallitiques jaune-beige non différenciés 112
4. Les sols ferrallitiques rouges sur sédiments meubles sableux 114

5. Les sols ferrallitiques rouges sur roches riches en minéraux ferromagnésiens 114
6. Les sols ferrallitiques rouges non différenciés 115
7. Les sol · ferrallitiques humifères 116
8. Les sols ferrallitiques à horizon sombre. 117
9. Les sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers 118

Chapitre 11 — Les sols halomorphes 119

1. Les solonetz et solonetz solodisés 120
2. Les sols salins, les sols à alcalis et les sols salés à alcalis. 121
3. Les sols des sebkhas et des chotts 122
4. Les sols des lunettes 122
5. Les sols halomorphes non différenciés 123

Chapitre 12 — Les sols hydromorphes, les sols organiques non hydromorphes et le complexe des îles volcaniques 124

A — Les sols hydromorphes 124
1. Les sols hydromorphes minéraux 124
2. Les sols hydromorphes organiques 125

B — Les sols organiques non hydromorphes 126

C — Le complexe des îles volcaniques 127

TROISIÈME PARTIE — PROFILS CARACTÉRISTIQUES ET DONNÉES ANALYTIQUES 131

QUATRIÈME PARTIE — LA CARTE 183

Introduction. 185

Chapitre 1 — La légende 185
Chapitre 2 — La représentation graphique des unités sur la carte. 189
Chapitre 3 — La répartition des unités par territoire 190
Chapitre 4 — Les surfaces couvertes par chacune des unités et associations 194

AVANT-PROPOS

La Carte des sols d'Afrique a été établie en collaboration étroite avec les auteurs suivants :

LÉGENDE GÉNÉRALE : G. Aubert, H. Greene, J.V. Botelho da Costa. AFRICA OCCIDENTAL ESPAÑOLA : P. Dutil. ALGÉRIE : J. Boulaine, J. Durand, P. Dutil. ANGOLA : J.V. Botelho da Costa, A.L. Azevedo, R. Pinto Ricardo, E.P. Cardoso Franco, E.M. Silva da Camara. BASUTOLAND : C.R. Van der Merwe, R.F. Loxton. BECHUANALAND : J.S. De Beer, R.F. Loxton, C.R. Van Straten, C.R. Van der Merwe. BURUNDI : A. Van Wambeke, R. Frankart. CAMEROUN : P. Segalen. CONGO (BRAZZAVILLE) : J.M. Brugière, G. Bocquier. CONGO (LÉOPOLDVILLE) : K. Sys, R. Frankart, P. Jongen, A. Van Wambeke, P. Gilson, J.M. Berce, A. Pecrot, M. Jamagne. CÔTE D'IVOIRE : N. Leneuf, B. Dabin, G. Riou. CÔTE FRANÇAISE DES SOMALIS : H. Besairie, J. Boulaine. DAHOMEY : R. Fauck, P. Willaime. ETHIOPIA : R.E.G. Pichi-Sermolli, Anonyme Doc. F.A.O. GABON : Y. Chatelin. GAMBIA : M. Brunt. GHANA : C.F. Charter, H. Brammer. GUINÉE : R. Maignien. GUINEA CONTINENTAL ESPAÑOLA : A. Hoyos de Castro, W. Kubiena. GUINÉ PORTUGUESA : P.J. da Silva Teixeira. HAUTE VOLTA : R. Maignien, M.G. Gaveau. KENYA : G.H. Gethin Jones, R. Scott, C.G. Trapnell, J. Thorp. LIBERIA : W. Reed. LIBYA : P. Dutil. MADAGASCAR : J. Riquier, J. Hervieu. MALI : B. Dabin, B.K. Kaloga. MAROC : J. Boulaine, P.B. Billaux, G.B. Bryssine. MAURITANIE : P.A. Audry, S.P. Perreira Barreto, M.G. Gaveau. MOÇAMBIQUE : G.D.H. Gouveia, A.L. Azevedo. NIGER : G. Bocquier, M.G. Gaveau. NIGERIA : H. Vine, G.M. Higgins, A.W.S. Mould, A.J. Smyth, P.R. Tomlinson, P.D. Jungerius, C.H. Obihara. NYASALAND : G. Jackson, A. Young. RÉPUBLIQUE CENTR'AFRICAINE : M. Benoit-Janin, P. Quantin. REPUBLIC OF SOUTH AFRICA : C.R. Van der Merwe, R.F. Loxton. RHODESIA (NORTHERN) : R. Webster, C.G. Trapnell. RHODESIA (SOUTHERN) : B.S. Ellis, J.G. Thompson, RWANDA : A. Van Wambeke, R. Frankart. SÉNÉGAL : P.B. Bonfils, C.C. Charreau, J. Maymard, R. Maignien, R. Fauck. SIERRA LEONE : A.R. Stobbs, R. Allbrook. SOMALIA : R.E.G. Pichi-Sermolli, R. Dudal. SOUTH WEST AFRICA : R. Ganssen, C.R. Van der Merwe, R.F. Loxton. SUDAN : G. Aubert, H. Greene, G. Worrall. SWAZILAND : G. Murdoch, C.R. Van der Merwe, R.F. Loxton. TANGANYIKA : G.H. Gethin Jones, W.E. Calton, R. Scott. TCHAD : J. Pias. TOGO : M. Lamouroux. TUNISIE : P. Roederer. UGANDA : E.M. Chenery, C. Ollier, J.F. Harrop, J.G. Wilson, S.A. Radwansky.

La majeure partie des données a été rassemblée sous les auspices de l'Institut National pour l'Etude Agronomique au Congo (INEAC), de la

Junta de Investigações do Ultramar, de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outremer (ORSTOM) et des Services locaux de l'Agriculture.

En outre il nous est très agréable de remercier ici Monsieur F. JURION, Directeur Général, et Monsieur le Professeur J. LEBRUN, Secrétaire Général de l'Institut National pour l'Étude Agronomique au Congo qui, dès 1954, nous assurèrent de très larges facilités pour entreprendre ce travail de longue haleine. Que Monsieur T. PATON qui, de 1959 à 1960, fut Directeur Adjoint du Service Pédologique Interafricain (CCTA), trouve ici l'expression de notre gratitude pour la part qu'il prit à la réalisation du dessin de la 3me approximation de la carte. Les approximations suivantes et les travaux connexes furent effectués de 1960 à 1962 dans les départements de Monsieur L. DE LEENHEER, Professeur à l'Institut Agronomique de Gand et de Monsieur R. TAVERNIER, Professeur à l'Université de Gand. Nous tenons à leur exprimer notre vive reconnaissance pour leur accueillante hospitalité à un moment particulièrement difficile. Monsieur R. MARÉCHAL, Professeur à l'Université de Gand nous fut de très bon conseil quand se posèrent les nombreux problèmes inhérents à la production de la carte, et nous ne pouvons que louer Monsieur E. GUSTIN, Chef de Service à l'Institut Géographique Militaire de Bruxelles, et ses services spécialisés pour la compétence et la diligence avec laquelle ils l'exécutèrent. Ce travail n'aurait pu être réalisé sans le concours du Dr. S.P. JACKSON, Professeur à l'Université de Witwatersrand, Johannesbourg, qui nous livra les divers fonds topographiques, nous prépara deux cartes hors-texte et fut pour nous une source de précieux renseignements climatologiques. Nous tenons aussi à remercier tout particulièrement Monsieur R. FRANKART, Chef de Travaux au Centre d'Études des Sols Tropicaux de l'Université de Louvain, qui s'est chargé de nombreuses vérifications et dont la lecture critique du manuscrit a permis d'y apporter quelques importantes corrections.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

A — Origine du Projet

L'établissement d'une nouvelle carte généralisée des sols d'Afrique (*), basée sur des relevés régionaux, fut inscrite au programme du Service Pédologique Interafricain (S.P.I.) lors de la réunion inaugurale de son Conseil d'Administration (Yangambi, Congo, octobre 1953). Initialement considérée comme objectif lointain, son intérêt eu égard au développement rapide de la science du sol en Afrique, se révéla tel que dès l'année suivante une recommandation de la IIme Conférence Interafricaine des Sols (Léopoldville, août 1954) chargea le S.P.I. d'entreprendre les travaux de coordination générale ([3]). La deuxième réunion de son Conseil (Yangambi, novembre 1955), recommanda la réalisation d'une carte à échelle du 1/5.000.000me, en étroite collaboration avec les quatre Comités Régionaux pour la Conservation et l'Utilisation des sols.

B — Méthode de travail

Au début, le Service coordinateur se heurtait à quelques obstacles majeurs : les documents cartographiques disponibles étaient peu nombreux et beaucoup accusaient des lacunes importantes, les unités cartographiques étaient caractérisées par des critères et des niveaux d'abstraction souvent différents d'une carte à l'autre, les définitions manquaient de précision et les quelques termes communs n'avaient pas partout la même signification.

Le premier soin du Service fut donc de promouvoir l'établissement de nouvelles cartes pédologiques couvrant dans la mesure du possible des pays ou des territoires entiers. Très peu de suggestions furent faites, concernant le choix des unités de légende, car nous étions convaincus qu'elles s'accorderaient mieux que celles des cartes antérieures. En effet pendant la période 1945-1955 la pédologie avait fait des progrès remarquables et les travaux de plusieurs Congrès avaient concilié les points de vue. En Afrique, la cartographie pédologique avait pris une réelle ampleur et plusieurs systèmes régionaux de classification de plus en plus cohérents parce que basés sur un nombre croissant d'observations morphologiques et de données analytiques, prenaient forme et évoluaient tout en se rapprochant.

(*) Parmi les cartes généralisées, établies antérieurement, nous pouvons citer celles de Shantz et Marbut (1923) ([10]) et de Schokalskaya (1944) ([11]), toutes les deux à des échelles du 1/30.000.000me environ.

La méthode suivie pour arriver à une carte pédologique généralisée à légende intégrée, celle «des approximations successives», fut en quelque sorte imposée par les circonstances. Au moment où nous commencions la carte, la majorité des sols africains étaient encore mal connus, mais leur étude progressait. Obligés de construire progressivement la légende en collaboration étroite avec nos correspondants, notre problème était de maintenir un compromis entre les principales classifications régionales, en pleine évolution, tout en l'adaptant continuellement au motif général de la carte. La méthode comportait quatre phases distinctes souvent concomitantes. Une première pourrait s'appeler la *formulation d'hypothèses*. Elle débuta par une esquisse de la répartition présumée des principaux matériaux originels. Pour l'établir, nous avons fait appel à des données géologiques plutôt lithologiques que structurales, à des éléments géomorphologiques qui tenaient compte de l'âge relatif des «surfaces», à des documents climatologiques et phytogéographiques. Cette distribution hypothétique des matériaux originels a servi de trame théorique à la première esquisse pédologique et c'est à partir de ses enseignements que les premières corrélations et extrapolations furent effectuées. Chacune des cinq approximations successives peut être considérée comme une nouvelle hypothèse de travail. Une deuxième phase était la *révision progressive des hypothèses*. Elle consistait à confronter la trame théorique avec la réalité des cartes régionales. Quoiqu'il nous soit arrivé de déceler ainsi certaines imperfections dans les aires extrapolées de ces cartes, il fut plus souvent nécessaire d'adapter la théorie aux faits nouveaux et ces adaptions induites par une carte donnée eurent souvent leur répercussion sur l'ensemble du dessin général. Une troisième phase pourrait s'appeler la *promotion d'accords* sur les définitions des unités communes aux différentes cartes régionales, suivie de la mise à jour de ces cartes par leurs auteurs afin de les rendre plus conformes à la nouvelle légende intégrée. La quatrième phase visait à *l'harmonisation* de toutes les données et hypothèses amendées dans un dessin suffisamment avancé pour en justifier l'impression.

Si la formulation d'hypothèses et l'harmonisation finale furent surtout du ressort du Service coordinateur, les révisions s'appuyèrent presque exclusivement sur les nouvelles cartes régionales établies en application de propositions émanant du S.P.I. Les définitions des unités furent élaborées au cours de plusieurs séances de travail et les compromis qui en résultèrent furent en très grande partie l'œuvre de nos nombreux collaborateurs.

Une première confrontation eut lieu sous l'égide du Comité Régional de l'Afrique Centrale pour la Conservation et l'Utilisation des Sols (CRACCUS) à Brazzaville, en mai 1958, entre les systèmes de classification belge et français. On s'efforça, avec un certain succès, d'établir des corrélations entre les diverses

unités cartographiques présentées, et quelques définitions provisoires furent rédigées. Une première esquisse de carte fut dessinée en corrélant les cartes de l'ex-Afrique Équatoriale Française, du Cameroun, du Congo ex-belge et du Ruanda-Urundi, sa légende comportait 21 unités. Elle fut distribuée pour avis aux divers pédologues qui avaient pris part à la réunion, en mars 1959.

L'aire couverte pai cette carte s'étendait des confins du Sahara (Tibesti) jusqu'au delà des régions humides de la Cuvette centrale congolaise (Sud Katanga), de la basse côte atlantique aux régions montagneuses du Centre du Continent (Rwanda-Burundi). On pouvait donc supposer que, moyennant quelques modifications et additions, sa légende serait applicable à une zone bien plus étendue encore. Nous avons donc pris en considération les quelques cartes pédologiques de régions limitrophes dont nous disposions, et dessiné une carte schématique, couvrant les deux tiers environ de l'Afrique au sud du 20me parallèle nord, avec une légende de 23 unités. C'était *la première approximation* de la carte généralisée. Nécessairement sa légende réflètait davantage les conceptions belges et françaises que celles des pédologues anglais, portugais ou sud-africains. Elle fut commentée à des réunions de pédologues à Kampala (Uganda) et à Prétoria (République Sud-africaine) en avril et mai 1959, réunions organisées respectivement par les Comités Régionaux pour la Conservation et l'Utilisation des Sols de l'Afrique Orientale et Méridionale (EARCCUS et SARCCUS). Les discussions et critiques constructives recueillies au cours et à la suite de ces deux importantes réunions, permirent d'apporter un certain nombre d'additions et de corrections, tant à la légende qu'aux extensions spatiales des unités, ce qui, joint aux nombreux nouveaux documents reçus, justifiait amplement un nouveau dessin. *La deuxième approximation* dont la légende comptait 35 unités, fut présentée à la IIIme Conférence Interafricaine des Sols (Dalaba, République de Guinée, novembre 1959) (4). Au cours de celle-ci, quatre séances de travail furent consacrées à la mise au point d'une troisième légende provisoire et des définitions des unités retenues. La nouvelle légende comportait 45 éléments d'unités cartographiques, et devait servir à l'établissement de la *troisième approximation*. Dessinée à Yangambi en janvier et février 1960, elle couvrait 80% environ de l'Afrique au sud du Sahara, et fut exposée au 7me Congrès International de la Science du Sol à Madison, Wisc., U.S.A. en août 1960 (5) (6).

Le mois de juillet 1960 fut assez difficile pour le Service Pédologique Interafricain, basé au Centre de Recherches de l'INEAC à Yangambi, près de Stanleyville. Hormis une copie de la troisième approximation et le texte explicatif de la partie occidentale de l'Afrique, toute la documentation de base dut être abandonnée.

Fin septembre 1960 le S.P.I. pouvait reprendre ses activités, grâce à

l'accueillante hospitalité que lui accordait l'Institut Agronomique de l'Etat à Gand, Belgique. La diligence de ses correspondants ayant permis de reconstituer l'essentiel de la documentation, il lui a été possible de préparer une *quatrième approximation* avec une légende comportant 52 unités et de la présenter à la réunion de spécialistes organisée par la CCTA, à Paris en septembre 1961. Cette quatrième approximation couvrait tout le continent à l'exception de l'Afrique du Nord.

Les définitions des éléments d'unités cartographiques furent revisées et quelques unités complémentaires ajoutées afin de pouvoir inclure les sols situés au nord du Sahara. La nouvelle légende avec 63 éléments d'unités cartographiques qui en résulta, permit d'établir la *cinquième approximation.* Elle fut soumise au Colloque CCTA sur la Classification des Sols des Régions Intertropicales, leurs Corrélations et leur Interprétation (Léopoldville (Lovanium), mai 1963). Au terme de cette réunion quelques renseignements complémentaires furent encore portés sur les minutes qui dès ce moment furent considérées comme définitives.

C — Valeur scientifique de la carte

Les cartes pédologiques, couvrant d'une seule légende des continents ou des sub-continents entiers, précisent la distribution des grandes unités pédologiques à la surface du globe et permettent de dégager les grandes lignes des rapports qui relient leur développement aux facteurs pédogénétiques. Elles permettent aussi d'évaluer les ressources en terres de vastes régions et facilitent l'extrapolation des résultats de l'expérimentation agronomique obtenus dans des paysages technologiquement évolués vers d'autres, moins favorisés mais disposant de sols semblables sous des climats analogues.

Leur but est avant tout géographique et pédogénétique et les unités de légende qui leur conviennent sont des associations géographiques, groupant des catégories de classification de niveau supérieur dont les critères distinctifs reflètent davantage les effets des grandes unités climatiques et les variations majeures du modelé et du substrat que la valeur utilitaire. Le choix de ces groupements aura tendance à s'adapter à la physiographie particulière de la région cartographiée. Toutefois, plus l'aire envisagée sera grande, plus elle s'assimilera, géologiquement et physiographiquement, à un échantillon moyen de la surface terrestre exondée. C'est dire qu'une légende générale, mise au point pour un grand continent comme l'Afrique, pourra être d'application, moyennant quelques adaptations à des cartes d'échelle analogue d'autres grandes régions occupant les mêmes latitudes.

Toutes les cartes généralisées comportent un certain nombre d'extrapolations et d'hypothèses qui tend d'ailleurs à augmenter en raison inverse de l'échelle utilisée. Les premières en date de ces cartes étaient très théoriques et s'appuyaient presque uniquement sur la distribution présumée des facteurs pédogénétiques, surtout climatiques, sans tenir compte de levés pédologiques, à cette époque d'ailleurs rares. Les cartes générales modernes se basent avant tout sur la distribution réelle des sols. Les considérations théoriques, amendées par les enseignements fournis par les cartes pédologiques régionales, servent en premier lieu à établir la trame, le leitmotif de la carte générale. Elles facilitent la solution des problèmes que pose la corrélation de cartes contiguës, établies suivant des légendes plus ou moins concordantes. Elles étayent aussi les extrapolations qui peuvent être de deux genres. Les premières découlent des similitudes de paysage, de substrat géologique, de climat, de végétation, ou encore d'âge relatif des surfaces. Les autres, tout en tenant compte de ces divers éléments, prennent en outre en considération les cartes pédologiques de régions attenantes et offrent de ce fait des garanties supplémentaires.

Pour juger de la valeur scientifique d'une carte pédologique généralisée il importe de tenir compte tout d'abord du pourcentage de la surface totale couverte par les cartes régionales, et de leur qualité. Toutes ces cartes partielles n'ont en effet pas la même valeur, toutes comportent leurs extrapolations propres et toute divergence majeure entre les légendes partielles entraînera des nouvelles extrapolations à des niveaux de corrélation supérieurs. La précision des données géologiques, géomorphologiques, climatiques et phytogéographiques sur lesquelles on se base pour faire les extrapolations finales, intervient également.

Si l'on juge la Carte des Sols d'Afrique au 1/5.000.000 d'après les critères énoncés ci-dessus, on constate que la moitié de la surface environ est couverte par des cartes partielles de bonne qualité dont la légende est à peu près conforme à la légende générale. 30% environ sont basés sur des cartes de moindre précision, 20% de la surface sont extrapolés au niveau de la corrélation générale. Quant aux données non pédologiques, leur qualité est au moins comparable à celle des documents analogues, couvrant les autres régions intertropicales du globe (1) (2) (7) (8) (9).

BIBLIOGRAPHIE

1. AETFAT, *Carte de la végétation de l'Afrique — Vegetation map of Africa*, Oxford University Press, 1959.
2. BUREAU D'ETUDES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES COLONIALES, *Carte géologique Internationale de l'Afrique 1/5.000.000e*, Paris, 1952.
3. CCTA/CSA, *Comptes rendus de la IIe Conf. Interafr. Sols*, Léopoldville, Vol. I, pp. 88-89, Ed. Min. Col., Bruxelles, 1954.

4. CCTA/CSA, *Comptes rendus de la IIIe Conf. Interafr. Sols*, Dalaba, Vol. I, pp. 65-93, Ed. CCTA, Lagos Publ. n° 50, 1959.
5. J. D'HOORE, La carte des sols d'Afrique, *Pédologie*, X_1, pp. 191-204, 1 carte, 1960.
6. J. D'HOORE, The soils map of Africa south of the Sahara, *Trans. 7th Int. S. Sc. Congress*, Vol. IV, 11-19, 1960.
7. R. FURON, Esquisse structurale provisoire de l'Afrique, *Congr. Géol. Intnl. Ass. Serv. Géol. Africains*, Paris, 1958, 1 carte.
8. S.H. HAUGHTON, *Stratigraphic history of Africa South of the Sahara*, Oliver & Boyd, Edinburgh, London, 1963.
9. S.P. JACKSON, *Atlas Climatologique de l'Afrique — Climatological Atlas of Africa*, CCTA/CSA, Lagos, Nairobi, 1962.
10. Z.J. SCHOKALSKAYA, A new soil map of Africa, *Pochvovedenie*, 9, 424-475, 1944.
11. H.L. SHANTZ et C.F. MARBUT, *Vegetation and soils of Africa*, Am. Geograph. Soc., New York, 1923.

PREMIÈRE PARTIE

LE MILIEU AFRICAIN

INTRODUCTION

Le continent africain, Madagascar et les autres îles qui l'entourent, représentent une superficie de quelques 30 millions de kilomètres carrés. Les deux tiers environ sont recouverts de sols proprement dits, c'est-à-dire d'une couche détritique plus ou moins meuble, contenant des organismes vivants, portant une végétation ou pouvant en supporter une ([27]). Le restant est occupé par des matériaux détritiques des déserts, des roches nues, des nappes d'eau et même par des glaciers ou des neiges éternelles (*). Plusieurs de ces surfaces stériles évolueront peut-être un jour en de véritables sols, et de nombreux sites qui portent aujourd'hui des profils pédologiques, ont peut-être offert jadis, au gré des variations climatiques ou des cycles d'érosion, l'aspect désolé des paysages sans sol. Si l'objectif principal de cette carte est de fournir un large inventaire des sols de l'Afrique, elle met aussi en lumière le degré de développement pédogénétique atteint par les principaux matériaux originels, soumis dans leurs situations topographiques particulières aux divers régimes climatiques et couverts végétaux.

Cette première partie, consacrée à la description des facteurs du milieu (géologie et géomorphologie, climats, végétation) permettra de préciser ce point. Dans ce but, nous nous sommes limités dans la mesure du possible aux éléments susceptibles d'avoir une incidence sur la nature des matériaux originels, sur le développement des sols qu'ils portent, donc sur le motif de répartition particulier que présentent ces matériaux originels et ces sols en Afrique.

(*) Cfr. Tableau II, Chapitre 4, IVme partie. p.204
Sur notre Carte des Sols d'Afrique les «non sols» couvrent les superficies suivantes :

	Madagascar		Continent	
	%	10^3 km^2	%	10^3 km^2
Roches	—	—	7,92	2322
Déserts	—	—	20,15	5913
Eau	0,06	1	0,76	222
Totaux	0,06	1	28,83	8457

CHAPITRE 1

LES GRANDS TRAITS GÉOLOGIQUES (*) (Voir Fig. 2)

Pour le pédologue la position stratigraphique d'une roche est certes moins importante que ses propriétés : constitution minéralogique, résistance à l'altération, nature des produits d'altération, texture des constituants peu altérables, porosité, ... Il existe toutefois une certaine corrélation entre les positions stratigraphiques et les caractères généraux des substrats les plus répandus. Ceci permettra de passer en revue les grands traits lithologiques des principaux affleurements et recouvrements dans l'ordre stratigraphique habituel. Dans la légende de la carte, la nature lithologique des substrats a été retenue pour subdiviser la plupart des catégories au troisième niveau d'abstraction. La richesse en minéraux ferromagnésiens et la texture constituent les critères les plus fréquemment utilisés. Viennent ensuite, par ordre de fréquence, les dépôts alluvionnaires actuels, les laves et cendrées volcaniques, les roches et carapaces calcaires, les cuirasses ferrugineuses et les roches cristallines acides.

Le continent

La majeure partie du continent africain peut être considérée comme un massif cristallin précambrien, limité au nord par les chaînes de l'Atlas (mouvement alpin) et au sud par le système du Cap (mouvement hercynien). Une ligne tectonique sépare l'ancien géosynclinal de l'Atlas du socle cristallin et toute la région au nord de cette ligne est constituée de roches sédimentaires marines où dominent les formations calcaires . Au nord-est, le bloc cristallin est bordé par la fosse tectonique de la Mer Rouge. Sur tout le restant de son pourtour il est ceinturé par une frange côtière dont la largeur, hormis quelques importantes exceptions, ne dépasse guère 100 km. Elle est constituée de sédiments marins, surtout de sables, avec quelques venues de grès calcaires ou de marnes, et est recouverte localement par des dépôts fluvio-marins récents à actuels.

Le soubassement cristallin (Précambrien)

Il affleure sur un tiers environ de la surface du continent. Ses assises inférieures consistent surtout en granites, gneiss et schistes. Elles sont recouvertes de

(*) Pour la rédaction de ce chapitre nous sommes largement inspirés de l'ouvrage de R. Furon ([14]).

formations plus spécifiquement sédimentaires (quartzites, calcaires, dolomies et phylites), injectées d'importantes venues basiques, tel le grand dyke de Rhodésie. Le Précambrien supérieur est gréseux mais comporte cependant quelques formations schisteuses, calcareuses et dolomitiques. Les deux autres tiers du soubassement cristallin sont recouverts de sédiments divers qui, à l'exception des sédiments primaires, sont d'origine continentale.

Les sédiments primaires

Ceux-ci affleurent largement en Afrique du Nord et au Sahara mais l'extension de leurs diverses formations vers le sud est inégale. Le Cambrien qui succède à une période glaciaire, indiquée par la présence de tillites, comprend des conglomérats, des calcaires, des schistes, des grès et des venues volcaniques. On le retrouve encore en Mauritanie et au Mali. L'Ordovicien, formé surtout de grès, s'étend beaucoup plus vers le sud : jusqu'en Guinée et dans le bassin de la Volta au Ghana. Le Gothlandien, formé en grande partie de schistes à Graptolithes, s'étend jusqu'en Guinée mais semble moins répandu que les deux formations précédentes. Le Dévonien, constitué de schistes, de calcaires et de grès, descend jusqu'à la côte ghanéenne. Le Carbonifère enfin se limite à l'Afrique du Nord. Ces affleurements de sédiments primaires, où les grès et les schistes dominent, sont relativement importants en Afrique occidentale. Les grès voltaiens p.ex. affleurent sur la moitié de la surface du Ghana, au Togo et au Dahomey. Des formations analogues couvrent des surfaces importantes en Mauritanie, au Sénégal, au Mali et en Guinée. En Afrique équatoriale et méridionale par contre, les vestiges de l'ère primaire sont rares ou absents.

Les sédiments secondaires

A partir de la fin de l'ère primaire la majeure partie du socle africain semble être restée exondée. Les seuls incidents notoires sont la transgression crétacée qui a formé la mer Saharienne, et la transgression jurassique qui a recouvert les Somalies au sud-est de l'actuel massif éthiopien. La majorité des sédiments post-primaires qui recouvrent le socle africain sont d'origine continentale. Les sédiments permo-triassiques du Sahara sont constitués de conglomérats, de calcaires, de grès, d'argiles bariolées à gypse et à sel. En Afrique sud-équatoriale les formations continentales du Karroo (Carbonifère supérieur au Trias) succèdent à une glaciation très répandue : les tillites associées affleurent en de nombreux endroits dans toute la partie sud du continent. Des couches in-

férieures du Karroo, d'âge permien et d'origine alluvionnaire, se sont transformées en schistes argileux contenant des veines de charbon exploitables. Les couches supérieures sont formées de grès et de schistes. La fin de l'époque triassique est caractérisée par une grande activité volcanique : on en retrouve les vestiges en Afrique du nord, en Afrique occidentale (dolérites intrusives dans les formations primaires), mais surtout en Afrique méridionale où des laves basaltiques s'épanchent sur les formations du Karroo sur une épaisseur de quelques 2.000 m (massif du Basutoland). La seule formation jurassique marine de quelque importance s'étend au sud de l'actuel massif éthiopien et consiste en grès et en argiles gypsifères. Le Jurassique continental qui fait partie du «Continental intercalaire», affleure en Afrique du nord, au Sahara et au Tanganyika. Il comprend des conglomérats, des grès, des marnes, des calcaires, des arkoses, des pélites et des argiles, mais n'occupe que des surfaces réduites. La partie supérieure du «Continental intercalaire» correspond à l'Infracrétacé continental. On en trouve les restes sur tout le continent. «L'Infracrétacé présente quelque chose de très important et de très original en Afrique. Il est remarquable par son unité de facies de faune et de flore, impliquant un climat uniforme du nord au sud de l'Afrique et un passage insensible du Jurassique au Crétacé» ([14]).

La transgression crétacée a recouvert une surface relativement grande. Les eaux de la Méditerranée ont pénétré dans le Sahara jusqu'au sud du massif du Hoggar et ont communiqué avec le Golfe de Guinée par les basses vallées de la Bénoué et du Niger. Ceci a donné lieu à des dépôts importants de calcaires, de grès et d'argiles à gypse au Sahara, et à des calcaires et des argiles au Nigéria.

Les sédiments tertiaires

L'ensemble des formations tertiaires d'origine continentale est souvent désigné sous le nom de «Continental terminal». En Afrique du nord et au Sahara elles comprennent des calcaires lacustres, des marnes, des grès rouges, des conglomérats et des couches rouges détritiques qui pourraient être des anciens sols remaniés. En Afrique sud-équatoriale, à l'ouest de la longitude 30°E, s'étendent les dépôts dits du Kalahari, constitués de grès polymorphes, de sables d'origine fluviatile et éolienne ainsi que, par endroits, de lentilles de calcaire lacustre. Ces formations affleurent sur de très grandes étendues au Bechuanaland, au Sud-Ouest Africain, en Rhodésie, en Angola, aux Congo's Léopoldville et Brazzaville. En Afrique occidentale au sud des bassins du Niger et du Tchad, entre les bassins du Tchad, du Nil-Bahr el Ghazal et du Congo,

et aussi de part et d'autre des bassins des lacs Victoria-Kyoga, des vestiges importants d'anciennes surfaces tertiaires sont encore partiellement recouverts et protégés par des cuirasses ferrugineuses : on en retrouve d'ailleurs des débris dans les parties réjuvénées des paysages. Quoique sans doute formées par des processus pédogénétiques, ces cuirasses fossiles doivent être considérées comme des roches et des débris de roche d'âge tertiaire. Cette ère a également connu d'importants épanchements de laves et de basaltes, principalement en Afrique orientale (Ethiopie, Kenya, Uganda, Congo (Leopoldville), Rwanda, Tanganyika, Nyasaland) : c'est alors que se sont intensifiées les importantes fractures dont l'ensemble a donné lieu au système des vallées du Rift. Le volcanisme tertiaire s'est manifesté aussi au Tibesti et au Cameroun.

Les formations quaternaires

Elles constituent la plus grande partie des dépôts superficiels. On y distingue :

Les formations volcaniques qui sur le continent bordent les régions fracturées : Hoggar, Tibesti, Djebel Mara, Cameroun, Nigeria central, Ethiopie, Uganda, Tanganyika, Congo (Léopoldville), Rwanda, Nyasaland, Kenya.

Les dépôts sableux d'origine éolienne qui forment les ergs du Sahara et des déserts sud-ouest africains, les formations meubles à la limite sud du Sahara, ainsi que celles qui couvrent la plus grande partie du Kalahari et s'étendent vers le nord jusqu'au delà de l'équateur (est de l'Angola, ouest des Rhodésies, moitié sud de la cuvette Congolaise).

Les dépôts alluvionnaires d'âge divers dont les plus anciens sont fréquemment remaniés par action éolienne, par érosion superficielle ou encore par action biologique.

Les recouvrements d'origine colluvionnaire, souvent suffisamment épais pour contenir le profil entier à condition de le limiter à la profondeur sur laquelle le système radiculaire du couvert végétal naturel exerce encore une influence notable (3 mètres). Mélangés à ces dépôts ou intercalés entre eux et le matériau qu'ils recouvrent, on trouve souvent des nappes de gravats (stonelines) et des débris de cuirasse ferrugineuse démantelée.

Les îles

La structure géologique de Madagascar est assez semblable à celle du Continent. Le massif précambrien cristallin affleure sur les trois quarts de l'île environ et s'y présente recouvert d'une épaisse couche d'altération. Il est constitué surtout de gneiss et de granites mais comporte aussi des schistes et des quartzites. Comme en Afrique sud-équatoriale, les sédiments primaires (pré-Karroo) sont à peine représentés. A l'est, le massif cristallin forme une côte quasi-rectiligne. Vers l'ouest, le massif est séparé du Canal de Mozambique par une bande sédimentaire dont la largeur moyenne est de l'ordre de 150 km. Parmi les dépôts d'âge carbonifère à jurassique, contemporains à ceux du Karroo, on trouve des schistes, des conglomérats, des grès, des argiles rouges, des calcaires et des marnes. Le crétacé, constitué de grès et de calcaires, comporte quelques épanchements importants de basalte. Les formations tertiaires surtout sableuses et calcareuses, sont volcaniques au nord de l'île, et le cuirassement semble avoir été beaucoup moins prononcé que sur le Continent. Le quaternaire est caractérisé par d'importantes éruptions volcaniques dont certaines sont actuelles, par le dépôt de sédiments lacustres, fluviaux et fluvio-marins, et de recouvrements d'origine colluvionnaire.

La plupart des autres îles africaines sont d'origine volcanique : les îles du Cap vert, Fernando Poo, Principe, São Tome, Anobon, les archipels des Comores et des Mascareignes. Les sommets d'un ring-dyke crétacé forment l'archipel de Los dans le golfe de Guinée; Zanzibar, Pemba, Mafia et quelques îles de moindre importance dans le canal de Mozambique sont des affleurements de sédiments tertiaires.

CHAPITRE 2

LE MODELÉ GÉNÉRAL

Le continent

Nous avons décrit le continent africain comme un grand bloc cristallin ceinturé par une frange sédimentaire. Au nord, ces sédiments plissés, forment les chaînes de l'Atlas dont l'altitude est comprise entre 1.500 et 3.600 m. La région des Hautes Plaines, qui sépare les deux chaînes principales est parsemée de nombreux lacs salés; son altitude varie de 900 à 1.200 m. A l'extrême sud,

le système du Cap, également plissé mais plus ancien, présente un modelé plus arrondi et moins élevé. Ailleurs (Afrique occidentale, nord-orientale et Sahara, où elle a quelques extensions importantes) la frange sédimentaire n'a pas été plissée, et son modelé est peu tourmenté.

A part quelques «accidents» dont il sera question plus loin, la surface du bloc continental est fort aplanie. Partant du concept de la pédiplanation, King ([20]) a distingué un certain nombre de cycles d'érosion en Afrique méridionale, qu'il a daté avec une certaine approximation et dont il a extrapolé l'extension jusqu'au delà de l'équateur. Si les limites spatiales de ces diverses «pédiplaines» ou «surfaces» restent contestées, leur délimitation chronologique semble toutefois acceptable ([21]), King reconnait cinq cycles majeurs :

— Le cycle gondwanien (Jurassique).
— Le cycle post-gondwanien (fin-Crétacé).
— Le cycle africain [mi-tertiaire (sub-Miocène)].
— Le cycle des Victoria Falls [fin Tertiaire (Pliocène supérieur)].
— Le cycle du Congo (Pléistocène inférieur).

Parmi ces surfaces, celle qui correspond au cycle africain est la plus étendue : une de ses caractéristiques est la fréquence de cuirasses ou de débris de cuirasses ferrugineuses anciennes. Souvent d'ailleurs ces dernières l'ont protégée contre l'agressivité de cycles d'érosion plus récents.

Le plateau continental africain est faiblement incliné du SE vers le NW : au SE son altitude moyenne est de 1.500 m, tandis qu'au NW elle est de l'ordre de 300 m. Il est traversé par des faisceaux de fractures dont les plus anciennes remontent à l'ère précambrienne. Les plus importantes toutefois, celles qui affectent davantage le relief actuel, sont plus récentes. Leur début se situerait à l'époque crétacée mais elles auraient subi des rajeunissements jusqu'au Pléistocène et leurs mouvements se poursuivraient encore actuellement. Ces zones de fractures ont un modelé généralement montagneux, jonché d'appareils volcaniques dont plusieurs encore actifs; elles comportent des fossés d'effondrement partiellement inondés, formant ainsi la plupart des grands lacs africains.

Le premier de ces faisceaux de fractures suit une direction générale SW-NE et est jalonné par les îles Anobon, Principe, São Tomé, Fernando Poo, les volcans du Cameroun et la région montagneuse qui forme la frontière entre le Cameroun et le Nigeria.

Un second faisceau, le plus important d'Afrique, forme l'ensemble des vallées du Rift. Il s'amorce en Syrie, forme la vallée du Jourdain, la mer Morte, le golfe d'Akaba, la mer Rouge, et pénètre dans le continent africain par la vallée de l'Awash. A la sortie du fossé Abyssin il se divise en deux branches principales qui contournent le lac Victoria : l'une, orientale, avec

le lac Rudolf et un chapelet de lacs de moindre importance; l'autre occidentale, avec les lacs Albert, Edward, Kivu, Tanganyika, Rukwa. Les deux branches se rejoignent au lac Nyasa et quittent le continent par les vallées de la Shire et du bas-Zambèze. Si la direction générale de ce faisceau de fractures est sensiblement NS, il se décompose en plusieurs tronçons dirigés SE-NW ou SW-NE. Tout comme le faisceau du golfe de Guinée, celui du Rift est bordé de montagnes et d'appareils volcaniques dont l'altitude s'inscrit entre 1.500 et 3.000 m. C'est là que l'on trouve les sommets les plus élévés du continent, couverts de neige éternelle (Kilimandjaro 6.010 m, Kenya 5.600 m, Ruwenzori 5.500 m).

Hormis ces fractures et les orogénèses qui les ont accompagnées, le plateau cristallin est encore caractérisé par de grands bassins tectoniques très étendus, mais peu déprimés par rapport aux seuils et aux dômes qui les séparent. Au nord on distingue les bassins du bas Sahara, du Taoudéni, de Mourzouk et du désert de Libye; au sud du Sahara, les bassins du Niger, du Tchad, du Nil-Bahr el Ghazal, du Congo, des lacs Victoria-Kyoga, et les deux bassins du Kalahari.

Les terrains qui entourent et séparent ces bassins, plus particulièrement ceux du Niger, du Tchad, du Nil-Bahr el Ghazal, du Congo et des lacs Victoria-Kyoga, portent de nombreuses traces de cuirasses ferrugineuses, que l'on associe souvent aux surfaces tertiaires. Si l'on admet que la plupart des traits saillants de la géomorphologie africaine actuelle, tels les plissements alpins du Nord, les grandes fractures et l'affaissement accentué des dépressions continentales se placent vers la fin du Tertiaire, on peut croire que pendant le Tertiaire le relief africain était plus aplani encore qu'actuellement. Cette topographie très particulière a réduit les possibilités de drainage externe et engendré des pédogenèses où l'engorgement par l'eau, temporaire ou permanent, jouait un rôle prédominant, à condition que les climats ne fussent pas trop arides. C'est dans des conditions semblables que les phénomènes de mobilisation, de précipitation et d'accumulation de fer libre sont les plus intenses. Il suffit de se référer à la cuirasse qui se forme de nos jours dans les parties les plus déprimées de la cuvette Congolaise, et dans certaines régions de l'ouest africain périodiquement inondées en saison des pluies ([9]) ([22]).

Si ces vestiges de cuirasses ferrugineuses sont pratiquement omniprésents sur les «surfaces»-tertiaires, ils n'accusent pas partout la même importance. Cette distribution inégale peut être attribuée à plusieurs causes : une de celles-ci pourrait être la richesse variable en minéraux ferromagnésiens des roches. Une autre serait la répartition zonale ou altitudinale des climats, les climats chauds et humides étant les plus propices à la mobilisation des sesquioxydes libres, les climats à caractère saisonnier favorisant l'accumulation et l'indura-

tion. Remarquons enfin que l'on connait plusieurs cas où l'ancienne cuirasse tertiaire existe en profondeur mais disparaît sous des couches relativement épaisses de sédiments pleistocènes (NE du Nigeria aux abords du lac Tchad, pourtour de la Cuvette congolaise). Il est également possible que ce que nous observons actuellement reflète davantage l'agressivité des facteurs de démantèlement qui ont pu jouer depuis la fin de l'ère tertiaire, que l'ampleur des phénomènes d'accumulation proprement dits : la très large distribution des débris de cuirasse ancienne — que l'on peut distinguer des formations actuelles par leur situation dans le paysage et parfois par leur morphologie particulière — milite certainement en faveur de cette dernière manière de voir.

Les îles

Madagascar peut être assimilé à un lambeau du bloc continental cristallin bordé à l'ouest d'une bande sédimentaire. Le bloc cristallin à relief accidenté en forme les trois quarts environ. L'autre quart, sédimentaire, relativement aplani, porte d'importants dépôts alluvionnaires arrachés au massif cristallin. A Madagascar les grandes périodes de pédiplanation n'ont pas laissé de traces bien marquées, telles que des grandes surfaces aplanies ou des cuirassements ferrugineux fossiles importants.

La plupart des îles volcaniques encore actives ont un relief très tourmenté, les plus anciennes ont des formes plus douces (Maurice, certaines îles de l'archipel du Cabo Verde). Les îles d'origine sédimentaire enfin sont généralement très aplanies.

***

L'influence du modelé paysagique sur l'évolution des matériaux meubles et des sols s'exerce de plusieurs manières. L'altitude conditionne la température moyenne, l'amplitude des oscillations thermiques dans les divers horizons. L'orientation des pentes détermine les quantités de radiation et aussi de précipitations totales reçues pour autant que ces dernières soient apportées par des vents dominants. Plus les paysages seront accidentés plus leurs climats auront un caractère local s'écartant du grand type climatique propre à leur latitude.

Le modelé influence aussi les possibilités de drainage externe, d'apport par colluvionnement et de décapage par érosion. Dans un même paysage les sites élevés auront tendance à perdre des constituants au profit des parties basses; dans les cas extrêmes ces constituants pourront être exportés hors de ce paysage ou même vers l'océan.

Du point de vue pédogénétique, tout paysage doué de relief, comporte des zones de départ, de translation et d'accumulation dont les limites pourront être particulières à chaque constituant transférable où à chaque groupe de constituants de mobilité comparable. Le domaine d'application de ce raisonnement s'étend des paysages les plus simples aux grandes unités géomorphologiques.

A la lumière de ce qui précède nous pouvons distinguer en Afrique des zones essentiellement réceptrices, des zones surtout de translation, des zones où l'exportation des constituants est le phénomène prédominant, mais également des zones très aplanies dont la situation ne permet ni le décapage ni l'enrichissement, exception faite pour l'action éolienne. Ces dernières zones ont ainsi pu se couvrir de matériaux altérés, produits des pédogenèses multiples subies au gré des variations climatiques. Ce sont essentiellement les parties centrales des plateaux non encore entamées par les cycles d'érosion récents.

Les zones qui s'enrichissent en sédiments solides et en constituants relativement mobiles (sesquioxydes, colloïdes silicieux et/ou sels solubles) sont déprimées, ont un relief peu accentué et sont soumises à des conditions de drainage défavorables. L'accumulation y évolue parallèlement avec le degré d'endoréisme tandis que l'exoréisme favorise le transit des constituants les plus mobiles. Ce sont les grandes dépressions continentales, les plaines alluviales, les vallées d'effondrement des graben, et la frange sédimentaire côtière.

Les zones de passage, qu'il est malaisé de distinguer nettement des zones d'exportation, se situent aux abords des zones d'accumulation, là où les pentes sont suffisantes pour empêcher des accumulations mais insuffisantes pour déclencher des érosions. Ces sites, dont les pentes sont en équilibre avec l'agressivité des climats actuels, peuvent toutefois être recouverts par des produits d'altération datant d'un cycle antérieur. C'est le cas notamment quand l'écran protecteur forestier, responsable de la formation de couches d'altération très profondes, vient à disparaître : les matériaux meubles sont répandus et se restabilisent à des pentes en équilibre avec les nouvelles conditions écoclimatiques.

Les zones d'exportation ont un relief plus prononcé. En Afrique ce sont les diverses formations montagneuses, et les rebords du plateau continental qui alimentent la frange côtière. Le caractère accidenté de ces rebords est d'autant plus marqué que leur dénivellation par rapport à la frange côtière est plus grande.

CHAPITRE 3

LES CLIMATS

A — **Les climats actuels de quelques grandes régions africaines** (Voir fig 3 et 4)

Le continent africain qui s'étend jusqu'au 35me degré latitude, de part et d'autre de l'équateur, forme une surface relativement plane sans chaînes de montagnes constituant des barrières climatiques majeures. La répartition des climats devrait donc tendre à la distribution idéale : régions à climat méditerranéen aux extrêmes nord et sud, auxquelles succèdent vers l'équateur, des zones arides, semi-arides et enfin sub-humides qui fusionnent en une seule zone humide. Dans les zones à climat méditerranéen les pluies tombent pendant l'hiver, dans les zones arides elles sont très faibles et erratiques, dans les régions semi-arides et sub-humides comprises entre les tropiques et la zone équatoriale les périodes pluvieuses correspondent aux étés tandis que les hivers sont caractérisés par une saison sèche. Vers les latitudes élevées de la zone intertropicale on n'observe qu'une seule saison humide tandis que vers l'équateur, entre les latitudes 3° et 15°, la période pluvieuse est interrompue par une petite saison sèche d'été. Dans la région équatoriale enfin il n'y a pas de saison sèche proprement dite mais la pluviosité accuse deux maximums, correspondant aux passages du soleil au zénith (mars et octobre). Quant aux températures de l'air on sait qu'elles diminuent avec l'altitude : les régions montagneuses et les hauts plateaux du nord et de l'est du continent sont donc plus frais que les régions basses du sud-ouest, du centre, du nord et du nord-ouest.

Les cartes climatiques ([18]) confirment que cette répartition théorique est valable pour une grande partie du continent. Trewartha ([26]) cite parmi les anomalies les plus importantes :

a) La très grande extension en latitude et en longitude des régions arides au nord de l'équateur par rapport à la zone correspondante au sud de l'équateur.

b) La sécheresse anormale de tout l'est africain de basse et moyenne altitude, ouvert cependant sur l'océan indien et ses alizés humides.

c) La bande semi-aride de la côte ghanéenne et togolaise, bordée par une zone tropicale humide.

Ces anomalies peuvent être attribuées à diverses causes au nombre desquelles on peut citer : (1) l'asymétrie des parties nord- et sud-équatoriales du continent qui confère à la première un caractère beaucoup plus continental du fait de sa plus grande extension en longitude et de sa contiguité au continent

eurasien, (2) la présence de courants marins longeant les côtes et (3) la position particulière de l'île de Madagascar dont la côte est, relativement élevée, se dresse à angle droit sur la direction de l'alizé SE.

Voici des données complémentaires concernant le climat de quelques grandes régions africaines ([18]) ([19]) ([25]) ([26]).

1. La zone méditerranéenne

Le climat de la côte atlantique marocaine est fortement influencé par le courant marin froid des Canaries. Les températures sont relativement fraîches, les pluies peu fréquentes, mais l'humidité de l'air assez élevée provoque des brouillards et des précipitations occultes. Entre la côte et l'Atlas les extrêmes de température divergent davantage et les pluies d'été deviennent plus rares. A l'est du détroit de Gibraltar, jusqu'à la côte orientale tunisienne, les étés de la zone côtière sont très chauds et très secs, tandis qu'en hiver les précipitations sont relativement importantes (400-700 mm). Sur le plateau des chotts aussi appelé «les Hautes Plaines» (alt. 1.000 m), les hivers sont froids et les étés chauds. A Géryville on a noté des températures extrêmes de -12° et de $+42^{o}$C. Les précipitations, moins importantes qu'à la côte (150-250 mm), accusent un maximum vers le printemps et les écarts entre les températures diurnes et nocturnes sont élevés. L'Atlas proprement dit reçoit assez bien de pluie, est en partie boisé, et sépare très nettement l'Afrique du nord habitable des immensités désertiques du Sahara. Les côtes libyennes et égyptiennes ne sont pas protégées de l'influence du désert par des chaînes de montagne et se situent d'ailleurs à quelques degrés plus au sud. L'effet méditerranéen ne s'y fait sentir que sur une largeur de quelques km, et en plusieurs endroits le désert atteint la côte.

2. Le Sahara

Le désert du Sahara, le plus grand au monde, s'étend sur plus de 13 degrés de latitude. Pendant l'été les conditions climatiques qui lui sont propres remontent jusqu'au dessus de la Méditerranée, en hiver elles descendent vers le golfe de Guinée : une sécheresse extrême et de grands écarts de température le caractérisent. En hiver les minimums au sol peuvent descendre en dessous de 0°C tandis qu'en été les températures dépassent fréquemment 43°C. La température des couches superficielles du sol peut atteindre 80°C. La sécheresse est à mettre en rapport avec les alizés soufflant du nord-est. En

l'absence de vie végétale, l'altération des roches est essentiellement physique et les sédiments meubles sont constamment remaniés par le vent. Plusieurs années successives peuvent s'écouler sans qu'il ne tombe une goutte de pluie, mais de temps en temps surviennent des orages accompagnés de précipitations abondantes et intenses. Leur effet érosif est grand comme en témoigne d'ailleurs l'étendue des regs allochtones consignés sur la carte des sols (Ap'). Dans les régions montagneuses du Sahara (Hoggar, Tibesti, Aïr) il se produit chaque année quelques orages violents. Au Hoggar on trouve quelques petits cours d'eau permanents.

3. L'afrique occidentale a l'ouest du lac Tchad

Dans cette région on peut distinguer 4 ou 5 zones climatiques qui s'étendent de l'est à l'ouest en bandes plus ou moins parallèlles, qui se succèdent du nord au sud et se déplacent vers le N ou vers le S suivant les saisons. La première zone, la plus septentrionale, est directement influencée par les courants sahariens et en a les principales caractéristiques. En janvier sa limite sud descend jusqu'au dessous du 8me parallèle N, en juillet elle remonte jusqu'au 20me. La seconde zone climatique, large de 2 à 3 degrés, suit les mouvements de la première, et comporte de faibles pluies orageuses. La troisième qui s'étend sur 5 degrés de latitude a des pluies un peu plus abondantes que la seconde mais elles tombent avec grande intensité. Le passage de cette bande correspond donc à la période la plus érosive de l'année. La quatrième zone, large de quelques trois degrés de latitude, est plus pluvieuse que la précédente mais les précipitations sont moins intenses et plus étalées. La cinquième enfin n'atteint la région côtière qu'en été, de juillet à septembre. Elle est caractérisée par des ciels couverts, une faible pluviosité et des températures relativement modérées.

Ces variations climatiques sont assez caractéristiques de la zone de transition entre la bande aride et la bande humide équatoriale et s'alignent donc sur la distribution idéale des climats, du moins en ce qui concerne le régime pluviométrique. Les côtes udométriques accusent cependant quelques anomalies qui ont leur répercussion sur la répartition des sols. Signalons par exemple l'existence d'une étroite bande semi-aride longeant le littoral ghanéen et togolais, où on trouve des sols halomorphes, des vertisols et des sols ferrugineux tropicaux. Une autre anomalie est la brusque inflection vers le sud de l'isohyète 1.200 mm qui vers Toumodi en Côte d'Ivoire atteint la latitude 6°30' N. L'allure assez irrégulière de la limite forêt-savane, consignée sur la carte des sols, reflète bien cette poussée de climats plus secs en direction de la côte guinéenne.

4. L'Ethiopie et les Somalies

On peut distinguer ici les régions d'altitude éthiopiennes (3.000 à 5.000 m) à climat presque tempéré, très pluvieux en été (1.200 à 1.300 mm) et la plaine de Danakil, aride à désertique .La zone de transition vers la côte somalienne est semi-aride à aride, avec des pluies erratiques qui totalisent 250 à 500 mm par année. La bande côtière qui longe la mer Rouge et le golfe d'Aden reçoit moins de 100 mm de pluie et est très chaude.

L'aridité de la région basse somalienne serait due à des interférences océaniques. Des résurgences d'eau froide au large de la côte, entrainant la formation des brouillards fréquents observés dans cette partie de l'océan Indien ([26]), n'y seraient pas étrangères.

5. L'est africain

L'aridité relative de cette partie du continent constitue une des anomalies les plus frappantes de la répartition des climats en Afrique, et les causes en sont encore mal connues. Seules les régions d'altitude (Highlands du Kenya, les grands volcans, les Usambaras) jouissent de climats relativement humides (1.200-1.800 mm). Partout ailleurs non seulement le total des précipitations est nettement inférieur à ce que laisserait prévoir la situation géographique, mais de plus il est très irrégulier d'une année à l'autre. La variation saisonnière des précipitations reste toutefois liée au motif général : aux environs de l'équateur les précipitations accusent deux maximums, qui suivent d'un mois ou deux les équinoxes; lorsqu'on s'écarte de l'équateur on observe des saisons sèches hivernales et des saisons humides estivales.

6. Le Sudan

On peut y distinguer trois zones climatiques. Au nord du 19e parallèle N (exception faite pour la bande côtière) il règne un climat désertique typique, avec tempêtes de sables fréquentes en hiver. Au sud de cette latitude le climat est tropical continental et manifeste les caractéristiques saisonnières habituelles, toutefois avec une pluviosité totale nettement moindre que celle des régions voisines situées aux mêmes latitudes, comme l'illustre d'ailleurs l'inflection vers le sud de l'isohyète 1.000 mm. La côte de la mer Rouge et les flancs orientaux des collines qui la longent subissent l'influence maritime et reçoivent quelques 100 mm de pluie qui tombent surtout en hiver.

7. La Cuvette centrale congolaise

Le climat de cette grande région qui s'inscrit entre les parallèles 4°N et S et les méridiens 16° et 26° E constitue un exemple typique de climat équatorial continental, très autonome parce que faiblement influencé par les courants atmosphériques généraux: seule la mousson sud-atlantique y fait sentir ses effets. Il s'identifie au motif de distribution théorique (deux maxima de précipitation sans saison sèche dans les faibles latitudes et deux saisons sèches vers les latitudes plus élevées). La température moyenne est de l'ordre de 25 °C avec, dans la région équatoriale, des amplitudes journalières de 11 °C en moyenne annuelle. Cette amplitude augmente avec la latitude et atteint 21 °C vers les latitudes 7° ([3]).

8. La bande côtière sud-occidentale

Celle-ci correspond à la frange sédimentaire bordant le plateau africain, et s'étend du cap de Bonne Espérance jusqu'au delà de l'embouchure du fleuve Congo. Elle est nettement plus sèche que les régions plus élevées de l'intérieur. Cette aridité est due aux vents continentaux (vents descendants), et à la présence devant la côte du courant froid de Benguela qui condense une partie de l'humidité des vents marins. Au sud de l'Angola et en Sud Ouest Africain le climat de cette bande est franchement désertique : ici les vents continentaux sont les alizés S-E, désséchés après leur passage au-dessus de quelques milliers de km de terres. Notons toutefois les humidités relatives élevées de l'air.

9. Le Kalahari

Si cette région, qui comprend le Bechuanaland et la majeure partie du Sud-Ouest Africain, est l'homologue en latitude du désert du Sahara, les conditions d'aridité y sont beaucoup plus atténuées. Le Kalahari reçoit une pluie d'été supérieure à 150 mm atteignant même au nord 500 mm par an.

10. Les hauts plateaux de l'Afrique méridionale

Cet ensemble groupe les régions très aplanies, situées à des altitudes supérieures à 1.000 m, (sud de l'Angola, Katanga, Rhodésies et une grande

partie de la République Sud-africaine). La distribution saisonnière est assez conforme au schéma idéal avec des longues saisons sèches d'hiver. La bordure est, face à l'océan Indien, est la plus pluvieuse. Les températures moyennes sont nettement moins élevées que celles des régions plus basses, et pendant la saison sèche, correspondant à l'hiver austral, on relève fréquemment à la surface du sol, des températures inférieures à 0°C.

11. La région du Cap

Cette région jouit d'un climat méditerranéen analogue à celui de l'Afrique du nord en ce qui concerne le régime pluviométrique, mais les températures d'été, influencées par le courant froid du Benguela, sont moins élevées.

12. Madagascar

Les parties centrales et méridionales de Madagascar subissent en permanence l'alizé SE tandis que le N et le NW accusent les variations saisonnières assez marquées, caractéristiques de leur latitude. La côte orientale est humide à per-humide pendant toute l'année (1500-3500 mm). Sous l'effet des alizés NE, le NW connaît pendant les premiers mois de l'année une véritable saison des pluies (1900 mm). Par contre les régions S et SW, basses et de ce fait situées «sous le vent» par rapport aux régions élevées du centre et de l'est, ont un climat semi-aride; en certains endroits on enregistre moins de 500 mm de précipitations par année. Pour les mêmes raisons, les parties S et SW sont aussi les plus chaudes. A signaler encore les nombreux cyclones tropicaux qui de novembre à mai s'abattent sur la côte orientale de l'île et sur les îles voisines (Comores, Mascareignes).

B — Les climats comme facteurs pédogénétiques

La *température* est un des éléments du climat dont l'incidence sur la pédogenèse est la plus directe. Le continent africain est le plus chaud du globe : la température moyenne annuelle ne descend en dessous de + 10°C (température de l'air à proximité du sol) qu'en haute altitude, et sur la plus grande partie de son étendue elle dépasse +20°C pendant neuf mois de l'année. L'amplitude des variations diurnes et saisonnières de la température du sol diminue avec la profondeur. En pays tempéré cette température est quasi-

constante à des profondeurs de 7 à 10 m, tandis qu'en régions intertropicales elle semble atteinte à de plus faibles profondeurs. Remarquons toutefois que l'on dispose de peu de données précises à ce sujet. A Yangambi (Congo, Léopoldville), la température du sol ne varie pratiquement plus à 200 cm de profondeur et les variations diurnes deviennent négligeables à partir de 50 cm de profondeur.

Voici à titre d'exemple un tableau des moyennes annuelles des variations diurnes de la température du sol dans deux stations congolaises ([5]) :

Yangambi	0°45′ N	24°29′ E	altitude : 487 m
Keyberg	11°44′ S	27°25′ E	altitude : 1175 m

Moyennes annuelles des variations diurnes de la température du sol dans deux stations congolaises

	Keyberg					Yangambi				
Heures	6	9	12	15	18	6	9	12	15	18
Profondeur										
10 cm	20,4	20,5	23,8	27,0	26,9	24,8	25,8	30,0	32,6	31,1
20 cm	22,6	22,2	22,5	23,8	24,8	26,6	26,4	27,6	29,7	30,4
50 cm	23,3	23,5	23,5	23,4	23,2	28,4	28,3	28,3	28,2	28,2

Cette température constante du sol en profondeur, parfois appelée température moyenne du sol, affecte au premier chef les processus pédogénétiques qui ont lieu en profondeur (altération, mouvements de l'eau, apports, précipitations, lixiviations, ...). Toutefois les processus pédogénétiques les plus dynamiques ont leur siège dans les couches superficielles où les températures accusent les plus grandes fluctuations.

La vitesse de la plupart des réactions pédogénétiques non biologiques, virtuellement arrêtées à 0°C, augmente avec la température, dans la mesure où d'autres éléments tels que le manque d'eau p.ex. n'interviennent pas comme facteurs limitatifs. Pour les réactions biologiques les fonctions vitesse — température passent par des valeurs optimales et ces vitesses sont insignifiantes aux températures inférieures à 0°C : les systèmes radiculaires de la plupart des végétaux ne manifestent même plus de croissance notable à des températures inférieures à + 5°C. Si en conditions tropicales ces basses températures ne s'observent que rarement dans les couches supérieures des profils, par contre des températures élevées, inhibitrices, (supérieures à 45°C) peuvent y être atteintes sous climats à caractère saisonnier prononcé, semi-aride ou aride. Jointes à la dessication de ces couches, elles peuvent arrêter ou freiner les trans-

formations biologiques au même titre que les basses températures dans les zones climatiques tempérées.

Dans les régions à climat chaud et humide de basse et moyenne altitude l'intensité des processus de transformation se traduit par l'épaisseur des zones altérées, par l'altération très poussée des minéraux dans des profils qui géomorphologiquement pourraient être interprétés comme relativement jeunes, par l'ampleur que peuvent y atteindre la mobilisation des composés ferrugineux, la synthèse et décomposition des minéraux argileux, par les faibles accumulations de matières organiques malgré un apport très important de matières brutes élaborées par la photosynthèse.

Dans les régions de basse et moyenne altitude, à climats plus secs, où les températures moyennes annuelles sont plus élevées mais où les variations diurnes et saisonnières accusent des amplitudes plus considérables, les couches altérées sont moins profondes et le degré d'altération plus faible : le facteur inhibiteur sécheresse atténue l'effet accélérant de la température. Malgré un apport de matières organiques brutes moins important que dans les régions humides, les teneurs en matières organiques des sols y sont plus élevées et réparties sur une plus grande profondeur. Ceci peut être attribué d'une part au mode d'apport qui ici est principalement souterrain, d'autre part à des processus de décomposition ralentis.

Sur les hauts plateaux du sud des climats plus secs et des températures moins élevées concourent à un ralentissement généralisé des phénomènes d'altération. Ce fait est encore accentué dans les hautes régions montagneuses où l'on trouve des sols récents à peine altérés et des sols organiques non hydromorphes.

Les rôles de l'eau, apportée par les *précipitations*, sont multiples. Elle constitue non seulement l'élément indispensable à de nombreuses synthèses minérales et organiques mais aussi le principal agent vecteur à l'intérieur et à la surface du sol, à l'état libre ou à l'état de solutions vasculaires à l'intérieur des êtres, vivant dans et sur le sol. Son rôle est donc capital dans les phénomènes de transformation et de transfert que ce soit à l'intérieur des profils (lessivage), ou vers l'extérieur de ceux-ci (lixiviation, exportation par récoltes, incinérations). Notons enfin les pertes que peuvent causer les eaux de ruissellement.

L'érosion en nappe sera d'autant plus importante que les précipitations seront intenses, que le modelé sera plus accidenté et que le sol sera imperméable : FOURNIER ([13]) a établi une carte théorique du danger d'érosion en Afrique basée sur les deux premières variables. L'agressivité des précipitations est exprimée par le rapport $p^2/P = C$ où p est la hauteur des précipitations du mois le plus pluvieux de l'année et P la pluviosité totale moyenne annuelle. L'agressivité des éléments topographiques est exprimée par le rapport H^2/S

où H est l'altitude moyenne du bassin et S sa surface projetée. L'étude de plusieurs grands bassins fluviaux climatiquement et topographiquement différents a révélé des corrélations linéaires entre la valeur C et les quantités de solides charriées par les fleuves. FOURNIER a retenu quatre fonctions linéaires, applicables à quatre conditions données de relief et de climat et a pu ainsi estimer, à partir des données climatologiques et topographiques d'un grand nombre de stations, les quantités de terre que l'érosion pouvait théoriquement enlever par année. Une version simplifiée de sa carte est reprise dans cet ouvrage (fig. 5).

Une fraction seulement des précipitations totales qui tombent sur une région, en général moins de 70%, participe au développement de ses sols : une partie est retenue par la végétation, assimilée ou directement évaporée, une autre se perd par ruissellement et est évacuée par le réseau hydrographique.

Si toute l'eau qui pénètre dans le sol peut en principe y participer aux réactions pédogénétiques, seule l'eau gravitationnelle et celle déplaçable par succion capillaire peuvent migrer à travers les interstices du sol et cela seulement à des taux d'humidité relativement élevés. Il serait donc par trop aisé de ne tenir compte que des précipitations moyennes annuelles dans l'étude de la répartition des sols. Il importe de prendre aussi en considération la répartition des périodes sèches et humides, l'intensité des précipitations ou mieux encore les différents éléments du bilan d'eau (évapotranspiration, ruissellement, percolation) et du profil hydrique périodiquement établis.

Dans la plus grande partie de l'Afrique les températures du sol sont toujours favorables à une pédogenése accélérée; l'humidité du sol constitue une limitation permanente dans les déserts (près de 20% du continent), périodique dans les régions semi-arides et sub-humides caractérisées par des saisons sèches excédant 3 mois. Sur le plan réactionnel la dessiccation se traduit par un ralentissement, voire un arrêt des différents processus; sur le plan des transferts, elle détermine rapidement un arrêt complet. En outre, certains constituants, en perdant leur eau d'adsorption, diminuent de volume ce qui cause des vides dans le sol, des tassements, des fentes de retrait. La macroporosité de ces sols desséchés est donc élevée et lors des premières pluies la quantité d'eau qui pourra s'infiltrer sera supérieure à celle qu'autoriseraient les mêmes sols humectés où tous les constituants auraient conservé leur volume. Il en résulte l'entraînement en profondeur de particules qui dans des conditions normales d'humidité ne pourraient y migrer. Dans les cas extrêmes (fentes de retrait p.ex.) les dimensions des corps entrainés peuvent atteindre celles d'éléments structuraux. Lors de la réhumectation de ces sols il s'y développera des tensions d'autant plus fortes que le pouvoir gonflant des constituants hydra-

tables sera plus élevé et que les quantités de matériaux entrainés en profondeur seront plus importantes.

Outre l'influence écologique qu'exercent les *vents* sur les couverts végétaux, les courants qui agitent les couches d'air voisines du sol ont un effet direct sur les processus pédogénétiques par leur action vectrice, édificatrice ou ablatrice. Ils influencent profondément le bilan hydrique des sols : évaporations à la surface des profils, apports par ascension capillaire, dessication des couches superficielles. Au delà d'une certaine limite la dessication y freine la plupart des processus pédogénétiques et en enclenche d'autres tels que les remaniements mécaniques liés aux diminutions de volume des constituants hydratés (argiles, gels, matières organiques).

Les grands vents généraux (alizés, moussons) peuvent être responsables de certains apports mais exercent surtout une influence profonde sur la répartition générale des régimes de précipitation. Toutefois la présence d'obstacles sur leur trajet engendre des conditions climatiques particulières : les ombres de pluie que l'on observe sur la plupart des îles volcaniques et sur Madagascar, situés dans les zones balayées par les alizés SE de l'océan Indien, en constituent de beaux exemples. Ces grands vents généraux enfin sont la cause des grands courants maritimes, responsables des climats propres à beaucoup de régions côtières africaines.

C — Les variations climatiques au cours du pleistocène et leur répercussion sur la distribution des matériaux originels et des sols

Il semble acquis qu'au cours de l'ère quaternaire au moins, les grandes régions d'Afrique ont eu leurs séquences paléoclimatiques propres résultant en partie de facteurs locaux (topographie, continentalité, courants marins) ([23]). Les grandes zones climatiques naturelles que nous connaissons actuellement «ont glissé sans cesse à la surface du Continent en subissant des variations continuelles de forme et de position au cours du dernier million d'années» ([4]). Sur le continent africain qui a sans doute toujours joui d'un climat chaud, ces variations se sont essentiellement traduites par des alternances de périodes arides et humides, par des régimes pluvieux à pouvoir pénétrant ou érosif variable. Certaines ont été assez brutales comme le montrent certains faits stratigraphiques et paléontologiques. En outre, plusieurs anomalies dans la distribution des groupements végétaux et des grandes unités pédologiques ne peuvent s'expliquer qu'en adoptant la théorie des variations climatiques. Les marques imprimées par ces dernières et conservées jusqu'à nos jours dans certains profils et matériaux originels doivent nécessairement être recherchées

parmi les effets des processus les moins réversibles, préalable indispensable à leur maintien au travers des viscissitudes pédogénétiques qu'elles ont depuis lors pu subir. Parmi les plus spectaculaires figurent incontestablement les cuirasses ferrugineuses dont beaucoup datent d'ailleurs de l'ère tertiaire. Ces cuirasses eurent alors une extension beaucoup plus importante mais furent démantelées en grande partie au cours du pléistocène, et rares sont les paysages africains intertropicaux où leurs débris ne subsistent plus sous forme de grenaille dite latéritique. Si les accumulations ferrugineuses peuvent en principe se développer sous tous les climats quelque peu humides, leur induration semble favorisée par un climat saisonnier ([9]). La forêt ombrophile et le climat humide à faibles variations saisonnières qui lui est propice sont les facteurs de démantèlement les plus actifs. On peut actuellement observer en Afrique nord-occidentale des lambeaux de cuirasse de nappe ancienne, surélevés, où la sécheresse du climat s'oppose d'une part à leur développement et d'autre part à leur démantèlement par une végétation forestière. Par contre, en zone forestière plus humide on trouve tous les stades de démantèlement, allant des sommets plats cuirassés, cernés d'une forêt qui en ronge les bords, jusqu'aux sols où les débris de l'ancienne cuirasse sont répartis dans le matériau originel. Entre cette zone de cuirasses intactes et la zone démantelée (forestière) — et ce fait est particulièrement significatif au nord de l'équateur où le passage du climat steppique au climat humide se fait sur la distance la plus courte — on observe une bande de transition couverte de débris de cuirasse, parfois partiellement récimentés par des phénomènes secondaires, sous une végétation de savane qui ne peut être rendue responsable de ce démantèlement. Les lambeaux de cuirasse tertiaire intacte jalonneraient ainsi les limites extrêmes des migrations de la forêt ombrophile au cours du pléistocène. On a également attribué aux variations climatiques la genèse de certains matériaux de recouvrement, généralement très altérés et suffisamment épais pour contenir le profil entier. Comme l'écrivait déjà Passarge en 1904 (cité par de Heinzelin ([16])), l'action biologique peut expliquer la formation de la plupart de ces recouvrements. Il est toutefois permis d'envisager aussi les variations de l'agressivité climatique et de contraster les pédogenèses profondes et bien protégées propres aux isopluviaux avec les décapages faciles sous régime displuvial (*). Ceci est à rapprocher des termes Biostasie et Rhexistasie proposés par Erhart ([12]). Le rôle des termites, insuffisamment étudié, mérite une attention particulière. Dans les régions où elles sont actives, l'érosion des termitières contribue sans

(*) Par «displuvial» Bernard ([4]) désigne la modalité tropicale de pluvial, le préfixe «dis-» exprimant l'idée de disparité saisonnière et contrastée dans le régime pluviométrique. Isopluvial désigne la modalité équatoriale, «iso» traduisant l'uniformisation du régime pluviométrique.

doute à la formation de ces nappes de recouvrement. Pour les régions à nappe de recouvrement où l'action des termites édificatrices est actuellement peu évidente, l'argument des termitières «fossiles» épandues peut paraître facile mais doit être pris en considération. Remarquons l'existence en zone forestière de termitières anciennes, géantes, qui ne sont plus que partiellement habitées par des espèces qui ne les construisent pas.

Un dernier fait à mettre en rapport avec les variations climatiques est l'existence de profils tronqués ou de paléosols ([16]). Rappelons que des enfouissements par laves ou cendrées volcaniques peuvent être très récents.

CHAPITRE 4

LE COUVERT VÉGÉTAL (Voir fig 6)

Si les éléments du climat peuvent être rangés parmi les facteurs pédogénétiques les plus actifs, leur emprise sur les couches superficielles du sol est généralement atténuée par le couvert végétal, qui entrave l'agressivité érosive du climat, réduit l'amplitude des variations thermiques et hydriques et crée ainsi des conditions de milieu plus favorables aux activités biologiques. C'est dans les couches superficielles, siège des processus pédogénétiques très dynamiques et complexes liés aux activités biologiques, que l'effet protecteur du couvert végétal est le plus manifeste. On peut dès lors s'attendre à une modification profonde de la dynamique du profil quand un sol développé sous bonne protection végétale est brutalement dénudé, comme c'est le cas lors des défrichements forestièrs ([11]).

La protection que fournit le couvert végétal dépend surtout de sa structure particulière ([6]). Les forêts denses humides à peuplement fermé pluristrate, avec éventuellement un tapis graminéen à larges feuilles, agissent de la manière la plus efficace et la plus continue. La température, l'humidité des sols et partant les vitesses et les sens des processus qui s'y déroulent, varient peu. La forêt dense sèche, moins élevée et dont les arbres et même le sous-bois perdent leurs feuilles en saison sèche, protège beaucoup moins : les couches superficielles du sol pourront se dessécher pendant une partie de l'année et les variations de température y sont plus marquées. Pour les forêts claires et les savanes il est nécessaire de mentionner les ravages des feux qui influencent profondément leur structure et leur développement ([15]). Ce sont les feux tardifs qui sont les plus destructeurs : seulement quelques espèces dites résistantes au feu subsistent, tandis que la végétation arbustive est remplacée par des graminées grossières

en touffes et des arbres clairsemés à l'aspect tourmenté. Si les feux précoces (au début de la saison sèche), empêchent ou gênent la régénération naturelle des espèces sensibles au feu, ils ne leur font que peu de tort lorsqu'elles sont déjà établies. La destruction des parties aériennes de la strate herbacée lors des feux tardifs expose le sol aux premières pluies orageuses.

Les steppes, qui sont des formations ouvertes caractéristiques des régions subarides, n'assurent qu'une faible protection, malgré le fait que leur végétation ne brûle généralement pas.

Les régions désertiques enfin, dans le sens que nous y attachons, sont dépourvues de végétation à l'exception peut-être de quelques plantes isolées et très dispersées.

Il est intéressant de noter que le pouvoir protecteur des couverts végétaux tend à diminuer avec la pluviosité totale annuelle ce qui en Afrique va généralement de pair avec une accentuation du caractère saisonnier. L'agressivité érosive des climats, surtout fonction de l'intensité des précipitations, accuse ainsi un maximum dans la zone située entre la forêt ombrophile et la steppe : il y règne un climat à caractère nettement saisonnier où la totalité des pluies, encore importantes, tombe en quelques mois. Ces climats correspondent aux savanes herbeuses ou boisées et aux forêts claires, dont nous venons de signaler le pouvoir protecteur limité. Ce n'est donc pas une simple coïncidence que de trouver très fréquemment dans ces régions des couches de recouvrement formées par l'épandage de matériaux polygénétiques.

L'action pédogénétique du couvert végétal ne se limite pas à cette fonction protectrice et régulatrice. Elle intervient déjà dans la fixation de certains matériaux originels éoliens ou alluvionnaires. Elle fournit au sol des matières organiques brutes, en surface par le rejet de ses parties aériennes, en profondeur par ses déchets radiculaires. Une grande partie de la matière brute provenant de la strate aérienne se décompose avant d'être incorporée au sol, tandis que celle fournie par le système radiculaire s'humifie à l'intérieur du sol. Dès lors la répartition des matières organiques dans les profils développés sous couvert végétal à dominance graminéenne est généralement plus régulière et s'étale plus profondément que dans les profils forestiers où l'apport de matières brutes est surtout superficiel. La végétation extrait en outre des sels minéraux et de la silice de la zone exploitée par ses racines pour les abandonner à la surface du sol à la mort de ses parties aériennes. Il en est de même pour l'azote accumulé dans le sol par action microbienne et assimilé par les végétaux. Ces transports sélectifs effectués par les solutions vasculaires, donc indépendants des forces de gravité, sont essentiels pour la différentiation horizontale des profils. Les acides et les radicaux complexants fournis directement ou indirectement par la végétation favorisent la mobilisation de certains constituants minéraux :

désagrégation de particules rocheuses, dissolution de minéraux, formation de complexes mobiles de sesquioxydes. Les remaniements mécaniques effectués par la poussée des racines et la chute des arbres sont peut-être les causes principales de l'homogénéité des 150 cm supérieurs de la plupart des profils sous forêt ombrophile.

Les feux, pour lesquels le couvert végétal fournit le combustible, n'affectent généralement que les couches superficielles. Les expériences de Pitot et Masson ([24]) ont montré qu'à 2 cm de profondeur les augmentations de température n'étaient souvent que de l'ordre de quelques degrés. Par contre, l'incinération perturbe la restitution normale au sol des constituants temporairement empruntés par la végétation en provoquant la perte totale de l'azote, l'insolubilisation de la silice, et éventuellement la lixiviation des cendres.

L'activité spécifique des différents couverts végétaux est notamment illustrée par le démantèlement par la forêt des cuirasses ferrugineuses que les végétations de savane laissent pour ainsi dire intactes ([9]). Elle ressort aussi du parallèlisme observé entre la répartition des principales formations végétales et celle des grandes unités pédologiques qu'elles recouvrent.

La corrélation entre la carte des sols et celle de la végétation d'Afrique ([1]) (voir fig. 6) montre que la forêt dense ombrophile couvre des sols ferrallitiques, des ferrisols, des sols jeunes sur alluvions fluviolacustres et des sols hydromorphes. Notons que cette forêt ombrophile avec ses 2.400.000 km^2, dont 500.000 en Afrique occidentale et 100.000 à Madagascar occupe une surface bien plus restreinte en Afrique qu'en Amérique latine où, rien qu'au Brésil, celle-ci est estimée à 4.160.000 km^2 ([2]) (*). Les savanes de type relativement humide, boisées ou herbeuses, et les forêts claires forment ensemble le couvert végétal le plus répandu. Elles reçoivent des précipitations annuelles modérées (1.000 à 1.500 mm) mais subissent des saisons sèches dont la durée varie de 1 à 3 mois. Ces formations, comme la forêt ombrophile, couvrent surtout des sols ferrallitiques et des ferrisols, mais aussi des sols ferrugineux tropicaux et quelques vertisols. Les savanes de type relativement sec occupent des aires moins importantes et plus localisées où règnent souvent des climats particuliers : les sols ferrugineux tropicaux, lithosols, vertisols, sols jeunes sur alluvions récentes et sols halomorphes y dominent. Sous la steppe boisée ou her-

(*) La limite savane — forêt dense ombrophile, ([1]) ([8]) a été reportée sur la carte des sols. La forêt y couvre les superficies suivantes (mesurées par découpage et pesée); (cfr. Chap. 4, IVme partie) :

Afrique Centrale	1.794.324 km^2
Afrique Occidentale (à l'ouest du Cameroun)	509.657 km^2
Madagascar	106.776 km^2
	2.420.757 km^2

beuse, formation aussi étendue que la forêt ombrophile, on trouve surtout des sols bruns des régions arides et subarides tropicales, des vertisols, des lithosols, des sols halomorphes et des sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux. A la steppe subdésertique enfin correspondent les sols subdésertiques.

CHAPITRE 5

LES MATÉRIAUX ORIGINELS DES SOLS

Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre 1 de cette première partie, consacré à la géologie, les trois quarts environ des affleurements rocheux du continent africain appartiennent au soubassement cristallin précambrien (gneiss, granites et schistes) et aux sédiments, surtout sableux, d'âge plio-pléistocène. Le restant de la surface est constitué de roches sédimentaires post-cambriennes anté-quaternaires où dominent les grès et les schistes argileux, et par des alluvions récentes plus ou moins argileuses. En de nombreux endroits le soubassement cristallin et les couches sédimentaires qui le coiffent sont traversés de venues volcaniques de tout âge. Les efflata et les laves récentes ne couvrent que des surfaces relativement restreintes : en Afrique on ne compte qu'une cinquantaine de volcans actifs.

Les matériaux originels des sols ne sont pas nécessairement identiques aux roches meubles ou indurées sous-jacentes, consignées sur les cartes géologiques. Cette distinction s'impose d'autant plus que les surfaces sont aplanies, anciennes et exposées à des climats favorables à une pédogenèse active, conditions réunies dans la majeure partie du continent africain. Ces matériaux peuvent avoir été apportés par colluvionnement, par action biologique ou par les deux processus conjoints. En Afrique intertropicale la plupart ont vraisemblablement subi des pédogenèses multiples, des remaniements mécaniques profonds et des transports latéraux; certains ont été enrichis en surface par apports éoliens ou en profondeur par lessivage oblique (composés ferrugineux p. ex.). L'étude minéralogique des minéraux primaires permet dans certain cas de vérifier les filiations entre les roches, les matériaux originels présumés et les profils.

Sur les soubassements rocheux les recouvrements meubles sont fréquemment séparés des couches altérées profondes (dont la structure rappelle d'ailleurs souvent celle de la roche) par des «stone lines» ou «nappes de gravats» ([17]) de nature et d'origine diverses et souvent controversées. Si en général on attribue aux constituants de ces nappes un caractère résiduel détritique, certains pédologues invoquent des phénomènes de néoformation en

place, surtout quand il s'agit de matériaux ferruginisés. Il est un fait que la constitution et la forme de certains de ces éléments grossiers (cailloux roulés, débris de cuirasse arrondis recouverts de patines lisses et brillantes) appuie l'hypothèse qu'ils ont jadis pu être exposés à la surface ce qui pour d'autres (débris de roche rubéfiés, débris de veine de quartz) est moins probable. Dans le cas des nappes de gravats jadis exposées, comparables alors aux regs actuels des déserts, le recouvrement subséquent peut s'expliquer par apport éolien, par colluvionnement ou par action biologique (termites), et la «stone line» est à considérer comme une particularité du matériau originel au même titre qu'une stratification. Pour les nappes de gravats jamais exposées, leur concentration à certains niveaux peut résulter soit de phénomènes de colluvionnement et de solifluction soit des remaniements mécaniques dont les profils sont normalement le siège : le renversement périodique des arbres, la décomposition de leurs souches et appareils radiculaires, le travail des animaux fouisseurs, l'action des termites, des vers et le remplissage par colluvionnement des vides ainsi laissés. Ces actions combinées peuvent avoir comme effet global la concentration, à la limite inférieure de la couche remaniée, des débris grossiers à l'origine dispersés dans le matériau originel. Dans cette alternative, la nappe de gravats est une conséquence de la pédogenèse actuelle.

Toutefois, vu le caractère polygénétique de beaucoup de matériaux originels en Afrique tropicale il est souvent difficile d'établir avec certitude la nature et l'origine de la ou des multiples «stone lines» que l'on peut observer dans un profil pédologique. Mais comme il est peu douteux que beaucoup récèlent des indications précieuses sur les antécédents climatiques et pédologiques des profils qu'ils traversent, leur étude revêt un intérêt pédogénétique certain.

Enchaînant avec ce qui a été exposé dans les chapitres précédents il est possible d'évaluer la richesse en minéraux altérables des divers matériaux originels qu'offrent à la pédogenèse actuelle *a*) les surfaces trop aplanies pour autoriser des mouvements importants, *b*) les zones essentiellement réceptrices, *c*) les zones de passage ou de translation et *d*) les zones rejuvénées de l'Afrique.

Les résidus de pédogenèses multiples que l'érosion n'a pu enlever couvrent de vastes étendues et comptent sans doute parmi les matériaux les plus pauvres. Même leurs minéraux argileux s'altèrent et l'accumulation relative d'oxydes libres d'alumine qui en résulte s'ajoute à celle des oxydes de fer provenant des minéraux ferromagnésiens.

La richesse des dépôts apportés par l'eau dépendra de la composition lithologique des zones de départ, des distances sur lesquelles ils ont été transportés, de leur âge et des climats qu'ils ont du subir. Les dépôts alimentés par des massifs basaltiques sont parmi les plus riches : leurs teneurs en bases, en

colloïdes siliceux et en minéraux altérables sont élevées. Sous climat sub-humide et semi-aride il s'y développe des vertisols des dépressions (Dj) et des sols halomorphes (M). Le bassin du Nil-Bahr el Ghazal, alimenté en partie par le massif basaltique éthiopien (Nil bleu), en partie par les rebords du Graben où règne une activité volcanique (Nil blanc), présente vraisemblablement l'extension la plus grande de telles argiles noires tropicales du globe. Le bassin du Tchad, bordé au sud par quelques venues basiques, renferme également des vertisols des dépressions. Dans les bassins du Niger et du Kalahari, peu ou pas influencés par des affleurements basiques, ces formations sont rares. Le bassin du Congo, seule grande dépression continentale entièrement sous climat humide, ne recèle pas d'argiles noires tropicales, malgré le fait que certaines de ses alluvions proviennent des zones basiques bordant le graben : ceci est sans doute dû au climat actuel très favorable à une altération rapide et au caractère exorhéique très marqué : seules les alluvions très récentes telles les îles alluvionnaires accusent quelque richesse en minéraux altérables. Les bassins des lacs Victoria-Kyoga enfin, sont humides dans leur partie occidentale, plus secs sur leur bordure orientale qui est également contigue aux formations basiques de la branche orientale du Rift. Il est donc normal d'y trouver les argiles noires tropicales, qui manquent sur les rives occidentales. Les deltas des grands fleuves constituent d'autres exemples : des dépôts du delta du Nil, originaires des vallées du Rift et du massif basique Ethiopien, transportés sur une longue distance mais toujours sous climat aride, sont relativement riches. Il n'en est pas de même pour le delta du Niger dont les sédiments sont dérivés de roches plus acides, transportés et déposés sous des climats humides, plus : favorables à l'altération. Le delta du Zambèze occupe une place intermédiaire : originaire des régions sableuses kalahariennes, ce fleuve s'enrichit lors de son passage à travers les Rhodésies et par son affluent le Shire, exutoire du lac Nyasa. Le delta est en outre soumis à un climat saisonnier moins humide que celui du golfe de Guinée.

Il n'y a pas que des alluvions récentes dans les grandes dépressions. Sous climat aride, les teneurs en éléments altérables des anciennes terrasses, des dunes, des colluvionnements divers qui y constituent la majeure partie des formations superficielles ne diminueront que peu au cours du temps. Il n'en sera pas de même sous des climats plus humides où l'évolution irréversible vers le stade ferrallitique se poursuit inévitablement.

La richesse des zones de passage est plus difficile à évaluer. Généralement plus ou moins remaniées, une partie de leurs matériaux originels est authigène, une autre est constituée de recouvrements comparables à ceux des anciennes surfaces, une autre encore comprend les jeunes sédiments en progression lente vers les zones d'accumulation proprement dites.

La richesse des zones de départ est surtout conditionnée par la constitution minéralogique des matériaux en voie de décapage. Ceux-ci peuvent être aussi bien des roches que des couches d'altération en place, des matériaux polygénétiques en place ou transportés par des cycles d'érosion antérieurs. Parmi les roches, les quartzites sont les plus résistants à l'altération physique et pédogénétique et forment avec certains grès les zones de départ les moins riches. Les roches schisteuses dont la résistance à l'altération et à l'érosion s'étale sur une large gamme, ne sont pas très riches en minéraux altérables (à quelques exceptions près) mais elles fournissent des minéraux argileux. Comme on verra plus loin dans les définitions, la nature minéralogique des argiles a été retenue pour caractériser plusieurs unités de légende. La richesse des roches cristallines augmente en règle générale en raison inverse de leur teneur en quartz, c.à.d. de leur «acidité». La facilité avec laquelle elles s'altèrent est variable mais en général les plus riches en minéraux ferromagnésiens sont les moins résistantes. Les filons de roches ferromagnésiennes qui affleurent en de nombreux endroits peuvent être considérés comme autant de sources d'oxyde de fer libre qui, au cours du temps a pu s'accumuler en cuirasses relatives ou absolues ([10]). Sous certains climats ces roches riches en minéraux ferromagnésiens se couvrent de cuirasses ferrugineuses indurées qui les protègent contre l'érosion. Il peut se produire ainsi des véritables inversions de modelé lors d'un cycle d'érosion ultérieur, les roches plus dures mais non cuirassées se creusant plus facilement que celles protégées par une cuirasse ([7]).

La richesse de matériaux apportés par voie éolienne dépendra de leur composition minéralogique. Les poussières volcaniques ne sont pas nécessairement riches, tels les verres volcaniques. Quant aux sables éoliens, ils peuvent encore contenir des minéraux altérables et des agrégats argileux mais dans la plupart des cas ils sont principalement formés de quartz, d'où leur pauvreté plus grande encore que celle des résidus polygénétiques des plateaux peu érodés par lesquels nous avons commencé cet exposé .

Cet aperçu très général des matériaux originels qu'offrent à la pédogenèse actuelle les principaux paysages d'Afrique et plus particulièrement d'Afrique intertropicale ne laisse guère prévoir de grandes ressources en minéraux altérables. Seuls font exception certains sols dérivés directement de roches sous-jacentes ou de cendrées volcaniques, les argiles noires et certaines alluvions récentes. La plus grande partie des matériaux sont des résidus polygénétiques profondément altérés et lixiviés, des sédiments remaniés plus ou moins épuisés, et des dépôts sableux presque stériles.

Sur les îles volcaniques les conditions sont plus favorables, de même qu'à Madagascar où la cuirasse tertiaire est peu fréquente où les résidus polygénétiques des plateaux sont peu répandus vu le modelé plus accidenté,

où la proportion d'affleurements basiques est plus grande et où les principales plaines alluvionnaires, alimentées par le massif cristallin, s'étalent sous des climats relativement secs.

BIBLIOGRAPHIE

1. AETFAT, *Carte de la végétation de l'Afrique — Vegetation map of Africa*, Oxford University Press, 1959.
2. A. AUBRÉVILLE, *Etude écologique des principales formations végétales du Brésil*, Centre Technique et Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne (Seine), France, 1961.
3. E. BERNARD, *Le climat écologique de la Cuvette centrale congolaise*, INEAC, Coll. in 4°, 1945.
4. E. BERNARD, *Théorie astronomique des pluviaux et interpluviaux du Quaternaire africain*, Ac. Roy. Sc. Outremer, Mém. in 8°, T XII, fasc. 1, 1962.
5. *Bulletin Climatologique Annuel du Congo Belge et du Ruanda Urundi*, INEAC, Bruxelles 1959.
6. CCTA/CSA, Réunion de spécialistes du CSA en matière de Phyto-géographie, Yangambi. CCTA Lagos Publ. n° 22, 1956.
7. E. DE CHETELAT, Le modelé latéritique de l'Ouest de la Guinée française, *Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, XI, 1, 1938.
8. R. DEVRED, La végétation forestière du Congo Belge et du Ruanda Urundi, *Bull. Soc. Roy. For. Belgique*, 65, 6, pp. 409-468, 1 carte, 1958.
9. J. D'HOORE, *L'accumulation des sesquioxydes libres dans les sols tropicaux*, INEAC, Bruxelles, Série Scientif., n° 62, 1954.
10. J. D'HOORE, The description and classification of free sesquioxide accumulation zones, *C.R. Ve Congr. Intl. Sc. Sol*, Léopoldville, Vol. IV, pp. 45-48, 1954.
11. J. D'HOORE, Influence de la mise en culture sur l'évolution des sols dans la zone de forêt dense de basse et moyenne altitude, *C.R. Colloque CCTA/UNESCO sur les relations entre la végétation et les sols*, Adiopodoumé, Côte d'Ivoire, 1959.
12. H. ERHART, *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*, Masson et Cie, Paris, 1956.
13. F. FOURNIER, *Carte du danger d'érosion en Afrique au sud du Sahara*, CEE-CCTA, avril 1962.
14. R. FURON, *Géologie de l'Afrique*, Payot, Paris, 1960.
15. J. GUILLOTEAU, Le problème des feux de brousse et des brûlis dans la mise en valeur et la conservation des sols en Afrique au sud du Sahara, *Sols Africains — African Soils*, Vol. IV, n° 2, pp. 65-102, 1957.
16. J. DE HEINZELIN, *Sols, paléosols et désertifications anciennes dans le secteur nord-oriental du Bassin du Congo*, INEAC, Bruxelles, 1952.
17. J. DE HEINZELIN, *Observations sur la genèse des nappes de gravats dans les sols tropicaux*, INEAC, Série Scient., n° 64, 1955.
18. S.P. JACKSON, *Atlas climatologique de l'Afrique — Climatological atlas of Africa*, CCTA/CSA, Lagos, Nairobi, 1962.
19. W.G. KENDREW, *The climates of the continents*, Clarendon press, Oxford, 1953.
20. L.C. KING, *South african scenery*, Oliver and Boyd, Edinburgh, London, 1951.
21. J. LEPERSONNE, *Les aplanissements d'érosion du nord-est du Congo belge et des régions voisines*, Ac. Roy. Sc. Col., Mém. in 8°, T. IV, fasc. 7, 1956.
22. R. MAIGNIEN, *Le cuirassement des sols en Guinée, Afrique occidentale*, Thèse Université de Strasbourg, 1958.
23. G. MORTELMANS, Le Pleistocène africain et sa stratigraphie au 3me Congrès pan-africain de préhistoire (Livingstone, juillet 1955), *Bull. Soc. Belge Géol.*, T. LXI, 1, 58-73, 1956.
24. A. PITOT et H. MASSON, Quelques données sur la température au cours des feux de brousse aux environs de Dakar, *Publ. IFAN*, 13 (3) 711-732, 1951.
25. G.T. TREWARTHA, *An introduction to climate*, Mc Grawhill, New York, 1954.
26. G.T. TREWARTHA, *The earth's problem climates*, The University of Wisconsin Press, Madison, 1961.
27. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, *Soil classification. A comprehensive system*, 7th approximation, 1960.

DEUXIÈME PARTIE

LES UNITES CARTOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Dans cette deuxième partie on passera en revue les 62 éléments de la légende qui, combinés, forment les 275 unités cartographiques de la carte. Ces unités cartographiques sont soit des éléments de légende, soit des associations de deux ou trois de ces éléments, groupés suivant des critères principalement géographiques. Des critères génétiques séparent dans la mesure du possible, les éléments de la légende, ce qui permet de les ranger suivant un degré de développement croissant et d'apparenter la séquence ainsi obtenue aux systèmes de classification modernes. Tout comme dans la légende, les éléments ont été groupés, et pour chacun de ces groupes, parfois même pour des éléments simples, on précisera :

1. La définition

Ces définitions s'identifient aux compromis rédigés à la suite de la Réunion de Spécialistes, Projet Conjoint CCTA/CSA n° 11 (Paris, septembre 1961) et du Colloque CCTA/FAO sur la classification des sols des régions intertropicales (Léopoldville, mai, 1963) ([5]).

2. Les unités associées

Dans ce paragraphe on énumérera les combinaisons dans lesquelles l'élément figure sur la carte, ce qui exclut donc les associations de faible étendue. Ainsi certains éléments très répandus comme les sols hydromorphes dans les régions humides et sub-humides, les sols halomorphes dans les régions semi-arides et arides, ne figureront dans les associations que s'ils y sont bien représentés. La séquence des symboles qui caractérisent ces associations est purement alphabétique et n'implique aucune dominance. Dans le calcul des superficies couvertes par chacun des éléments d'unités cartographiques (voir tableau II, chapitre 4, IVme partie) nous avons admis l'hypothèse que dans les associations binaires et ternaires les constituants couvraient respectivement la moitié et le tiers des surfaces consignées dans le tableau I du même chapitre, conscients qu'il ne pouvait s'agir que d'une approximation. Ces listes d'éléments associés et les superficies qu'ils couvrent, précisent le milieu pédologique naturel dans lequel chacun des éléments est normalement situé.

3. Répartition

Cette énumération des pays où l'élément a été consigné, appelle les mêmes réserves que la précédente : il n'a été tenu compte que des éléments couvrant d'un seul tenant des surfaces suffisamment importantes. Complémentairement, le chapitre 3 de la IVme partie donne pour chaque pays la liste des éléments qui figurent sur la carte.

Cet inventaire, qui permet de situer géographiquement les éléments, est suivi d'un bref commentaire mettant en lumière l'incidence des facteurs pédogénétiques sur leur extension.

4. Valeur agricole

Ce paragraphe, domaine de la recherche appliquée, se limite à quelques données générales concernant l'aptitude agricole des terres.

CHAPITRE 1

LES SOLS MINÉRAUX BRUTS

Le terme «sol» peut à peine s'appliquer aux éléments de légende traités dans ce premier chapitre. Les conditions de milieu qui y règnent sont en effet défavorables à la vie qui par conséquent y fait presque entièrement défaut, et la pédogenèse dont elle est le principal promoteur y est à peine ébauchée. Ce sont des «présols» ou des sols à des temps de formation proches de zéro.

En Afrique ces «sols» minéraux bruts revêtent une importance toute particulière étant donné les énormes surfaces qu'ils occupent, surtout en hémisphère nord (28,07% de la surface totale du continent).

A. — Les roches et les débris de roches

Ce sont des matériaux indurés, éventuellement réduits en débris grossiers, et leur altération a été avant tout physique. Dans la légende leur distinction a été faite suivant des critères lithologiques. L'intérêt agricole de ce groupe d'unités est négligeable. Il couvre des superficies importantes, surtout au nord

de l'équateur. Pour l'ensemble du continent il totalise environ 2.300.000 km², soit près de 8% de la superficie totale.

1. Les roches riches en minéraux ferromagnésiens — Aa

Définition

Dolérites, péridotites, ... mais surtout basaltes

Unités associées

AaAp : avec regs résiduels
AaBa : avec lithosols sur laves
AaBn : avec sols jeunes sur efflata
AaGb : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales non différenciés
AaHa : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales, développés sur efflata
AaOa : avec sols organiques de montagne
Ra : l'unité fait partie de l'association des îles volcaniques

La première association AaAp, est de loin la plus répandue (500.000 km²). Tout comme la suivante (AaBa - 44.000 km²) elle n'a été cartographiée qu'en hémisphère nord. L'étendue des 5 autres ne totalise que 10.000 km². A l'exception de AaGb on ne les retrouve qu'au sud de l'équateur. L'unité Aa, seule ou en association, n'a pas été signalée à Madagascar.

Répartition

Algérie (Sahara), région subdésertique du N. Kenya et sa continuation au sud de l'Ethiopie, Mali, Mauritanie, Côte française des Somalis, Somalia, Sudan, Tanganyika, Tchad (Tibesti) et les diverses îles d'origine volcanique des océans Atlantique et Indien.

Cette unité se trouve en général dans des conditions assez extrêmes d'ordre climatique (déserts, sommets de hautes montagnes) ou topographique (fortes pentes qui permettent un décapage rapide des produits d'altération). Ailleurs elle est limitée à des roches de formation très récente (laves). Il est à noter qu'à conditions climatiques ou topographiques égales, l'altération chimique des roches riches en minéraux ferromagnésiens est généralement plus facile que celle des autres roches.

Valeur agricole

Nulle. Nous avons distingué ces matériaux des autres roches à cause de la richesse en éléments biogènes de leurs minéraux constituants. Leurs débris

fins qui peuvent s'accumuler dans les dépressions de leurs paysages ont donc un potentiel de fertilité plus élévé que les matériaux analogues de paysages à Ab, Ab′ ou Ac.

2. Les cuirasses ferrugineuses et carapaces calcaires

La genèse de ces deux formations, que l'on ne trouve que très rarement associées, présente beaucoup de points communs. Dans les deux cas il s'agit de formations secondaires, parfois actuelles mais le plus souvent anciennes, constituées d'éléments résiduels plus ou moins inactifs et de produits d'altération relativement mobiles, déposés à la surface ou dans les pores de leur masse. Ces produits d'altération sont souvent importés — toujours dans le cas des carapaces calcaires — mais ils peuvent aussi être résiduels; leur accumulation est alors le résultat de l'exportation d'éléments plus mobiles hors de la couche d'altération. C'est le cas des accumulations dites «relatives» ([8]).

Si les constituants mobiles ainsi accumulés peuvent jouer le rôle de liant et ensuite s'indurer — ce qui n'est pas toujours le cas — il se formera des véritables roches secondaires, stables dans les conditions de milieu où elles se sont formées. Dès que les conditions de milieu deviendront favorables à leur altération, elles se mueront en matériaux originels, donnant lieu d'abord à des lithosols (Bc ou Bc′), ensuite à des sols plus évolués.

a) Cuirasses ferrugineuses ([7]) ([17]) — Ab

Définition

Formations secondaires constituées de matériaux meubles divers tels que produits d'altération de roches, horizons d'accumulation de paléosols, dépôts alluvionnaires etc., enrichis en sesquioxydes résiduels ou importés, et par la suite indurés. Les liants principaux sont des oxydes de fer cristallins ([28]).

Il semble superflu d'attribuer une trop grande importance à la caractérisation morphologique de ces cuirasses :

a) N'importe quel matériau peut constituer la zone de réception : sables, argiles, graviers, débris de roche, y compris fragments de cuirasse ferrugineuse... tout cela en mélange homogène, hétérogène ou parfois même stratifié.

b) La couleur de l'ensemble varie d'après la composition des liants et autres éléments mobiles accumulés, d'après leur degré d'hydratation et de cristallisation. Elle varie du brun-noir au jaune-brun, en passant par le brun et le rouge-violacé.

c) Sauf dans les matériaux de réception relativement grossiers l'impregnation par sesquioxydes est rarement uniforme. Souvent elle dessine des motifs

réticulaires, parfois feuilletés, où des parois impregnées et donc indurables, entourent et séparent des matériaux non impregnés. Après exposition, les agents de l'érosion évideront la cuirasse de ses inclusions non indurées et lui confèreront ainsi une structure scoriacée. Ces cuirasses scoriacées, réenfouies, peuvent se remplir à nouveau de précipitations secondaires.

Unités associées

AbAc : avec roches non différenciées
AbBd : avec lithosols non différenciés
AbBf : avec sols subdésertiques
AbGa : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales, sur sédiments meubles
AbHb : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
AbJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
AbLc : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
AbLm : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge sur roches riches en minéraux ferromagnésiens.

De ces associations seules AbGa (95.000 km^2) et AbJd (58.000 km^2) ont une superficie totale supérieure à 50.000 km^2.

Répartition

Côte d'Ivoire, Dahomey, Guinée, Guiné Portuguesa, Haute Volta, Liberia, Mali, Niger, Sénégal, Sierra Leone.

Sur la carte l'unité n'a été consignée que sur une aire relativement réduite de l'Afrique occidentale, comprise entre 5°N, 20°N, 10°E et 15°W. C'est là en effet que le cuirassement est le plus prononcé en Afrique et peut-être dans toute la zone intertropicale du globe. Ab ne désigne que les cuirasses restées plus ou moins intactes : ses débris, cartographiés en partie par l'unité Bc (*), indiquent que son extension a été beaucoup plus grande.

Il ne sera par tenté ici de mettre ces formations anciennes, représentées par l'élément Ab, en rapport avec les conditions climatiques actuelles. On peut toutefois souligner les rapports certains qui les lient à la lithologie des substratums géologiques de leur paysage pris dans le sens le plus large. C'est en effet ce substratum qui a libéré les masses énormes de sesquioxydes concentrées dans les cuirasses, quel que soit le mécanisme d'accumulation invoqué :

(*) Une partie des formations Bc peut désigner des concrétionnements actuels. Les données dont nous disposions ne nous ont pas permis de les distinguer partout des débris de cuirasses anciennes.

exportation vers des zones jadis ou encore actuellement déprimées ou enrichissement relatif par lixiviation de constituants non-sesquioxydes plus mobiles. Dans ce dernier cas les processus d'accumulation, amorcés au cours de périodes géologiques antérieures, peuvent encore se poursuivre actuellement.

Valeur agricole

Quand ces cuirasses sont peu épaisses et recouvrent des matériaux meubles le percement suivi d'afforestation peut donner des résultats satisfaisants.

b) Carapaces calcaires — Ab'

Définition

Formations secondaires constituées de sels calcaires (carbonates ou sulfates) déposés à la surface ou à l'intérieur d'autres matériaux et formant des masses compactes et indurées. Durand ([9]) distingue la «croûte travertineuse calcaire à structure zonée, très dure, de couleur allant du blanc au saumon, qui se rencontre en général au sommet des roches calcifères» et «l'encroûtement», qui est «une formation dure d'allure plus ou moins scoriacée, se présentant sous l'aspect de grès. Le ciment peut être calcaire, gypseux ou même salin suivant la nature du matériau encroûtant». Les composés calcaires se concentrent plus fréquemment en couches superficielles zonées que ne le font les composés ferrugineux dont on connaît néanmoins des formations à structure feuilletée. Les films manganifères sont fréquents.

Unités associées

Ab'Bf : avec sols subdésertiques.

Répartition

L'unité couvre des grandes étendues en Algérie et au Maroc. Il s'agit davantage de croûtes superficielles à structure zonée que d'accumulations suivies d'induration à l'intérieur de matériaux meubles. Les conditions climatiques favorables à leur formation ont fait l'objet de nombreuses hypothèses. Cependant, il est douteux qu'elles puissent se développer dans les conditions climatiques auxquelles elles sont actuellement soumises, c.-à-d. un climat subdésertique à désertique. Comme pour les cuirasses ferrugineuses Ab il s'agit donc vraisemblablement dans la plupart des cas de vestiges paléoclimatiques. Sous climats plus humides, tant en Afrique du Nord qu'en Afrique méridionale, ces accumulations calcaires se transforment en sols (Bc' : Lithosols sur carapaces calcaires).

Valeur agricole

Très faible. Comme la dalle ferrugineuse, la croûte calcaire peut être percée et plantée d'arbres. Dans les régions moins arides d'Afrique du Nord où cette croûte affleure fréquemment, beaucoup de nouvelles vignes sont ainsi installées. La méthode était d'ailleurs déjà utilisée à l'époque romaine.

3. Les roches non différenciées — Ac

Définition

Elles désignent les roches autres que celles faisant l'objet des paragraphes précédents. Les granites et les gneiss du complexe de base en constituent les éléments principaux.

Unités associées

AbAc : avec cuirasses ferrugineuses
AcAo : avec plaines argileuses des déserts
AcAp : avec regs résiduels
AcBc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
AcBd : avec lithosols non différenciés
AcBf : avec sols subdésertiques
AcCa : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
AcGa : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales sur sédiments meubles
AcGn : avec sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes
AcIa : avec sols rouges méditerranéens
AcIn : avec sols bruns méditerranéens
AcJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
AcJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
AcLc : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
AcBdJa : avec lithosols non différenciés et sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
AcBdJd : avec lithosols non différenciés et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
AcCaGn : avec rendzines, et/ou sol bruns calcaires et sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes
AcDbIa : avec vertisols lithomorphes dérivés de roches calcaires et sols rouges méditerranéens
AcDjJd : avec vertisols des dépressions topographiques et sols ferrugineux tropicaux non différenciés

AcDjMa : avec vertisols des dépressions topographiques et solonetz ou solonetz solodisés

AcFaIn : avec sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils et sols bruns méditerranéens

AcJdLc : avec sols ferrugineux tropicaux et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés

AcJdNa : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés et sols hydromorphes minéraux.

Les unités AcAp (493.000 km²), AcBd (309.000 km²) et AcBf (566.000 km²) sont les plus importantes. On les trouve surtout (exclusivement dans le cas de AcAp) au nord de l'équateur. Les autres associations couvrent chacune moins de 100 km².

Répartition

Africa Occidental Española, Algérie, Angola, Côte d'Ivoire, Ethiopia, Ghana, Guinée, Guiné Portuguesa, Haute Volta, Libye, Mali, Maroc, Mauritanie, Niger, Rhodesia (Southern), Republic of South Africa, Sénégal, Sudan, South West Africa, Tanganyika, Tchad, Togo, Tunisie, United Arab Republic.

Valeur agricole

Très faible à nulle.

B — Les matériaux détritiques des déserts

Définition générale

Matériaux meubles de composition granulométrique diverse, sans couvert végétal, soumis à des remaniements mécaniques surtout par le vent et situés sous des climats chauds à précipitation nulle ou très faible et erratique. Il n'y a pas de développement de profil et les remaniements mécaniques ont effacé les éventuels vestiges d'organisation pédologique, hérités de cycles climatiques plus favorables. Dans la légende ces matériaux ont été distingués d'après des critères essentiellement granulométriques.

1. Les sables (ergs) — An

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

AnAp : avec regs résiduels
AnAp' : avec regs allochtones
AnBf : avec sols subdésertiques.

L'association AnAp (132.000 km²) est de très loin la plus importante, les deux autres ne couvrent que des superficies négligeables.

Répartition

Africa Occidental Española, Algérie, Angola, Libya, Mali, Mauritanie, Niger, Sudan, South West Africa, Tchad, Tunisie, United Arab Republic. L'élément est donc confiné à deux zones bien distinctes : le Sahara et la côte atlantique méridionale entre 16°S et 28°S.

Valeur agricole

Nulle. La présence d'eau permet toutefois l'installation de jardins (Oasis Br).

2. Les plaines argileuses — Ao

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

AcAo : avec roches et débris de roches non différenciés
AoBf : avec sols subdésertiques.

Répartition

Mauritanie, Côte française des Somalis, Niger, Tchad.

Il s'agit vraisemblablement d'anciens dépôts lacustres. Au Tchad les plaines argileuses occupent les parties les plus profondes de la dépression : le lac actuel est retenu à une cote plus élevée de quelques 100 m par les atterrissements du Chari ([13]). En Somalie l'unité se trouve dans des dépressions où subsistent des mares salées.

Valeur agricole

Nulle. Leur teneur en sels solubles est souvent élevée ce qui, même en présence d'eau, rend difficile l'installation de jardins (Oasis) (Br).

3. Les regs

Ce sont les cailloutis, les «desert pavements» qui au Sahara couvrent des étendues très importantes. Sans compter les regs que peuvent inclure les matériaux des déserts non différenciés (Ar) la superficie cartographiée Ap et Ap' est de 2.257.000 km² (1.353.000 km² sont couverts par des sables (An)). Dutil ([10]), à qui nous devons la plupart des données sur le Sahara, distingue les regs rédiduels et les regs allochtones.

a) Les regs résiduels — Ap

Définition

Matériaux résiduels grossiers, produits d'altération physique, accumulés suite à l'efflation des éléments fins auxquels ils se trouvaient originellement mélangés.

Unités associées

AaAp : avec roches et débris de roches riches en minéraux ferromagnésiens
AcAp : avec roches et débris de roches non différenciées
AnAp : avec sables
ApGb : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales non différenciés.

Les plus importantes de ces associations sont AaAp et AcAp, qui couvrent chacune environ 500.000 km². AnAp occupe 132.000 km² tandis que ApGb, sous climat déjà moins aride, ne s'étend que sur 32.000 km².

Répartition

Africa Occidental Española, Algérie, Libya, Mali, Maroc, Mauritanie, Somalia, Côte française des Somalis, Tchad et Tunisie. L'unité n'a été consignée que dans le Sahara et dans la région désertique des Somalies, mais il est vraisemblable que son extension y est plus grande : faute de données plus précises nous avons cartographié la plus grande partie du Sahara à l'ouest de 15° E comme Ar : Déserts non différenciés.

Valeur agricole

Nulle.

b) Les regs allochtones — Ap'

Définition

Débris grossiers d'altération physique transportés p.ex. par des cours d'eau temporaires.

Unités associées

AnAp' : avec sables
Ap'Ar : avec déserts non différenciés.

Répartition

Africa Occidental Española, Algérie, Libya, Niger. Cet élément, moins répandu que Ap, est limité à des dépressions : bassins fermés, ouadi.

Valeur agricole

Nulle.

4. Les déserts non différenciés — Ar

Définition

Tous les matériaux meubles soumis à des conditions de désert (voir définition générale), que par manque de renseignements plus précis nous n'avons pu séparer.

Unités associées

Ap'Ar : avec regs allochtones
ArMe : avec sols halomorphes non différenciés.

Répartition

Africa Occidental Española, Algérie, Angola, Ethiopia, Libya, Maroc, Mauritanie, Sudan, South West Africa, United Arab Republic.

Valeur agricole

Nulle.

CHAPITRE 2

LES SOLS PEU ÉVOLUÉS

A part les sols subdésertiques (Bf), qui appartiennent à l'ordre des aridisols (Classification U.S.D.A., 7me approximation ([27])) tous les éléments traités dans ce chapitre relèvent de l'ordre des entisols. Le faible degré de développe-

ment des profils, reflété par une différentiation très peu marquée de leurs horizons est leur caractéristique commune. Les causes peuvent être multiples :

— faible teneur des matériaux originels en éléments altérables ou transférables (matériaux très quartzeux par exemple),
— climat peu propice aux altérations chimiques et aux mouvements à l'intérieur des profils (climats arides ou très froids),
— processus d'érosion qui décapent les couches superficielles meubles au fur et à mesure de leur formation (modelés très accidentés, pluviosités très intenses),
— processus de remaniement sur place qui effacent la différentiation horizontale induite par les autres facteurs pédogénétiques,
— continuité des apports de matériau originel (plaines alluvionnaires, régions soumises au dépôt de poussières volcaniques et autres apports éoliens),
— jeunesse des dépôts, brièveté du «temps pédogénétique».

A — Les lithosols (sols squelettiques) et sols lithiques

Définition générale

Sols à très faible différentiation d'horizons génétiques, avec des éléments grossiers et dont la roche-mère solide se trouve à moins de 30 cm de profondeur. Exception faite pour les deux premiers (Ba et Bb) ces éléments sont très répandus de part et d'autre de l'équateur. La superficie qu'ils couvrent sur le continent peut être estimée à quelques 3.366.000 km², soit plus de 11% de la superficie totale. A Madagascar ce rapport est d'environ 20%.

1. Lithosols sur laves — Ba

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

AaBa : avec roches et débris de roches riches en minéraux ferromagnésiens
BaHa : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur efflata
Ra : l'unité fait partie de l'association des îles volcaniques.

Seule la première de ces associations, (AaBa), couvre une superficie importante, notamment au Kenya, sous climat aride. La majorité des plages cartographiées Ba correspondent à des épanchements très récents à actuels.

Répartition

Cameroun, Kenya, Nigeria, Rwanda.

Valeur agricole

Faible. Sols à vocation forestière si le climat est suffisamment humide.

2. Les lithosols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens — Bb

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

BbHb : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BbJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
BbKa : avec ferrisols humifères
BbKb : avec ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
Ra : l'unité fait partie de l'association des îles volcaniques.

Avec ses 40.000 km², l'association BbHb est de loin la plus importante; l'ensemble des autres couvre moins de 10.000 km².

Répartition

Bechuanaland, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Haute Volta, Mali, Madagascar, Niger, Rhodesia (Northern), Rhodesia (Southern).

Ils se limitent aux roches basiques affleurant dans des paysages plus ou moins accidentés sous climat sub-humide à semi-aride.

Valeur agricole

Généralement faible.

3. Les lithosols sur cuirasses ferrugineuses — Bc

Définition

Sur la carte cet élément est un des plus importants, tant par la surface totale qu'il occupe (1.412.000 km² - 4,8%) que par son aire de distribution, mais sa définition manque de précision. En effet, la nature de ces cuirasses ou débris de cuirasse ferrugineuses n'est pas partout la même. S'il est acquis que la plupart sont anciennes et que des conditions topographiques et peut-être

climatiques fort différentes des conditions présentes ont pu présider à leur formation, nous savons aussi que certaines cuirasses et concrétions se forment actuellement dans le sol. Dès lors un lithosol Bc peut désigner aussi bien un matériau originel meuble ou profil évolué dans lequel une cuirasse se développe en profondeur, qu'une cuirasse en voie de démantèlement.

Unités associées

AcBc : avec roches et débris de roches non différenciées
BcDa : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
BcGb : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales non différenciés
BcHb : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BcJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BcKb : avec ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BcKc : avec ferrisols non différenciés
BcLa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux
BcLc : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
BcLm : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BcLn : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
BcLx : avec sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers
BcDjJd : avec vertisols des dépressions topographiques et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BcDjLc : avec vertisols des dépressions topographiques et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
BcJaJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux et sur roches cristallines acides
BcJdLc : avec sols ferrugineux tropicaux et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
BcJdLn : avec sols ferrugineux tropicaux et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
BcKcLc : avec ferrisols et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
BcKcLn : avec ferrisols et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
BcKcLx : avec ferrisols non différenciés et sols ferrallitiques jaunes et rouge sur matériaux originels divers

BcLaLx : avec sols ferrallitiques jaunes sur sédiments meubles sableux et sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers

BcLsLt : avec sols ferrallitiques humifères et sols ferrallitiques à horizon sombre.

Leurs associations avec les sols ferrugineux tropicaux et avec les sols ferrallitiques sont les plus répandues. Pour les premières, la mobilité des composés ferrugineux qui les caractérise permet d'admettre qu'une partie des sols cartographiés Bc sont des lithosols dont la cuirasse ou les concrétions résultent de la pédogenèse actuelle. En ce qui concerne les associations avec les sols ferrallitiques, dans la plupart des cas, l'argument géomorphologique et la nature du couvert végétal font conclure d'une part au caractère ancien des cuirasses et d'autre part à des processus pédogénétiques qui tendent à les démanteler.

Répartition

Burundi, Centr'africaine (République), Cameroun, Congo (Léopoldville), Côte d'Ivoire, Dahomey, Gabon, Gambia, Ghana, Guinéa Continental Española, Guiné (Port), Guinée, Haute Volta, Kenya, Madagascar, Mali, Mauritanie, Moçambique, Nigeria, Rwanda, Rhodesia (Northern), Sénégal, Sudan, Tanganyika, Togo, Uganda.

Sur la carte l'élément est exclusivement consigné entre les latitudes 17° nord et sud, avec une prédominance toutefois pour l'hémisphère nord (887.000 contre 525.000 km^2). Tout comme l'unité Ab, dont elle dérive en grande partie, elle semble caractéristique des surfaces tertiaires.

Valeur agricole

A première vue la valeur agricole des sols où la cuirasse se forme actuellement peut être aussi précaire que celle des sols où cette cuirasse est en voie de démantèlement. Dans les deux cas elle dépendra non seulement de la réserve propre de la cuirasse mais aussi de celle des matériaux meubles qui la surmontent ou de celle des matériaux sousjacents que le système radiculaire explore après avoir percé ou contourné la cuirasse.

Dans certains cas favorables la réafforestation, bien protégée des feux, a été tentée avec succès.

4. Les lithosols sur carapaces calcaires — Bc'

Cfr. IIIe Partie, profil 1. p. 133

Définition

Voir définition générale.

A l'image des lithosols sur cuirasse ferrugineuse on peut admettre que dans certains cas la carapace calcaire continue à se former et est donc partiellement le produit de la pédogenèse actuelle. Dans d'autres cas, la carapace, vestige paléopédogénétique, s'identifie à un matériau originel.

En Afrique méridionale (Sud-Ouest Africain, République Sud-africaine) on rencontre ces sols (généralement associés à des sols bruns arides sur matériaux sableux) sur des reliefs planes à faiblement ondulés. Une mince couche de sable éolien brun à brun-rouge y recouvre une croûte calcaire d'épaisseur variable. Le pH est neutre à faiblement alcalin. Dans la fraction argileuse illite et montmorillonite dominent. On ne peut évidemment parler de lithosol que là où le recouvrement sableux est suffisamment mince (30 cm).

Unités associées

Bc'Bf : avec sols subdésertiques non différenciés
Bc'Ca : avec rendzines ou avec sols bruns calcaires
Bc'Ga : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales sur sédiments meubles
Bc'Gn : avec sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes
Bc'Me : avec sols halomorphes non différenciés.

Les associations, Bc'Ga et Bc'Gn sont les plus importantes, couvrant respectivement 180.000 et 122.000 km^2. L'ensemble des autres associations totalise à peine 20.000 km^2.

Répartition

Algérie, Maroc, Republic of South Africa, South West Africa et Tunisie.

Cette formation est limitée aux régions relativement arides situées aux confins des déserts. En Afrique du Nord elle semble liée à la présence d'un soubassement rocheux calcaire. En Afrique méridionale nous la trouvons sur la «Série des dolomies» en bordure du bassin du Kalahari.

Valeur agricole

Ces sols ont un certain potentiel agricole. On y installe souvent des vignobles en Afrique du Nord, en Afrique méridionale ils sont utilisés comme pâtures extensives.

5. Les lithosols non différenciés — Bd

C'est la catégorie de lithosols la plus répandue et la plus étendue qui figure sur la carte. Sur le continent elle couvre quelques 1.714.000 km² (6% de la surface totale) et 119.000 km² (plus de 19%) de Madagascar. C'est aussi l'élément qui participe au plus grand nombre d'associations.

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

AbBd : avec cuirasses ferrugineuses
AcBd : avec roches et débris de roches non différenciés
BdBf : avec sols subdésertiques
BdCa : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
BdDa : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
BdDj : avec vertisols des dépressions topographiques
BdFa : avec sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils
BdGb : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
BdHd : avec sols bruns eutrophes non différenciés des régions tropicales
BdIn : avec sols bruns méditerranéens
BdJa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
BdJb : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BdJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
BdJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BdKc : avec ferrisols non différenciés
BdLn : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
BdLx : avec sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers
AcBdJa : avec roches et débris de roches non différenciés et sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
AcBdJd : avec roches, débris de roches et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BdBfMb : avec sols subdésertiques et sols salins, sols à alcalis et sols salés à alcalis
BdCaDb : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires et vertisols dérivés de roches calcaires

BdCaIn : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires et sols bruns méditerranéens

BdDaJd : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens et sols ferrugineux tropicaux non différenciés

BdFaJd : avec sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils et sols ferrugineux tropicaux non différenciés

BdHbJc : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur roches riches en minéraux ferromagnésiens et sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides

BdJdKc : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés et ferrisols non différenciés

BdJdLn : avec sols ferrugineux tropicaux et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés

BdKbLm : avec ferrisols et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge sur roches riches en minéraux ferromagnésiens

BdKcLn : avec ferrisols et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés

BdKcLx : avec ferrisols non différenciés et sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers

Les associations BdBf (323.000 km^2), BdGb (581.000 km^2) et BdJd (210.000 km^2) sont les plus répandues. Celles avec des sols ferrallitiques sont les moins nombreuses.

Répartition

Algérie, Angola, Basutoland, Bechuanaland, Burundi, Cameroun, Côte d'Ivoire, Congo (Léopoldville), Ethiopia, Gabon, Ghana, Guinea Continental Española, Guiné Portuguesa, Kenya, Liberia, Mali, Madagascar, Maroc, Moçambique, Nigeria, Niger, Nyasaland, Rwanda, République Centr'africaine, Rhodesia (Northern), Rhodesia (Southern), Republic of South Africa, Sierra Leone, Somalia, Sudan, South West Africa, Swaziland, Tanganyika, Tchad, Togo, Tunisie, Uganda.

Cet élément caractérise les régions où l'érosion est importante. Sur la carte sa présence peut donc indiquer aussi bien des reliefs accentués que des climats aux précipitations intenses que des couverts végétaux à faible pouvoir protecteur.

Valeur agricole

Généralement faible. Vocation forestière là où le climat s'y prête. Ailleurs maigres pâtures, réserves de chasse.

B — Les sols subdésertiques — Bf

Cfr. IIIe Partie, profils 2*a* et 2*b*. p. 134 - 135

Ces sols constituent la transition entre les matériaux détritiques des déserts, pratiquement abiotiques, et les sols bruns des régions arides et subarides. Leur superficie totale est d'environ 2.000.000 km² (7% de la surface totale du continent).

Définition

Sols pauvres en matières organiques, avec très faible différentiation d'horizons génétiques, parfois avec accumulation de carbonates ou de sels solubles, légèrement durcis en surface ou/et à certains niveaux en profondeur. Ils se trouvent sous climat chaud à très faibles précipitations.

Pochon J. et al. ([22]) ont étudié quelques échantillons prélevés près de Béni-Ounif (31°42′N - 1°32W), une plage qui sur notre carte est marquée Ab′Bf. Soumis à une pluviosité quasi nulle (1-2 mm par an), le taux d'humidité des sols était de l'ordre de 5 pour mille. Ils ont constaté une très faible activité biologique : le nombre de germes ne dépassait pas le million par g de sol et certains groupements physiologiques tels que les fixateurs d'azote et les nitrificateurs faisaient entièrement défaut.

Unités associées

AbBf : avec cuirasses ferrugineuses
Ab′Bf : avec carapaces calcaires
AcBf : avec roches et débris de roches non différenciées
AnBf : avec matériaux détritiques des déserts (sables)
AoBf : avec plaines argileuses des déserts
Bc′Bf : avec lithosols sur carapaces calcaires
BdBf : avec lithosols non différenciés
BfBo : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres
BfCc : avec sols à teneur élevée en gypse
BfMe : avec sols halomorphes non différenciés
BdBfMb : avec lithosols non différenciés et sols salins, sols à alcalis et sols salés à alcalis
BfBoMe : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres et sols halomorphes non différenciés.

Parmi ces associations, les plus importantes sont Ab′Bf (259.000 km²), AcBf (566.000 km²), AoBf (198.000 km²) et BdBf (323.000 km²), ce qui indique bien le caractère transitionel de l'élément Bf : les associations avec Ab′, Ac et Ao vers les régions plus arides, avec Bd vers les régions plus humides.

L'élément Bf est associé aussi bien à des carapaces calcaires qu'à des anciennes cuirasses ferrugineuses qu'à des formations halomorphes. Dans ces régions à déficit de saturation très élevé l'halomorphie prend le pas sur l'hydromorphie qui nulle part dans toute la zone couverte par les sols subdésertiques est suffisamment importante que pour être consignée sur la carte.

Répartition

Algérie, Angola, Ethiopia, Kenya, Libya, Mali, Maroc, Mauritanie, Niger, Republic of South Africa, Somalia, Sudan, South West Africa, Tchad, Tunisie, United Arab Republic.

En Afrique on les trouve exclusivement sous climat chaud et aride. Leur limite «humide» ne dépasse pas l'isohyète de 150 mm.

Valeur agricole

Le potentiel nutritif de ces sols est généralement élevé. Irrigués ils peuvent fournir des bonnes récoltes mais leur teneur en sels solubles impose certaines précautions. Tels quels, ils ne produisent que des maigres pâtures et certains produits de ceuillette : résines, encens, gomme d'Arabie.

C — **Les sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent** — Bh

Cfr. IIIe Partie, profils 3*a* et 3*b*. p. 136 - 137

Définition

Sols sans nette différentiation d'horizons génétiques (profils (A) C) développés à partir de matériaux meubles généralement de texture grossière dont le dépôt ne peut être considéré comme actuel ou très récent. L'absence d'horizons bien développés est imputable à l'aridité du pédoclimat ou à la résistance du matériau originel aux facteurs pédogénétiques.

Dans la IIIe partie on trouvera la description de deux profils tous deux prélevés sous climat semi-aride; le premier est développé dans un matériau relativement riche, comme le montre d'ailleurs le degré de saturation du complexe (profil de Madagascar), tandis que le deuxième (Nigeria) dérive d'un matériau pauvre.

Unités associées

BhDj : avec vertisols des dépressions topographiques
BhJa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
BhJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés

BhMb : avec sols salins, sols à alcalis et sols salés à alcalis
BhNa : avec sols hydromorphes minéraux
BhNb : avec sols hydromorphes organiques
BhCaMa : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires et solonetz ou solonetz solodisés.

Les associations les plus importantes sont celles avec les sols ferrugineux tropicaux (BhJa 26.000 km²), (BhJd 24.000 km²) et avec les vertisols des dépressions topographiques (20.000 km²). Notons également l'association avec les sols hydromorphes organiques, cartographiée au Mozambique (Machongos) (31.000 km²).

Répartition

Algérie, Madagascar, Moçambique, Nigeria, Republic of South Africa, South West Africa, Sudan, Tunisie.

L'élément Bf couvre beaucoup d'anciens cordons dunaires littoraux, stabilisés, soumis à un climat assez aride : l'air humide des océans leur fournit souvent des précipitations occultes sous forme de rosée qui influence favorablement le développement de leur couvert végétal.

Valeur agricole

Les matériaux originels de ces sols et leur richesse en éléments nutritifs sont très variés. Sur les matériaux riches, leur valeur dépendra des possibilités d'irrigation, de drainage ou du contrôle du plan d'eau. Sans aménagement ils ont une vocation pastorale du type extensif avec très faible capacité de charge.

D — Les sols jeunes sur matériaux meubles d'apport actuel ou très récent.

Définition générale

Sols sans nette différentiation d'horizons génétiques (profils (A) (C) développés à partir de matériaux meubles divers, récemment déposés. L'absence d'horizons bien développés est due avant tout à la brièveté de la période de formation.

1. Les sols jeunes sur efflata — Bn

Cfr. IIIe Partie, profil 4. p. 138

Définition

Voir définition générale.

Les matériaux originels sont des poussières éoliennes d'origine volcanique.

Unités associées

AaBn : avec roches et débris de roches riches en minéraux ferromagnésiens
BnHa : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales développés sur efflata
Ra : l'unité fait partie de l'association des îles volcaniques.

Répartition

Congo (Léopoldville), Kenya, Tanganyika.

On les trouve sur les flancs ou à proximité immédiate des volcans actifs. Le diamètre moyen de leurs particules est inversement proportionnel à la distance du cône émetteur, et cela dans la direction des vents dominants ([21]).

Valeur agricole

A ce stade de développement pédogénétique la colonisation par la végétation naturelle n'est souvent qu'à ses débuts. Ainsi le sol Bn cité dans la IIIme partie n'est couvert qu'à raison de 10% (par Dactylotenium sp). Là où les dépôts sont stabilisés depuis un certain temps et où les apports nouveaux sont temporairement interrompus, ils peuvent porter des cultures. Leur très grande perméabilité et leur faible pouvoir de rétention d'eau en limitent toutefois l'utilisation.

2. Les sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres — Bo

Définition

Voir définition générale.

Les matériaux originels de ces sols, dont le dépôt se poursuit encore de manière intermittente, sont caractérisés par une grande hétérogénéité, non seulement d'un endroit à l'autre mais aussi d'une crue à l'autre ce qui, dans les profils, se traduit par des stratifications. En plus, l'âge des dépôts dans une zone alluvionnaire n'est pas partout la même. Pour toutes ces raisons, les alluvions sont généralement cartographiées en complexes.

Chez les sols Bo les plus récents, formés sur des bancs de sable périodiquement inondés p.ex. l'horizon humifère fait souvent défaut tandis que l'horizon gley est à peine ébauché. Les formations plus anciennes, pourvues de végéta-

tion, ont des horizons humifères, des structures s'ébauchent et l'horizon gleyifié se dessine.

Unités associées

BfBo : avec sols subdésertiques
BoDj : avec vertisols des dépressions topographiques
BoGn : avec sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes
BoMb : avec sols salins, sols salés ou sols salés à alcalis
BoMe : avec sols halomorphes non différenciés
BoNa : avec sols hydromorphes minéraux
BoNb : avec sols hydromorphes organiques
BfBoMe : avec sols subdésertiques et sols halomorphes non différenciés
BoDjMe : avec vertisols des dépressions topographiques et sols halomorphes non différenciés.

L'association la plus répandue est sans doute celle avec les sols hydromorphes, ce qui découle normalement de la situation topographique où les matériaux originels de l'unité Bo se déposent. La superficie totale de cette association peut être estimée à 535.000 km², tandis que l'ensemble des autres associations avec Bo ne couvre que 271.000 km². Parmi ces dernières celles avec les vertisols des dépressions et avec les sols halomorphes, tous liés à des situations topographiques analogues, sont les plus importantes. Une association assez particulière est celle avec les sols bruns des régions arides méditerranéennes, cartographiée en Tunisie, en Algérie et au Maroc.

Répartition

L'élément Bo, sans être le plus étendu, est certes un des mieux distribués. Il se trouve sous tous les climats en bordure de plans d'eau soumis à des fluctuations périodiques. Comme les matériaux originels sont apportés par les crues et que celles-ci sont liées au caractère saisonnier des précipitations, c'est dans les régions à climat pareil ou le long des rivières qui les drainent qu'on les trouvera le plus fréquemment. Ceci est vérifié entre-autres par le bassin du Congo dont les alluvions se déposent sous climat équatorial toujours humide et pour la vallée du Nil où le dépôt se fait sous climat désertique. Dans les deux cas la cause des crues se situe dans des régions à climat saisonnier humide.

Valeur agricole

La composition des dépôts alluvionnaires, très variée et influencée par leur origine, la distance sur laquelle ils ont été charriés, et la vitesse des courants

d'eau qui les ont déposés, détermine en grande partie leur potentiel agricole. De plus, ils se rencontrent sous de nombreux climats qui conditionnent divers types d'agriculture appropriés.

Dans une région donnée, c'est souvent les plaines alluvionnaires qui recèlent les sols à potentiel de fertilité le plus élevé. Ces types de sols privilégiés ne constituent toutefois que rarement la totalité des dépôts alluvionnaires : il est donc toujours utile, avant la mise en valeur, de les soumettre à une cartographie pédologique détaillée.

3. Les sols jeunes sur dépôts fluvio-marins (sols de mangrove) — Bp

Cfr. IIIe Partie, profil 5. p. 139

Définition

Voir définition générale.

Le matériau originel est constitué de plages plus ou moins argileuses déposées à l'embouchure de certains fleuves.

Unités associées

L'unité Bp ne figure pas en association.

Répartition

Angola, Cameroun, Congo (Brazzaville), Congo (Léopoldville), Côte d'Ivoire, Gabon, Gambia, Ghana, Guinée, Guinéa Continental Española, Guiné Portuguesa, Kenya, Madagascar, Moçambique, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Somalia, Tanganyika.

La superficie totale des sols de mangrove ne dépasse pas 56.000 km^2 sur le continent et la majeure partie (47.000 km^2) se situe dans l'hémisphère nord, le long de la côte occidentale.

Valeur agricole

Si les sols de mangrove ont un potentiel nutritif généralement assez élevé, tant par la qualité des constituants colloïdaux que par les ions biogènes qu'ils contiennent, ils ne sont pas utilisables comme tels par l'agriculture. Ce sont des marécages fluvio-marins, régulièrement inondés par les eaux saumâtres des marées hautes, contenant souvent des quantités importantes de sulfures, de polysulfures et de soufre élémentaire, dont l'oxydation, après mise en valeur, peut donner lieu à des acidifications très marquées et à des concentrations toxiques de fer, d'aluminium et de manganèse assimilable.

Soustraire ces sols à l'action des marées exige donc certains travaux de génie rural dont l'importance dépend de l'amplitude des marées, et d'autres considérations d'ordre hydraulique. En Afrique occidentale et plus spécialement en Guinée portugaise, Guinée et Sierra Leone, les conditions sont telles que l'on peut se contenter d'ouvrages assez simples et effectuer la désalinisation en irriguant aux moments opportuns par l'eau douce des crues de saison des pluies.

On a pu établir que l'accumulation de soufre était d'autant plus importante que l'apport de matières organiques brutes avait été grand au cours de la formation du sol. En effet l'immobilisation des sulfates, apportés régulièrement par l'eau de mer dans le sol du marécage, s'effectue par des processus de réduction biologique et ceux-ci sont favorisés par des apports constants de matières organiques.

Des recherches effectuées surtout à la West African Rice Research Station de Rokupr, Sierra Leone, ont montré que ceci était particulièrement vrai pour des mangroves à Rhizophora racemosa dont les sols manifestent des acidifications souvent prohibitives quelques années après leur mise en valeur. Par contre, les mangroves à Avicenia nitida, ne présentent pas cet inconvénient ([16]).

Ces sols conviennent surtout à la culture du riz irrigué qui y donne des rendements de 1.500 à 2.000 Ibs/acre (1.700-2.200 kg/ha).

4. Les sols jeunes sur sables éoliens — Bq

Définition

Voir définition générale.

Cette unité dont les matériaux originels sont surtout des dunes actuelles s'apparente fort à l'unité Bh. Les seules distinctions résident dans l'âge des dépôts et dans le contexte climatique plus favorable à la pédogenèse.

Unités associées

BqDb : avec vertisols dérivés de roches calcaires
BqMe : avec sols halomorphes non différenciés
BqNb : avec sols hydromorphes organiques
BqDb est l'association la plus importante.

Répartition

Côte d'Ivoire, Dahomey, Liberia, Madagascar, Maroc, Nigeria, Sierra Leone, Somalia, Togo.

Valeur agricole

Relativement faible. En zone intertropicale ces sols portent souvent des cocotiers.

5. Les sols des oasis — Br

Cfr. IIIe Partie, profil 6. p. 140

Définition

Les sols des oasis sont des sols artificiels. A l'origine c'étaient des matériaux détritiques des déserts de texture sableuse ou argileuse mais leur situation à proximité de points d'eau en a permis l'irrigation. Par la culture, ces sols ont été enrichis en matières organiques, en azote et en sels solubles provenant des produits végétaux non récoltés, du fumier de chèvre ou encore des eaux d'irrigation dont beaucoup ont une salinité marginale. Les techniques d'irrigation utilisées dans les oasis sont d'ailleurs souvent primitives ([23]).

Unités associées

Sur la carte l'unité ne figure pas en association.

Répartition

Algérie, Libya, Côte française des Somalis, Tchad, Tunisie, United Arab Republic.

Valeur agricole

Les oasis ne couvrent que de faibles superficies. Ce sont des jardins irrigués où l'on pratique une agriculture quelque peu intensive avec rotations et apport d'engrais organiques. La plante la plus caractéristique des oasis sahariennes est sans conteste le dattier Phoenix L, qui ne se rencontre pas à l'état spontané, C'est à l'ombre de ces dattiers que l'on cultive légumes, melons, pastèques. agrumes. On y trouve également des oliviers, des grenadiers, des amandiers et même des vignes ([11]).

CHAPITRE 3

LES SOLS CALCIMORPHES, LES VERTISOLS ET LES SOLS SIMILAIRES

A — Les sols calcimorphes

Sur la carte ces sols ne couvrent que quelques 200.000 km². Dans l'esquisse géologique de l'Afrique (voir première partie, chapitre 1) on a signalé que les affleurements calcaires n'acquerraient de l'importance que dans la bande sédimentaire avec ses extensions qui borde le continent, et dans la partie ouest de Madagascar. Les sols calcimorphes se développent toutefois aussi sur des roches métamorphiques calco-alcalines et même, dans les régions volcaniques, sur des roches effusives ou sur des formations calcareuses secondaires.

Définition

Sols dont le développement a été influencé par la présence d'importantes quantités de composés calciques relativement solubles (carbonates, sulfates, etc...). Les rendzines et les sols bruns calcaires en sont les constituants principaux. Ils contiennent encore des quantités appréciables de carbonates de calcium libre sur toute leur épaisseur; leur complexe adsorbant, généralement riche en argiles à réseau 2 : 1, est saturé à un degré élevé en cations bivalents avec dominance de calcium. Les sols riches en gypse (plus de 15%) ont été rangés sous cette même rubrique.

1. Les rendzines et les sols bruns calcaires — Ca

Cfr. IIIe Partie, profils 7*a* et 7*b*. p. 141 - 142

Définition

Voir définition générale.

Dans la 7me approximation U.S.D.A. ([27]) les rendzines sont rangées dans deux ordres : les inceptisols (rendollic eutrochrepts) et les mollisols (rendolls) suivant la nature, l'épaisseur et le degré de saturation des horizons humifères.

Unités associées

AcCa : avec roches et débris de roches non différenciés
Bc'Ca : avec lithosols sur carapaces calcaires
BdCa : avec lithosols non différenciés

CaDa : avec vertisols lithomorphes sur roches riches en minéraux ferro-magnésiens
CaDb : avec vertisols lithomorphes sur roches calcaires
CaGa : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales, développés sur sédiments meubles
CaGb : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
CaGn : avec sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes
CaIa : avec sols rouges méditerranéens
CaIn : avec sols bruns méditerranéens,
CaJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
AcCaGn : avec roches et débris de roches non différenciés et sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes
BdCaDb : avec lithosols non différenciés et vertisols sur roches calcaires
BdCaIn : avec lithosols non différenciés et sols bruns méditerranéens
BhCaMa : avec sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent et solonetz ou solonetz solodisés.

Les plus répandues de ces associations sont CaGn (20.000 km²) et CaJd (35.000 km²).

Répartition

Algérie, Angola, Madagascar, Maroc, Niger, Republic of South Africa, Somalia, Tanganyika, Tunisie.

La grande majorité de ces sols se trouvent sous des climats sémi-arides ou arides.

Valeur agricole

Faible à moyenne.

Il s'agit généralement de sols très secs ne portant que de maigres végétations. Irrigués, ils peuvent donner des rendements intéressants.

2. Les sols a croûte calcaire — Cb

Cfr. IIIe Partie, profil 8. p. 143

Définition

Voir définition générale.

Ce sont des sols calcimorphes caractérisés par un horizon enrichi en calcaire secondaire.

Unités associées

Cet élément n'est signalé qu'en association avec les sols rouges méditerranéens (Ia).

Répartition

L'association CbIa n'a été cartographiée qu'au sud-ouest de Madagascar.

Valeur agricole

Faible à moyenne mais peut être améliorée par irrigation. Souvent excellentes pâtures extensives.

3. Les sols a teneur élevée en gypse (plus de 15%) — Cc

Définition

Voir définition générale.

Ils se développent à partir de matériaux originels riches en gypse ou bien dans les parties déprimées de paysages à soubassement riche en gypse.

Unités associées

BfCc : avec sols sub-désertiques.

Répartition

Algérie, Somalia, Tunisie.

Sur la carte, cet élément ne couvre des surfaces importantes que dans les régions arides à subdésertiques. Toutefois il en existe quelques îlots dans des régions subarides à semi-humides, souvent associés alors à des vertisols des dépressions topographiques (Dj).

Valeur agricole

Très faible.

B — Les vertisols et sols similaires

Ces sols qui en Afrique continentale couvrent quelques 961.000 km² ou un peu plus de 3% de la superficie totale, méritent une attention toute particulière, vu les possibilités qu'ils offrent à l'agriculture et l'utilisation relativement faible qui en a été faite jusqu'à présent. Leur définition s'identifie à celle des vertisols de la 7me approximation U.S.D.A. ([27]) sauf en ce qui

concerne la teneur en minéraux argileux gonflants, qui dans cette classification doit être supérieure à 35%. Il a été montré récemment que plusieurs sols africains, ayant toutes les caractéristiques morphologiques des vertisols, ne contenaient que peu de ces minéraux argileux gonflants mais que la fraction colloïdale était surtout constituée de gels amorphes ([1]).

La subdivision en vertisols lithomorphes et en vertisols des dépressions topographiques, préconisée par plusieurs pédologues qui ont travaillé en Afrique, a été maintenue. Liées à des entités géomorphologiques distinctes et aisément cartographiables, ces deux catégories correspondent respectivement aux usterts et aux aquerts de la 7me approximation U.S.D.A. ([27]).

Définition générale

Sols présentant un horizon A1, épais d'au moins 20 cm, de couleur foncée malgré une teneur en matières organiques souvent faible. Horizons d'accumulation calcaire fréquents. Faible perméabilité et mauvais drainage interne, au moins en profondeur, même en présence d'un drainage externe favorable. Les profils accusent l'effet de remaniements mécaniques tels que fentes de retrait, «slickensides» et souvent un micro-relief «gilgai». La structure est prismatique ou largement polyédrique sur une partie importante du profil. L'horizon supérieur présente parfois une structure fine (self mulching).

Leur réserve en minéraux altérables est souvent élevée. La fraction argileuse est généralement constituée en majeure partie d'argiles à réseau 2 : 1 (en particulier du groupe de la montmorillonite et des minéraux interstratifiés). La capacité d'échange cationique du complexe, élevée, est généralement saturée pour plus de 50% par des cations surtout bivalents (acétate d'Ammonium N, pH 7).

1. Les vertisols lithomorphes dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens — Da

Cfr. IIIe Partie, profil 9. p. 143

Définition

Voir définition générale.

Ces vertisols sont développés directement à partir d'une roche riche en minéraux ferromagnésiens qui a fourni les éléments nécessaires à la synthèse de leurs argiles et à leur saturation en cations bivalents.

Unités associés

BcDa : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
BdDa : avec lithosols non différenciés
CaDa : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
DaFa : avec sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils
DaGb : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
DaHb : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
DaJb : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
DaJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
DaKa : avec ferrisols humifères
DaLx : avec sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers
DaMa : avec solonetz et solonetz solodisés
BcDaJd : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrugineux tropicaux non différenciés.

L'association avec les ferrisols humifères (DaKa) est la mieux représentée. Selon la carte elle couvrirait une grande partie du massif éthiopien. Signalons que, faute de cartes pédologiques locales disponibles, on a été entrainé pour ces régions à de plus larges extrapolations. Ailleurs l'unité figure en association aussi bien avec des sols ferrallitiques qu'avec des sols ferrugineux tropicaux et des sols bruns des régions arides et subarides.

Répartition

Angola, Basutoland, Bechuanaland, Cameroun, Dahomey, Ethiopia, Ghana, Mauritanie, Moçambique, Nigeria, Rhodesia (southern), Republic of South Africa, Sénégal, Somalia, Tchad, Togo.

Ils se forment sous une gamme assez large de climats chauds relativement secs; on les trouve aussi bien en Europe méridionale qu'en Afrique du Nord, du Sud et entre les tropiques.

Théoriquement confinés aux affleurements de roches basiques, la grande mobilité, à l'état saturé d'eau, des masses argileuses que forment la plupart de ces sols, favorise leur déplacement latéral par solifluction, aidé en cela par un modelé quelque peu accidenté.

Valeur agricole

Les vertisols lithomorphes sur roches riches en minéraux ferromagnésiens sont à ranger parmi les meilleurs sols d'Afrique. S'ils ont un potentiel de

fertilité comparable à celui des autres vertisols, leur position topographique les met généralement à l'abri d'accumulations trop importantes de sels solubles et rend moins onéreux les travaux de réglage du plan d'eau. D'autre part, beaucoup se développent sous des climats subtropicaux très favorables à l'agriculture. Les cultures les plus répandues sont la canne à sucre et le coton, mais on y trouve aussi des céréales (maïs, blé, sorgho, riz) du tabac, des plantes fourragères... Ajoutons qu'en Afrique beaucoup de ces sols sont encore incultes ou utilisés comme pâtures extensives.

2. Les vertisols lithomorphes dérivés de roches calcaires — Db

Cfr. IIIe Partie, profil 10. p. 145

Définition

Voir définition générale.

Ces vertisols sont développés directement à partir d'une roche calcareuse, souvent marneuse, qui a fourni les éléments nécessaires à la synthèse de leurs argiles et à leur saturation en cations bivalents.

Unités associées

BqDb : avec sols jeunes sur sables éoliens
CaDb : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
DbGb : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
DbIa : avec sols rouges méditerranéens
DbJa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
DbJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
AcDbIa : avec roches et débris de roches non différenciés et sols rouges méditerranéens
BdCaDb : avec lithosols non différenciés, et rendzines et/ou sols bruns calcaires.

Répartition

Algérie, Angola, Dahomey, Kenya, Mali, Madagascar, Moçambique, Nigeria, Rhodesia (Southern), Sénégal, Somalia, Tanganyika, Togo, Tunisie.

Cet élément qui sur le continent couvre à peine quelques 55.000 km² est la seule catégorie de vertisols bien représentée à Madagascar. Les remarques formulées pour les vertisols lithomorphes dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens (Da) concernant les déplacements par solifluction sont également valables ici quoique dans une plus faible mesure, étant donnée la

topographie généralement moins accidentée des paysages où ils se développent. Rappelons que les sédiments calcaires favorables à leur formation affleurent en bordure du continent et qu'ils sont particulièrement importants dans toute l'Afrique du Nord.

Valeur agricole

Peut-être légèrement inférieure à celle des vertisols lithomorphes Da. En Afrique beaucoup de ces sols ont l'avantage d'être situés à proximité des côtes et cette meilleure accessibilité en a favorisé l'occupation et la mise en valeur.

3. Les vertisols des dépressions topographiques — Dj

Cfr. IIIe Partie, profil 11. p. 146

En Afrique les vertisols des dépressions topographiques couvrent une superficie deux fois et demi plus importante (692.000 km²) que l'ensemble des vertisols lithomorphes (269.000 km²). La dépression sudanaise en constitue peut-être l'extension la plus vaste au monde.

Définition

Voir définition générale.

Ces vertisols se trouvent dans des positions topographiques de dépression où l'effet d'un drainage externe difficile s'ajoute à celui d'un drainage interne déjà insuffisant.

Ils ne semblent se développer que sous des climats à pouvoir desséchant bien marqué pendant une période de l'année et à partir d'un matériau originel souvent sédimentaire, enrichi en éléments solubles (sels, silice...) le tout provenant directement ou indirectement des régions plus élevées environnantes. Leur association avec des sols à horizon sodique, gypsique, calcique... est donc plus fréquente que pour les vertisols lithomorphes.

Unités associées

BdDj : avec lithosols non différenciés
BhDj : avec sols peu évolués sur sédiments meubles
BoDj : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres
DjGa : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales sur sédiments meubles
DjGb : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
DjGn : avec sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes

DjHc : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales développés sur dépôts alluvionnaires
DjIa : avec sols rouges méditerranéens
DjJa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
DjJb : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
DjJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
DjKc : avec ferrisols non différenciés
DjLa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux
DjLc : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
DjLx : avec sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers
DjMa : avec solonetz et solonetz solodisés
DjMb : avec sols salins, sols salés à alcalis et sols à alcalis
DjMe : avec sols halomorphes non différenciés
DjNa : avec sols hydromorphes minéraux
AcDjJd : avec roches et débris de roches non différenciés et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
AcDjMa : avec roches et débris de roches non différenciés et solonetz et solonetz solodisés
BcDjJd : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BcDjLc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
BoDjMe : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres et sols halomorphes non différenciés.

Les associations DjGb (365.000 km^2) et DjNa (250.000 km^2) sont de loin les plus importantes. La première occupe le nord, la seconde la partie sud du bassin du Sudan. D'autres associations bien représentées sont celles avec les sols bruns eutrophes sur matériaux alluvionnaires DjHc (86.000 km^2), avec les sols sur alluvions récentes BoDj (57.000 km^2) et avec les sols halomorphes (74.000 km^2). Signalons aussi quelques associations avec des sols ferrallitiques : il pourrait s'agir ici de profils développés dans des matériaux ferrallitiques anciens.

Répartition

Algérie, Angola, Burundi, Cameroun, Congo (Léopoldville) Côte d'Ivoire, Ethiopia, Kenya, Mali, Maroc, Moçambique, Nigeria, Niger, Nyasaland,

Rwanda, République Centr'africaine, Rhodesia (Northern), Somalia, Sudan, Tanganyika, Tchad, Tunisie, Uganda.

De tous les vertisols, l'élément Dj a le caractère le plus tropical; on ne le trouve que dans des conditions de sécheresse périodique assez marquées : 3 mois de saison sèche et pluviosité moyenne annuelle de 1.000 mm ou moins. Bien plus répandus que les vertisols Da et Db, leur formation n'est pas nécessairement liée à des roches mères riches en bases. Toutefois ils ne sont bien développés que lorsque de pareilles roches alimentent ou ont jadis pu alimenter leurs paysages. Que l'on compare à cet effet les bassins du Niger et du Kalahari où les sols Dj sont rares, avec les cuvettes du Sudan (en bordure du massif éthiopien), du lac Victoria, et avec les vallées du Rift, où Dj est un des éléments dominants.

Valeur agricole

Comparable quoique inférieure à celle des unités Da et Db. Leur situation topographique les associe fréquemment à des formations calcimorphes et halomorphes et rend plus difficile leur drainage et leur désalinisation.

CHAPITRE 4

LES PODZOLS ET LES SOLS LESSIVÉS OU HIGHVELD PSEUDO-PODSOLIC SOILS

A — **Les podzols** — Ea

Cfr. IIIe Partie, profils 12*a* et 12*b*. p. 151

Dans la classification française ([2]) l'unité Ea correspond à la classe des sols à humus grossier, et plus particulièrement au groupe des podzols de nappe. Dans la classification U.S.D.A. ([27]). elle correspond au sous-ordre des aquods. En Afrique leur extension est faible mais couvre une large aire de distribution.

Définition

Sols avec un horizon d'humus brut, un horizon A2 blanchi d'aspect cendreux et un horizon B humique bien développé. Sous climat équatorial et sub-équatorial on peut trouver ces sols sur des matériaux très siliceux et perméables, soumis à l'action d'une nappe phréatique dont la profondeur maximale ne dépasse pas 200 cm.

Unités associées

Cet élément ne fait partie d'aucune association.

Répartition

Nous l'avons signalé dans la bande côtière de la Côte d'Ivoire et au Congo (Léopoldville) où on a décrit quelques exemples aux environs de Yangambi (Lilanda) ([14]).

Valeur agricole

Faible.

B — **Les sols lessivés ou Highveld pseudo-podsolic soils** — Fa

Cfr. IIIe Partie, profil 13. p. 153

Ces sols se développent principalement sur roches sédimentaires sous climats tempérés et sub-humides. Leur genèse et leur morphologie ont pu être influencées par des dépôts superficiels de sables remaniés d'origine éolienne ou colluviale.

Définition

Les profils sont du type ABC avec horizon B textural. Les horizons A sont généralement meubles et friables avec une teneur en argile inférieure à 20%. L'horizon A1 est brun à gris foncé et l'horizon A2 peu développé, est de couleur claire.

A une profondeur comprise entre 40 et 90 cm il y a un passage net et quelquefois très brutal à un horizon textural B brun-jaune de structure polyédrique à prismatique. La teneur en argile de l'horizon B est plus du double de celle de l'horizon A. La zone de passage de A à B peut présenter des taches de pseudogley quelquefois associées à des concrétions ferromanganiques.

La saturation du complexe d'échange cationique est supérieure à 50%, en particulier dans l'horizon B. L'horizon A est neutre à légèrement acide; l'horizon B peut tendre vers une légère alcalinité.

Les minéraux argileux de l'horizon A consistent en kaolinite plus ou moins bien cristallisée et en illite. L'horizon B contient surtout de l'illite, des argiles à réseau interstratifié et de la montmorillonite.

Suivant la topographie et la composition de la roche sousjacente, quelques concrétions calcaires et une accumulation faible à modérée de sels solubles peuvent être observées dans les horizons B-C ou C. Dans certaines zones de

transition vers des climats secs, ces sols sont associés à des solonetz et des solonetz solodisés.

Unités associées

BdFa : avec lithosols non différenciés
DaFa : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
FaIn : avec sols bruns méditerranéens
FaJb : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
FaJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
AcFaIn : avec roches et débris de roches non différenciés et sols bruns méditerranéens
BdFaJd : avec lithosols non différenciés et sols ferrugineux tropicaux non différenciés.

Répartition

Algérie, Basutoland, Kenya, Maroc, Republic of South Africa, Tunisie.

Il ne s'agit donc pas d'un sol tropical proprement dit. La plage cartographiée au Kenya se trouve à quelques 2.000 m d'altitude et jouit donc d'un climat que l'on pourrait qualifier de tempéré.

Valeur agricole

Ces sols conviennent pour l'élevage mais aussi pour la culture intensive des céréales : mécanisation, emploi d'engrais... Ils sont toutefois assez vulnérables à l'érosion (surpécoration, méthodes culturales non adaptées).

CHAPITRE 5

LES SOLS BRUNS ET CHÂTAINS DES RÉGIONS ARIDES ET SUBARIDES

L'ensemble de ces sols couvre quelques 2.700.000 km² du continent (9% de sa surface totale). La majorité (2.579.000 km²) se trouve entre les zones désertiques et la zone équatoriale. Les autres séparent ces régions désertiques des zones à climat méditerranéen et se développent donc sous des conditions climatiques assez différentes (pluies hivernales) ([18]).

DÉFINITION GÉNÉRALE

Sols de couleur brune ou brun-rouge, souvent foncée par la présence de matières organiques sur la plus grande partie du profil, sous végétation steppique, sans horizon A2 mais avec horizon B, structural ou de couleur. Leur réserve de minéraux altérables est souvent importante et dépend de la nature du matériau originel. Ordinairement, ils contiennent des quantités appréciables de minéraux argileux à réseau 2 : 1. La capacité d'échange du complexe minéral, moyenne à élevée, est saturée pour plus de 50% dans les horizons B et C (acétate d'Ammonium N, pH 7). Ces sols contiennent souvent des carbonates libres.

A — Les sols bruns des régions arides et subarides tropicales

Définition

Voir définition générale.

Ces sols se forment sous des climats chauds et secs où la pluviosité annuelle (estivale) dépasse rarement 500 mm. Ils sont fréquemment formés à partir de dépôts éoliens. Des roches-mères riches en bases et/ou une limitation du drainage externe semblent favoriser leur formation vers des régions plus humides.

Dans ces sols la teneur en matières organiques totales est faible (moins de 1%) mais bien répartie à travers le profil. La classification française ([2]) divise le groupe des sols bruns subarides tropicaux en deux sous-groupes : les sols bruns proprement dits et les sols brun-rouge, ces derniers se développant plus particulièrement sur les matériaux sableux. Ils se distinguent encore des sols bruns proprement dits par une épaisseur plus grande, par l'absence quasi généralisée de carbonates libres, par une plus faible teneur en matières organiques, et par un pH neutre à faiblement acide ([3]) ([18]).

La subdivision de cette unité en

Ga : sols bruns sur sédiments meubles

Gb : sols bruns non différenciés

reflète, ne fut ce qu'imparfaitement, cette distinction.

1. LES SOLS BRUNS DES RÉGIONS ARIDES ET SUBARIDES TROPICALES SUR SÉDIMENTS MEUBLES — Ga

Cfr. IIIe Partie, profil 14. p. 154

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

AbGa : avec cuirasses ferrugineuses
AcGa : avec roches et débris de roches non différenciés
Bc'Ga : avec lithosols sur carapaces calcaires
CaGa : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
DjGa : avec vertisols des dépressions topographiques
GaGb : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
GaJa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
GaMb : avec sols salins, sols à alcalis ou sols salés à alcalis

Cet élément est cartographié en majeure partie comme tel. La principale association, Bc'Ga, borde les steppes du Kalahari en Afrique méridionale. En Afrique septentrionale on le trouve associé à des cuirasses ferrugineuses (AbGa). Dans les deux cas l'association est dépourvue de signification génétique car les conditions de formation des éléments associés Ab, Bc' et Ga sont à ce point différentes qu'il faut nécessairement invoquer des variations climatiques et un décalage dans le temps pour expliquer leur juxtaposition.

Répartition

Angola, Bechuanaland, Kenya, Mali, Mauritanie, Niger, Republic of South Africa, Sénégal, Sudan, South West Africa, Tchad.

Leurs matériaux originels ne sont pas exclusivement les dépôts éoliens qui bordent les régions désertiques mais aussi des roches gréseuses aisément altérables ou des recouvrements paléopédologiques.

Valeur agricole

Ces sols ne conviennent en général que pour l'élevage extensif mais en culture irriguée, ils produisent aussi du mil et du coton. Leurs bonnes qualités de structure et de perméabilité à l'état naturel, s'avèrent assez labiles. L'agriculture doit tendre à maintenir ou même à augmenter les teneurs en matières organiques et éviter tout excès d'irrigation qui pourrait déclencher des phénomènes de compaction et d'hydromorphie, très préjudiciables à la structure.

2. LES SOLS BRUNS DES RÉGIONS ARIDES ET SUBARIDES TROPICALES NON DIFFÉRENCIÉS — Gb

Cfr. IIIe Partie, profil 15. p. 155

Définition

Voir définition générale.

Etant donné la séparation préalable de la plupart des sols bruns arides développés sur matériaux meubles (Ga), l'élément Gb comprend en majorité des sols bruns développés sur des roches diverses.

Unités associées

AaGb : avec roches et débris de roches riches en minéraux ferromagnésiens
ApGb : avec regs autochtones
BcGb : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
BdGb : avec lithosols non différenciés
CaGb : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
DaGb : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
DbGb : avec vertisols dérivés de roches calcaires
DjGb : avec vertisols des dépressions topographiques
GaGb : avec sols bruns de régions arides et subarides des régions tropicales sur sédiments meubles
GbJa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
GbJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
GbJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
GbNa : avec sols hydromorphes minéraux
GbJdMa : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés et solonetz et/ou solonetz solodisés.

A l'encontre de l'élément Ga, la majeure partie des sols Gb ont été cartographiés en association. Les plus importantes sont BdGb (581.000 km^2) et DjGb (365.000 km^2) ce qui reflète à la fois le faible degré de développement de ces sols et le climat subaride qui leur est propre.

Répartition

Angola, Bechuanaland, Ethiopia, Kenya, Mali, Mauritanie, Moçambique, Niger, Nyasaland, Rhodesia (Southern), Republic of South Africa, Sénégal, Somalia, Côte française des Somalis, Sudan, South West Africa, Swaziland, Tanganyika, Tchad, Uganda.

Valeur agricole

Faible. Voir le paragraphe correspondant de l'élément précédent (Ga).

B — Les sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes — Gn

Dans la classification française ([2]) ces sols appartiennent au groupe des sols bruns steppiques subtropicaux.

Définition

Voir définition générale.

La teneur en matières organiques de ces sols peut atteindre au maximum 3%. La capacité d'échange du complexe minéral est saturée pour plus de 80% par des cations bivalents. Le pH est égal ou supérieur à 7. Parfois décarbonatés dans l'horizon supérieur, ils présentent souvent en profondeur un horizon d'accumulation de calcaire, soit en concrétions, soit diffus, ainsi qu'une teneur en argile plus élevée que dans les horizons superficiels. La structure est souvent mieux développée que dans les sols bruns des régions arides et subarides tropicales, la proportion de fer libre par contre est plus faible.

Unités associées

AcGn : avec roches et débris de roches non différenciés
Bc'Gn : avec lithosols sur carapaces calcaires
BoGn : avec sols jeunes sur alluvions fluviales ou lacustres
CaGn : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
DjGn : avec vertisols des dépressions topographiques
GnIa : avec sols rouges méditerranéens
AcCaGn : avec roches et débris de roches non différenciés et rendzines et/ou sols bruns calcaires.

Répartition

Algérie, Libya, Maroc, Tunisie.

Ces sols n'ont été consignés que dans la région côtière méditerranéenne, quoique leur présence en Afrique du Sud ne soit pas exclue.

Valeur agricole : bonne.

CHAPITRE 6

LES SOLS BRUNS EUTROPHES DES RÉGIONS TROPICALES

L'ensemble des éléments groupés sous ce titre couvre à peine 148.000 km² ou 0,5% de la surface africaine. On a jugé utile de les séparer parce que leur aptitude agricole est généralement beaucoup plus élevée que celle des terres environnantes.

DÉFINITION GÉNÉRALE

Sols à horizon A1 souvent riche en matières organiques, parfois saturé pour plus de 50% de sa capacité d'échange cationique, à horizon B structural, textural ou de couleur. Ces sols, qui sont généralement riches en éléments nutritifs, se développent dans les régions tropicales humides ou semi-humides (pluviosités moyennes annuelles comprises entre 700 et 1.700 mm), surtout sur efflata volcaniques, sur roches cristallines basiques et sur des dépôts alluvionnaires. La réserve en minéraux altérables est souvent grande. La fraction argileuse est constituée en grande partie de minéraux à réseau 2 : 1. Ceux qui sont développés à partir de matériaux volcaniques peuvent contenir de l'allophane. Ils sont généralement bien structurés et très perméables. La capacité d'échange cationique du complexe minéral est moyenne à élevée et peut être saturée pour plus de 50% dans les horizons B et C (acétate d'Ammonium N pH 7). Les capacités d'échange peuvent être beaucoup plus élevées et les degrés de saturation plus bas dans le cas de sols riches en allophane.

Les sols bruns eutrophes sont à considérer comme des sols relativement jeunes qui se trouvent dans des conditions favorables à une pédogenèse rapide, c'est-à-dire sous un climat chaud et humide. Cette situation paradoxale est généralement imputable à une réjuvénation des matériaux originels, soit par apport (alluvions, poussières volcaniques) soit par un décapage dont la vitesse est du même ordre de grandeur que celle de la progression du profil vers la roche saine. Dans beaucoup de cas il est donc possible d'établir des hypothèses très valables quant au type vers lequel un sol brun eutrophe aurait évolué si son développement normal n'avait pas été rétrophasé.

D'après leur matériau originel, ces sols authigènes et lithomorphes par excellence, ont été subdivisés en quatre éléments d'unité cartographique.

1. SOLS BRUNS EUTROPHES SUR EFFLATA — Ha

Cfr. IIIe Partie, profil 16. p. 156

Définition

Voir définition générale. Ces sols correspondent approximativement aux andept de la classification U.S.D.A. ([27]).

Unités associées

AaHa : avec roches riches en minéraux ferromagnésiens
BaHa : avec lithosols sur laves
BnHa : avec sols jeunes sur efflata
HaKa : avec ferrisols humifères
HaKb : avec ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens.
Ra : l' unité fait partie de l'association des îles volcaniques.

Répartition

Cameroun, Congo (Léopoldville), Kenya, Madagascar, Nigeria, Rwanda, Tanganyika, Uganda.

L'élément est limité aux régions à volcanisme actif.

Valeur agricole

La plupart de ces sols se trouvent en altitude ce qui exclut certaines cultures. A basse et moyenne altitude ils sont surtout plantés en bananes et café. A haute altitude ils conviennent à des systèmes d'agriculture intensifs, comparables à ceux en vigueur dans les régions tempérées humides (pâturages, grandes cultures...). A très haute altitude ils portent des pâtures extensives ou des forêts.

2. Les sols bruns eutrophes sur roches riches en minéraux ferromagnésiens — Hb

Cfr. IIIe Partie, profil 17. p. 158

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

AbHb : avec cuirasses ferrugineuses
BbHb : avec lithosols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BcHb : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
DaHb : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
HbKa : avec ferrisols humifères

BdHbJc : avec lithosols non différenciés et sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides.

Répartition

Cameroun, Côte d'Ivoire, Dahomey, Ghana, Guinée, Haute Volta, Liberia, Mali, Nigeria, Niger, Sudan.

L'élément est limité aux affleurements de roches basiques dans des paysages plus ou moins accidentés.

Valeur agricole

La fertilité de ces sols contraste toujours très avantageusement avec celle des terrains environnants d'où leur aptitude agricole pour les cultures exigeantes. Là où les conditions climatiques sont favorables, ce sont des sols à cacao par excellence.

3. Les sols bruns eutrophes sur dépôts alluvionnaires — Hc

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

DjHc : avec vertisols des dépressions topographiques
HcNa : avec sols hydromorphes minéraux.

Répartition

Congo (Léopoldville), Sudan, Tanganyika, Uganda.

Ils se situent dans des paysages déprimés mais en position rarement inondée et sous climat semi-humide à subaride.

Si les deux premières catégories de sols bruns eutrophes étaient généralement associées à des roches et des lithosols ou à des ferrisols, occupant ainsi une situation intermédiaire entre ces deux stades d'évolution, les sols bruns eutrophes sur alluvions se trouvent associés aux vertisols des dépressions topographiques et aux sols hydromorphes.

Valeur agricole

Bonne.

4. Les sols bruns eutrophes non différenciés — Hd

Définition

Voir définition générale.

Ces sols correspondent pro parte aux sols récents de la classification congolaise (INEAC) ([24]).

Unités associées

L'unité ne figure sur la carte qu'en association avec des lithosols non différenciés BdHd.

Répartition

Burundi, Congo (Léopoldville), Rwanda.

De part de d'autre de la vallée du Rift en bordure des lacs Kivu et Tanganyika.

Valeur agricole

Les sols correspondant à cet élément peuvent en principe comprendre des sols bruns eutrophes de toutes les catégories décrites précédemment, et avoir une très bonne aptitude agricole; toutefois, pour les régions où les sols Hd ont été consignés, le relief accidenté et l'altitude la dépriment souvent.

CHAPITRE 7

LES SOLS ROUGES ET BRUNS MÉDITERRANÉENS

Le terme méditerranéen doit être pris ici dans son sens le plus large : ce sont des sols qui se développent sous des climats de type méditerranéen c.-à-d. avec des étés chauds et secs et des hivers très modérés et humides. Rappelons qu'aux latitudes tropicales et intertropicales les précipitations accusent des maximums aux équinoxes et s'étalent pendant la période estivale. Ce climat dit méditerranéen se manifeste aux extrêmes nord et sud du continent (province du Cap).

DÉFINITION GÉNÉRALE

Les sols rouges et bruns méditerranéens ont des profils A B C dans lesquels l'horizon B est textural. La couleur a une intensité élevée. La capacité d'échange cationique du complexe minéral est saturée pour plus de 35%, ou cette saturation augmente avec la profondeur. Les horizons A et B sont décarbonatés. La structure de l'horizon B est polyédrique ou prismatique. La fraction argi-

leuse est constituée de minéraux à réseau 2 : 1 avec présence de minéraux à réseau 1 : 1. La profondeur du profil n'excède généralement pas 100 cm. La transition entre l'horizon humifère et l'horizon sous-jacent est nette.

A — **Les sols rouges méditerranéens** — Ia

Cfr. IIIe Partie, profil 18. p. 159

Définition

Voir définition générale.

La couleur de l'horizon B est rouge à brun-rouge (5 YR ou plus rouge). Sur les faces des agrégats de l'horizon B les revêtements argileux sont souvent épais et continus. La saturation cationique du complexe minéral de l'horizon B est généralement supérieure à 60% et peut atteindre 90%. Le pH est proche de la neutralité.

Ces sols correspondent approximativement aux rhodustalfs de la classification U.S.D.A. 7me approximation ([27]). On les trouve généralement sur des roches calcaires. Certains auteurs les considèrent comme des rélictes de sols anciens, remaniés et déplacés par érosion, dans lesquels se sont différenciés des profils nouveaux ([9]). Comme il appert des chapitres introductifs, le même mécanisme a été invoqué pour certains matériaux ferrallitiques. D'autres auteurs considérent ce point de vue comme excessif ([25]).

Unités associées

AcIa : avec roches et débris de roches non différenciés
CaIa : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
CbIa : avec sols à croûte calcaire
DbIa : avec vertisols dérivés de roches calcaires
DjIa : avec vertisols des dépressions topographiques
GnIa : avec sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes
AcDbIa : avec roches et débris de roches non différenciés et vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens.

De ces associations, GnIa est la plus répandue.

Répartition

Algérie, Libya, Madagascar, Maroc, Tunisie.

Notons que la région cartographiée en CbIa à Madagascar, ne jouit pas d'un climat méditerranéen.

Valeur agricole

Dans la région méditerranéenne ces sols sont considérés comme bons et conviennent à de nombreuses cultures. Leur aptitude agricole dépend de l'épaisseur des profils. Ils s'érodent facilement et certaines régions sont donc presque dénudées tandis que dans les dépressions (dolines) se sont accumulées des couches puissantes convenant aux cultures maraîchères, aux céréales et à la vigne. Les formations moins épaisses peuvent être aménagées en terrasses et porter des vergers d'agrumes. Les zones les plus dénudées sont à reboiser. Ces sols sont souvent pauvres en phosphates et l'emploi d'engrais est généralement rentable surtout en culture irriguée ([9]).

Au Madagascar les sols Ia, cartographiés en association avec Cb (sols à croûte calcaire) sont utilisés comme pâtures extensives.

Ils n'ont pas été cartographiés dans la province du Cap où les formations calcaires sont d'ailleurs peu fréquentes.

B — **Les sols bruns méditerranéens** — In

Cfr. IIIe Partie, profil 19. p. 160

Définition

Voir définition générale.

La couleur de ces sols est brun-vif à brun-jaunâtre (moins rouge que 5YR). La structure polyédrique et prismatique est moins affirmée que pour les sols rouges méditerranéens et la saturation cationique du complexe minéral est légèrement inférieure. Le pH de l'horizon B varie entre 5,5 et 7. Les sols cartographiés comme tels en Afrique du Sud ont une profondeur atteignant 80 cm. La teneur en matières organiques est faible et la texture est souvent graveleuse, avec des fragments rocheux dans les horizons de surface.

Dans la classification USDA 7me approximation ([27]) ces sols pourraient se ranger parmi les typustalfs. Ils se développent sous les mêmes climats que les sols précédents mais de préférence sur des roches non calcaires. Partout ils sont considérés comme des sols authigènes ce qui n'est pas nécessairement le cas pour les sols rouges méditerranéens.

Unités associées

AcIn : avec roches et débris de roches non différenciés
BdIn : avec lithosols non différenciés
CaIn : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
FaIn : avec sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils

AcFaIn : avec roches et débris de roches non différenciés et sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils

BdCaIn : avec lithosols non différenciés et rendzines et/ou sols bruns calcaires.

L'association BdIn, avec lithosols non différenciés est la plus répandue.

Répartition

Algérie, Maroc, Republic of South Africa.

Régions à climat méditerranéen y compris la région du Cap.

Valeur agricole

Inférieure à celle des sols rouges comme on peut d'ailleurs le déduire du pH, du degré de saturation du complexe et des propriétés structurales. Ils portent encore souvent des forêts naturelles ou ont été afforestés.

CHAPITRE 8

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX (sols fersiallitiques)

Sur la carte l'ensemble des sols ferrugineux tropicaux occupe quelques 3.295.000 km² sur le continent (plus de 11%) dont 2.025.000 km² au nord et 1.270.000 km² au sud de l'équateur. A Madagascar, le pourcentage de la surface totale excède 27% (166.000 km²). Ils se situent entre les isohyètes 500 et 1.200 mm ce qui, en Afrique, correspond à un climat nettement tropical avec saison sèche hivernale et saison humide estivale bien tranchées.

Beaucoup de ces sols se sont développés à partir de roches cristallines du complexe de base (granites et gneiss). Par contre on n'en renseigne pas sur cendrées volcaniques, sur roches ultrabasiques et sur roches calcaires ([12]).

Dans la classification française ([2]) la sous-classe des sols ferrugineux tropicaux (apparentés au niveau de la classe aux sols rouges méditerranéens et aux sols ferrallitiques) se subdivise au niveau du groupe en sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés et en sols ferrugineux tropicaux lessivés. Il était néanmoins difficile de traduire cette classification en unités de légende applicables à l'ensemble de la carte, car, au sud de l'équateur les documents partiels les séparaient d'après la nature lithologique des substrats. Comme dans la majorité des cas celle-ci était également connue pour les sols ferrugineux tropicaux situés au nord de l'équateur, cette même subdivision lithologique a été adoptée. Il existe d'ailleurs une certaine analogie entre les sols ferrugineux tropicaux non lessivés et les sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux de la légende.

Définition générale

Sols à profil A B C dont certains ont un horizon A2 et un horizon B textural et présentent alors une structure à tendance nuciforme ou faiblement prismatique. On observe fréquemment une large individualisation des oxydes de fer libre, ce qui facilite leur lixiviation hors des profils ou leur précipitation dans le profil sous forme de taches ou de concrétions. La réserve en minéraux altérables est souvent appréciable. Le rapport limon/argile (20-2 microns), déterminé par dispersions, sédimentations et séparations de la suspension surnageante répétées, est généralement supérieur à 0.15. L'argile est en majeure partie kaolinitique mais contient souvent des petites quantités de minéraux à réseau 2 : 1. La gibbsite est généralement absente. Le rapport SiO_2/Al_2O_3, proche de 2, dépasse généralement cette valeur tandis que le rapport SiO_2/R_2O_3 est toujours inférieur à 2. La capacité d'échange cationique du complexe minéral est faible mais supérieure à celle des ferrisols et des sols ferrallitiques aux teneurs en argile (granulométrique) comparables. Le taux de saturation cationique de l'horizon B est généralement supérieur à 40% (acétate d'Ammonium N, pH 7).

Comparés aux sols ferrallitiques qui coiffent souvent des couches puissantes de plusieurs mètres, les profils ferrugineux tropicaux dépassent rarement l'épaisseur de 250 cm. Celle des couches d'altération qui les séparent de la roche fraîche mesure moins de 100 cm sur roches cristallines acides (Jc).

Les couleurs, plus ternes que celles des sols ferrallitiques, se situent dans les gammes 10 YR et 7.5 YR, les 5 YR étant plus rares. On trouve généralement une différence de 2 à 3 points en valeur et en intensité entre les couleurs du sol à l'état sec et à l'état humide.

Dans la classification U.S.D.A. 7me approximation ([27]) beaucoup de ces sols ferrugineux tropicaux se rangeraient parmi les ultustalfs.

1. Les sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux — Ja

Cfr. IIIe Partie, profil 20. p. 161

Définition

Voir définition générale.

Pour autant qu'ils correspondent aux sols ferrugineux tropicaux non lessivés, ces sols sur matériaux sableux n'ont pas d'horizon B textural.

Unités associées

BdJa : avec lithosols non différenciés
BhJa : avec sols peu évolués sur sédiments meubles

DbJa : avec vertisols dérivés de roches calcaires
DjJa : avec vertisols des dépressions topographiques
GaJa : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales sur sédiments meubles
GbJa : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales non différenciés
JaJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
JaJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
JaLa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux
JaMb : avec sols salins, sols à alcalis et sols salés à alcalis
JaNa : avec sols hydromorphes minéraux
JaNb : avec sols hydromorphes organiques
AcBdJa : avec roches, débris de roches et lithosols non différenciés
BcJaJc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
JaLaMe : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux et sols halomorphes non différenciés.

Répartition

Angola, Bechuanaland, Cameroun, Gambia, Haute Volta, Mali, Madagascar, Moçambique, Nigeria, Niger, République Centr'africaine, Rhodesia (Northern) (Southern). Republic of South Africa, Sénégal, Somalia, Sudan, South West Africa, Tanganyika, Tchad, Uganda.

A l'image des sols bruns des régions arides et subarides des régions tropicales, la répartition de cette unité affecte une apparence fort zonale, renforcée d'ailleurs par la très large distribution des placages sableux (cfr. Chapitres 1 et 5, 1re partie).

Valeur agricole

En Afrique occidentale ces sols sont largement utilisés pour la culture de l'arachide. Quoique relativement pauvres, ils se prêtent à la grande mécanisation et réagissent favorablement aux engrais.

2. Les sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens — Jb

Cfr. IIIe Partie, profil 21. p. 163

Définition

Voir définition générale.

Ce sont les sols ferrugineux tropicaux les moins représentés sur le continent. A Madagascar par contre, la surface qu'ils couvrent est aussi importante que celle occupée par les sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux.

Unités associées

BdJb : avec lithosols non différenciés
DaJb : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
DjJb : avec vertisols des dépressions topographiques
FaJb : avec sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils
JbJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
JbJd : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
JbKa : avec ferrisols humifères.
JbMa : avec solonetz et solonetz solodisés.

Les associations les mieux représentées sont celles avec les vertisols, dont la formation semble favorisée par les mêmes climats sub-humides à semi-arides.

Répartition

Bechuanaland, Kenya, Madagascar, Moçambique, Nigeria, Rhodesia (Northern) (Southern), Sénégal, Tanganyika.

Sur la carte l'élément Jb marque les nombreux pointements de filons plus ou moins basiques qui traversent le complexe de base précambrien et les sédiments postcambriens qui par endroits le recouvrent. Dans les zones climatiques plus humides que celles favorables à la formation de sols ferrugineux tropicaux ces mêmes affleurements donnent lieu à des ferrisols ou des sols ferrallitiques rouges sur roches riches en minéraux ferromagnésiens.

Valeur agricole

Moyenne.

Leur teneur élevée en minéraux ferrugineux altérables peut entraîner d'importantes ségrégations de fer libre, avec fréquemment formation de cuirasses à faible profondeur. De plus comme la plupart des sols ferrugineux tropicaux, exception faite pour les plus perméables, ils sont très vulnérables à l'érosion.

3. Les sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides — Jc

Cfr. IIIe Partie, profil 22. p. 164

L'étendue couverte par ces sols est vraisemblablement plus grande que celle renseignée sur la carte, car beaucoup sont sans doute inclus dans l'unité Jd.

Définition

Voir définition générale.

Vu la richesse en quartz de leurs roches-mères ces sols sont généralement plus légers que ceux de l'unité Jc; plus pauvres en fer ils sont moins facilement cuirassés mais leur lessivage est souvent important et le B textural fréquent.

Unités associées

AcJc : avec roches et débris de roches non différenciés
BbJc : avec lithosols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BdJc : avec lithosols non différenciés
GbJc : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
JaJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
JbJc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
JcKc : avec ferrisols non différenciés
JcLc : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
JcLm : avec sols ferrallitiques sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
JcMa : avec solonetz et solonetz solodisés
JcMe : avec sols halomorphes non différenciés
BcJaJc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
BdHbJc : avec lithosols non différenciés et sols bruns eutrophes des régions tropicales développés sur roches riches en minéraux ferromagnésiens.

L'association avec les ferrisols (JcKc) est la plus répandue au nord de l'équateur (Afrique occidentale) tandis qu'au sud l'association JcLc (sols ferrallitiques jaunes) est prépondérante.

Répartition

Angola, Cameroun, Côte d'Ivoire, Dahomey, Ghana, Guinée, Kenya, Mali, Madagascar, Mauritanie, Nigeria, Niger, Rhodesia (Southern), Republic of South Africa, Sénégal, Swaziland, Tchad, Togo.

Valeur agricole

Faible à moyenne.

Ces sols très vulnérables à l'érosion sont utilisés presque exclusivement en cultures annuelles ce qui les protège mal. Plusieurs systèmes de rotation

ont été expérimentés, y compris la jachère pâturée. Beaucoup réagissent favorablement aux engrais.

4. Les sols ferrugineux tropicaux non différenciés — Jd

Définition

Voir définition générale et définitions complémentaires des paragraphes précédents.

Unités associées

AbJd : avec cuirasses ferrugineuses
AcJd : avec roches et débris de roches non différenciés
BcJd : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
BdJd : avec lithosols non différenciés
BhJd : avec sols peu évolués sur sédiments meubles
CaJd : avec rendzines et/ou sols bruns calcaires
DaJd : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
DbJd : avec vertisols dérivés de roches calcaires
DjJd : avec vertisols des dépressions topographiques
FaJd : avec sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils
GbJd : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales
JaJd : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
JbJd : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
JdKb : avec ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
JdKc : avec ferrisols non différenciés
JdLc : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
JdLn : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
JdMe : avec sols halomorphes non différenciés
JdNa : avec sols hydromorphes minéraux
AcBdJd : avec roches, débris de roches et lithosols non différenciés
AcDjJd : avec roches et débris de roches non différenciés et vertisols des dépressions topographiques
AcJdLc : avec roches, débris de roches et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
AcJdNa : avec roches et débris de roches non différenciés et sols hydromorphes minéraux
BcDjJd : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et vertisols des dépressions topographiques

BcJdLc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés

BcJdLn : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés

BdDaJd : avec lithosols non différenciés et vertisols lithomorphes dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens

BdFaJd : avec lithosols non différenciés et sols lessivés — Highveld pseudo-podsolic soils

BdJdKc : avec lithosols et ferrisols non différenciés

BdJdLn : avec lithosols et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés

GbJdMa : avec sols bruns non différenciés des régions arides et subarides tropicales et solonetz et/ou solonetz solodisés

JdLcMe : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune et sols halomorphes non différenciés.

Parmi ces associations particulièrement nombreuses, celle avec les lithosols sur cuirasses ferrugineuses est la plus importante. Autres associations relativement répandues : GbJd avec sols bruns des régions arides et BdJd avec lithosols non différenciés.

Répartition

Angola, Bechuanaland, Cameroun, Dahomey, Ethiopia, Gambia, Ghana, Guinée, Guiné Portuguesa, Haute Volta, Kenya, Mali, Madagascar, Mauritanie, Moçambique, Nigeria, Niger, Nyasaland, République Centr'africaine, Rhodesia (Northern) (Southern), Republic of South Africa, Sénégal, Somalia, Sudan, Swaziland, Tanganyika, Tchad, Togo, Uganda.

Valeur agricole

Voir les paragraphes précédents.

CHAPITRE 9

LES FERRISOLS

Comme les sols bruns eutrophes des régions tropicales, les ferrisols constituent un groupement de transition, en évolution sous un climat chaud et humide, dont le développement normal a été rétrophasé par rapport à celui

des sols avoisinants. Pour les ferrisols ceci s'est réalisé le plus souvent par décapage superficiel qui force le profil à se développer en profondeur au dépens de matériaux originels moins altérés. Tout comme les sols bruns eutrophes ils se distinguent des sols environnants plus évolués par des plus hautes teneurs en éléments échangeables, une meilleure structure, une activité biologique plus intense et donc par une fertilité plus élevée. Plus répandus que les sols bruns eutrophes (917.000 km^2 contre 150.000 km^2) ils se développent sous des climats plus humides. Remarquons qu'à partir du stade d'évolution correspondant à ce niveau de la légende, l'influence des roches-mères s'estompe : seule la teneur en minéraux ferromagnésiens et la texture interfèrent encore.

Définition générale

Sols à profil très voisin de celui des sols ferrallitiques sensu stricto, souvent B structural avec agrégats à faces brillantes qui ne sont pas nécessairement des revêtements argileux : on ne les observe d'ailleurs pas toujours sur des profils à l'état sec. Ces revêtements pourraient être liés à la présence de gels mixtes alumino-siliceux. La réserve en minéraux altérables est généralement faible mais peut dépasser 10% dans la fraction comprise entre 50 et 250 microns. Le rapport limon/argile (20-2 microns, voir remarque définition sols ferrugineux tropicaux) est généralement supérieur à 0.15 sur roches ignées et métamorphiques, à 0.20 sur alluvions et roches sédimentaires. La fraction argileuse est constituée dans sa presque totalité de kaolinite, d'oxydes de fer libres et de gels amorphes, parfois avec des petites quantités d'argile à réseau 2 : 1 et de gibbsite. Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est voisin ou inférieur à 2. La capacité d'échange cationique de la fraction argileuse (granulométrique) de l'horizon B, généralement supérieure à 15 meq./100 g, est intermédiaire entre celle des sols ferrugineux tropicaux et celle des sols ferrallitiques sensu stricto. Le taux de saturation dans les horizons B et C est inférieur à 50% (acétate d'Ammonium N, pH 7).

Le terme ferrisol de notre légende correspond à celui de la classification des sols du Congo, défini par Sys ([24]), tout en étant plus restrictif, car il ne couvre que les sous-ordres des hygro- et des hygro-xero-ferrisols de cette classification : dans notre légende, les hydro-ferrisols figurent parmi les sols hydromorphes, tandis que les xero-ferrisols sont généralement inclus dans les sols ferrugineux tropicaux et dans les associations JbKa, JbKb, JcKc et JdKc, associations de sols ferrugineux tropicaux et de ferrisols.

Quant à leur place dans la classification U.S.D.A. 7me approximation ([27]), l'absence d'horizons oxiques oblige de ranger provisoirement les ferrisols parmi les ultisols, malgré certaines réserves quant à leurs horizons «argiliques».

1. Les ferrisols humifères — Ka

Cfr. IIIe Partie, profil 23. p. 166

Définition

Voir définition générale.

Les profils sont semblables à ceux des ferrisols mais ils ont un horizon A1 prononcé de plus de 10 cm d'épaisseur. Les valeurs/intensités de leur couleur Munsell sont égales ou inférieures à 3/2 et les teneurs en carbone supérieures à 2%. Lorsque ce pourcentage est inférieur à 2%, l'épaisseur de l'horizon A1 doit dépasser 20 cm. La teneur en carbone organique jusque 1 m de profondeur dépasse 180 T/Ha ([24]).

Unités associées

BbKa : avec lithosols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
DaKa : avec vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
HaKa : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur efflata
HbKa : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
JbKa : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
KaLm : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
KaLs : avec sols ferrallitiques humifères
KaLt : avec sols ferrallitiques à horizon sombre
KaLx : avec sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers
Ra : l'unité fait partie de l'association des îles volcaniques.

La remarque émise pour l'unité Da est également d'application ici. La grande extension de l'association DaKa en Ethiopie doit être acceptée sous certaines réserves étant donné que pour cette région nous ne disposions que de peu de données pédologiques.

Répartition

Burundi, Cameroun, Congo (Léopoldville), Ethiopia, Kenya, Nigeria, Nyasaland, Rwanda, Tanganyika, Uganda.

En zone équatoriale ces sols se trouvent généralement à des altitudes supérieures à 1.600 m.

Valeur agricole

Si ces sols sont plus riches en éléments nutritifs que les sols ferrallitiques sensu stricto, comparés aux sols bruns eutrophes des régions tropicales formés sur des matériaux originels analogues ce sont des sols relativement pauvres. Là où le climat, le relief et l'altitude le permettent ils conviennent pour la culture du café, du thé, de l'aleurite, du quinquina, ...

2. Les ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens — Kb

Cfr. IIIe Partie, profil 24. p. 167

Définition

Voir définition générale.
C'est sur ce matériau originel que l'on trouve les ferrisols les plus typiques.

Unités associées

BbKb : avec lithosols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
BcKb : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
HaKb : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales sur efflata
JdKb : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BdKbLm : avec lithosols non différenciés et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
Ra : l'unité Kb fait partie de l'association des îles volcaniques.

Répartition

Burundi, Côte d'Ivoire, Congo (Léopoldville), Ethiopia, Ghana, Guinée, Mali, Madagascar, Nyasaland, Rwanda, Sénégal, Sudan, Tanganyika.

Valeur agricole

Supérieure à celle des sols ferrallitiques dérivés de roches mères analogues. Conviennent pour la plupart des grandes cultures industrielles.

3. Les ferrisols non différenciés — Kc

Cfr. IIIe Partie, profil 25. p. 168

Cet élément qui, parmi les ferrisols, a l'extension la plus grande sur la carte, est essentiellement une formation de basse et moyenne altitude. Quoique la classification congolaise ([24]) prévoit une distinction d'après la nature

lithologique des matériaux originels (ferrisols sur roches Karroo p.ex.), il n'a pas été possible de l'appliquer à l'échelle du continent.

Définition

Voir définition générale.

Unités associées

BcKc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
BdKc : avec lithosols non différenciés
DjKc : avec vertisols des dépressions topographiques
JcKc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
JdKc : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
KcLa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments sableux
KcLb : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments plus ou moins argileux
KcLc : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
KcLn : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
KcLx : avec sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers
BcKcLc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
BcKcLn : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
BcKcLx : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques rouges et jaunes sur matériaux originels divers
BdJdKc : avec lithosols et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BdKcLn : avec lithosols et sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
BdKcLx : avec lithosols non différenciés et sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers
KcLaNa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux et sols hydromorphes minéraux.

Les associations les plus répandues sont celles avec les divers sols ferrallitiques et avec les sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides. Les ferrisols y correspondent souvent aux sites plus accidentés, réjuvénés et, subsidiairement, à des matériaux originels plus riches en éléments altérables.

Répartition

Angola, Burundi, Cameroun, Congo (Brazzaville), Congo (Léopoldville), Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Guinée, Guinea Continental Española, Kenya, Mali, Madagascar, Moçambique, Nyasaland, Rwanda, République Centr'africaine, Rhodesia (Northern) (Southern), Tanganyika, Togo, Uganda.

Valeur agricole

Voir paragraphes précédents.

En général les ferrisols constituent de meilleurs gîtes agricoles que les sols ferrugineux tropicaux ou les sols ferrallitiques avoisinants. Malgré le fait qu'ils couvrent fréquemment des terrains accidentés ils sont beaucoup moins vulnérables à l'érosion que les sols ferrugineux tropicaux. Ils sont recherchés pour des cultures exigeantes telles le cacao.

CHAPITRE 10

LES SOLS FERRALLITIQUES (sensu stricto)

Sur le continent africain les sols ferrallitiques couvrent environ 5.338.000 km² (plus de 18% de la superficie totale). A Madagascar leur extension est de l'ordre de 210.000 km² soit plus de 34% de sa surface. Ils constituent donc le groupe d'éléments de légende le plus important d'Afrique, les matériaux détriques des déserts (5.913.000 km²), beaucoup moins homogènes, pouvant à peine être assimilés à des sols. Ce sont les termes ultimes de l'altération et de la lixiviation pédogénétique où ne subsistent que les constituants les moins mobiles et les moins altérables, où la kaolinite et même le quartz peuvent s'altérer.

Malgré leur distribution apparemment très zonale un pourcentage assez important ne résulte pas uniquement des pédogenèses actuelles : beaucoup sont polygénétiques, c.-à-d. des sols actuels développés dans des couches d'altération anciennes qui ont subi au moins un cycle de pédogenèse ferrallitique, qui sont restées sur place ou ont été remaniées et redistribuées suivant les modelés nouveaux de paysages réjuvénés. Ces manteaux de recouvrement ferrallitiques sont particulièrement nombreux en Afrique intertropicale, où ils ont pu se maintenir au cours de la dernière ère géologique au moins, grâce au modelé aplani de la majeure partie du massif continental.

La subdivision que l'on a retenue est un compromis entre les divers

systèmes de classification en usage en Afrique à l'époque où les cartes partielles furent établies. Elle s'appuie sur des critères à première vue assez disparates où la couleur occupe une place prépondérante.

Définition générale

Sols souvent profonds dont les horizons sont peu différenciés, avec des transitions diffuses ou graduelles, parfois avec un A2 ou un B textural. Cet horizon B peut être légèrement structuré dans les profils plus argileux mais les agrégats ne présentent pas les faces brillantes bien développées décrites pour les ferrisols : les éléments structuraux sont souvent très finement polyédriques subangulaires, plus ou moins cohérents, et forment une masse poreuse très friable.

La réserve en minéraux altérables est faible ou inexistante, le rapport limon/argile (20-2 microns) (voir remarque sols ferrugineux tropicaux) dans les horizons B et C est, en général, inférieur à 0,25 et les minéraux argileux, en très grande majorité du type à réseau 1 : 1, sont le plus souvent associés à des quantités importantes d'oxydes de fer. Quoiqu'ils contiennent généralement des oxydes hydratés d'aluminium, la présence de gibbsite, une de leurs formes cristallines, est fréquente mais pas essentielle. Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est parfois voisin mais généralement inférieur à 2. La capacité d'échange cationique de la fraction argileuse (granulométrique) est généralement inférieure à 20 meq./100 g, et le taux de saturation dans les horizons A et B est généralement inférieur à 40% (acétate d'Ammonium N, pH 7).

Il est à noter que cette définition est légèrement plus restrictive que celle de la classification française ([2]) qui englobe les ferrisols tels que nous les avons décrits ci-dessus. Dans la classification U.S.D.A. 7me approximation ([27]) certains sols ferrallitiques se rangeraient parmi les oxisols mais l'absence d'horizons oxiques en exclut beaucoup d'autres qui dès lors s'identifieraient aux ultisols.

1. Les sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments meubles sableux — La

Cfr. IIIe Partie, profil 26. p. 169

Définition

Voir définition générale.

Ces sols à profil A-C ou A-D ont généralement un horizon A1 très faible et l'horizon A2 manque souvent. Le matériau originel contient moins de 15% d'argile (granulométrique) sur plus d'un mètre de profondeur. On observe

souvent des entraînements d'oxydes de fer jusqu'à des profondeurs qui peuvent atteindre 10 m. A l'échelle Munsell ils ont des couleurs plus jaunes que 7.5YR.

Unités associées

BcLa : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
DjLa : avec vertisols des dépressions topographiques
JaLa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
KcLa : avec ferrisols non différenciés
LaLc : avec sols ferrallitiques jaune-beige non différenciés
LaLl : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge sur sédiments meubles sableux
LaNa : avec sols hydromorphes minéraux
BcLaLx : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers.
JaLaMe : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux et sols halomorphes non différenciés
KcLaNa : avec ferrisols non différenciés et sols hydromorphes minéraux.

Les associations KcLa, JaLa et LaLl sont les plus répandues. Pour la première, le constituant Kc correspond aux incisions du paysage tandis que La se développe sur les recouvrements sableux donc sur un matériau originel différent. Pour les deux autres la similitude des matériaux originels est la principale raison de l'association.

Répartition

Angola, Bechuanaland, Cameroun, Congo (Brazzaville), Congo (Léopoldville), Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée, Guinea Continental Española, Nigeria, Nyasaland, Rhodesia (Northern) (Southern), Sierra Leone, Uganda.

Cette unité est bien plus répandue au sud (1.434.000 km^2) qu'au nord de l'équateur (74.000 km^2) et est caractéristique des importants recouvrements sableux dits du Kalahari qui dans la cuvette congolaise s'étendent jusqu'aux latitudes équatoriales. En hémisphère nord ces sols sont confinés, à quelques exceptions près, aux dépôts sableux de la frange côtière.

Valeur agricole

La faible valeur agricole de ces sols découle de leur pauvreté en minéraux altérables et en argile. Après défrichement les cultures épuisent la couche arable en quelques saisons. Les termes les plus sableux comptent parmi les sols les plus pauvres du continent.

2. Les sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments plus ou moins argileux — Lb

Cfr. IIIe Partie, profil 27. p. 170

Définition

Voir définition générale. Leur couleur (Munsell) est de 7.5 YR ou plus jaune.

Unités associées

KcLb : avec ferrisols non différenciés
LbNa : avec sols hydromorphes minéraux.

Répartition

Cameroun, Congo (Brazzaville), Congo (Léopoldville), Madagascar, République Centr'africaine, Rhodesia (Northern), Tanganyika.

Cet élément qui sur la carte est aussi bien représenté au nord qu'au sud de l'équateur tout en ne dépassant pas les latitudes 4° N et 14° S, a un caractère essentiellement continental et correspond aux alluvions fluvio-lacustres anciennes dont le dépôt peut remonter à des périodes plus humides. Il est permis d'admettre que certaines de ces alluvions ont été remaniées par action éolienne, ou encore transportées et déposées en auréole à l'entour des zones déprimées dont le fond est souvent encore inondé.

Valeur agricole

Sous climat tropical humide ces sols conviennent à plusieurs cultures industrielles arborescentes : hévéa, café, palmier à huile. On y a noté certaines maladies de carence (Magnésium). Sans apport d'amendements les rendements des cultures annuelles diminuent rapidement après la deuxième ou troisième année et de longues jachère (15 à 20 ans) sont nécessaires pour restaurer la fertilité initiale.

3. Les sols ferrallitiques jaune-beige non différenciés — Lc

Cfr. IIIe Partie, profil 28. p. 172

Définition

Voir définition générale. Couleur Munsell 5YR ou plus jaune.

Unités associées

AbLc : avec cuirasses ferrugineuses
AcLc : avec roches et débris de roches non différenciés
BcLc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
DjLc : avec vertisols des dépressions topographiques
JcLc : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
JdLc : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
KcLc : avec ferrisols non différenciés
LaLc : avec sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments meubles sableux
LcNa : avec sols hydromorphes minéraux
AcJdLc : avec roches et débris de roches et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BcDjLc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et vertisols des dépressions topographiques
BcJdLc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BcKcLc : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et ferrisols non différenciés
JdLcMe : avec sols ferrugineux tropicaux et sols halomorphes non différenciés.

L'association avec les lithosols sur cuirasses ferrugineuses est la plus fréquente. Dans la très grande majorité des cas il s'agit de débris de cuirasses anciennes dont la formation n'a donc aucun rapport avec les conditions pédogénétiques actuelles. Une autre association bien répandue, celle avec les sols ferrugineux tropicaux non différenciés (JdLc), couvre les parties déjà moins humides de la zone «ferrallitique». L'association avec les ferrisols (KcLc) occupe (au point de vue superficie) la troisième position.

Répartition

Angola, Cameroun, Congo (Brazzaville), Congo (Léopoldville), Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Guinée, Guinea Continental Española, Guiné Portuguesa, Liberia, Moçambique, Nigeria, Nyasaland, Rhodesia (Northern) (Southern), Sierra Leone, Tanganyika, Uganda.

Ces sols sont mieux représentés au sud qu'au nord de l'équateur et couvrent quelques 10% de la surface totale de ce subcontinent; dans le sud-est ils s'étendent jusqu'au 21me parallèle environ. En hémisphère nord, le long de la côte occidentale, ils ne remontent que jusqu'au 12me parallèle. L'aire que couvre cet élément est plus grande encore que celle renseignée sur la carte, une partie étant comprise dans Lx, qui tout comme Lc, connaît sa plus grande extension au sud de l'équateur.

La même remarque peut d'ailleurs être étendue à tous les sols ferrallitiques

jaune-beige qui en hémisphère nord constituent moins du tiers des sols ferrallitiques, tandis qu'en hémisphère sud ils en représentent environ les deux tiers.

Valeur agricole

La fertilité peu élevée de ces sols varie suivant la teneur en argile (20 à 60%), la nature des roches dont ils dérivent directement ou indirectement, le climat actuel dont la gamme s'étale de la zone perhumide à la zone subhumide, et des couverts végétaux qui y sont associés.

Vu leur faible degré de saturation, les quantités de bases à apporter sous forme d'engrais pour augmenter les rendements de manière significative sont généralement élevées et dans la conjoncture actuelle souvent prohibitives.

4. Les sols ferrallitiques rouges sur sédiments meubles sableux — Ll

Définition

Voir définition générale. Couleur Munsell 5YR ou plus rouge.

Unités associées

LaLl : avec sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments meubles sableux.

Répartition

Angola, Côte d'Ivoire, Dahomey, Gambia, Ghana, Guiné Portuguesa, Mali, Nigeria, République Centr'africaine, Sénégal, Togo.

Cet élément, également réparti au nord et au sud de l'équateur, occupe des étendues beaucoup moins importantes que les sols ferrallitiques jaune-beige sur matériaux originels sableux, tout en y couvrant des formations géologiques analogues.

Valeur agricole

Comparable à celle des sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments sableux.

5. Les sols ferrallitiques rouges sur roches riches en minéraux ferromagnésiens — Lm

Cfr. IIIe Partie, profil 29. p. 173

Définition

Voir définition générale. Couleur Munsell plus rouge que 5YR. Ces sols développés à partir de dolérites, amphibolites, gabbros et granites à amphiboles

dans les zones tropicales humides, sont plus rares dans les zones perhumides. Comme leur teneur en argile est fréquemment élevée ils possèdent souvent un horizon B structuré dont les éléments ne présentent pas les revêtements caractéristiques des ferrisols.

Unités associées

AbLm : avec cuirasses ferrugineuses
BcLm : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
JcLm : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
KaLm : avec ferrisols humifères
BdKbLm : avec lithosols non différenciés et ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens.

L'association la plus fréquente est celle avec les lithosols sur cuirasses ferrugineuses.

Répartition

Angola, Cameroun, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Madagascar, République Centr'africaine, Rhodesia (Southern), Sierra Leone.

Valeur agricole

Ces sols sont à ranger parmi les meilleurs sols ferrallitiques, plusieurs de leurs propriétés étant encore très proches de celles des ferrisols sur les mêmes matériaux originels.

6. Les sols ferrallitiques rouges non différenciés — Ln

Définition

Voir définition générale et remarques sous Ll et Lm. Beaucoup de ces sols se sont développés dans des matériaux altérés lors de cycles pédogénétiques antérieurs. Il est souvent très malaisé de déterminer la nature de la roche dont ils dérivent : ils ont généralement été rémaniés et déplacés quoiqu'il semble acquis que, dans la plupart des cas, ces déplacements ne se sont effectués que sur de courtes distances. Ces sols occupent en général les parties les plus élevées des paysages et y constituent alors les termes supérieurs des complexes caténaires dans le sens leur attribué par Milne ([19]).

Unités associées

BcLn : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
BdLn : avec lithosols non différenciés
JdLn : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés

KcLn : avec ferrisols non différenciés
LnNa : avec sols hydromorphes minéraux
BcJdLn : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BcKcLn : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et ferrisols non différenciés
BdJdLn : avec lithosols et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
BdKcLn : avec lithosols et ferrisols non différenciés.

L'association avec les lithosols sur cuirasses ferrugineuses est la mieux représentée, suivie de celle avec les ferrisols non différenciés.

Répartition

Angola, Cameroun, Congo (Brazzaville), Congo (Léopoldville), Ghana, Madagascar, Moçambique, Nigeria, République Centr'africaine, Rhodesia, (Northern) (Southern), Republic of South Africa, Sudan, Tanganyika, Togo.

Cet élément (687.000 km^2), est particulièrement bien représenté sur les dômes légèrement surélevés séparant le bassin congolais des bassins du Tchad, du Nil-Bahr el Ghazal et du Victoria-Kyoga. Une étendue importante se situe également au sud du Tanganyika. Tout comme les débris de cuirasse ancienne qui l'accompagnent il est généralement associé aux anciennes surfaces tertiaires.

Valeur agricole

Faible à très faible. Elle dépend principalement de la teneur en minéraux argileux car dans ces sols une grande partie de la fraction fine peut être constituée de sesquioxydes libres. La plupart se trouvent actuellement sous des climats à saison sèche marquée et sous végétation de savane.

7. Les sols ferrallitiques humifères — Ls

Cfr. IIIe Partie, profil 30. p. 175

Définition

Voir définition générale.

Ce sont des sols ferrallitiques qui dans leur état naturel ont des horizons A1 riches en matières organiques, semblables à ceux décrits pour les ferrisols humifères.

Dans la classification congolaise Sys ([24]) requiert pour ces sols un A1 plus épais que 10 cm, avec une teneur en C supérieure à 2% et dont les valeurs/intensités sont égales ou inférieures à 3/2. Pour des horizons A1 plus épais que 20 cm il admet des teneurs en carbone inférieures.

Aux latitudes équatoriales on trouve ces sols au-dessus de 1.400 m d'altitude.

Unités associées

KaLs : avec ferrisols humifères
LsLt : avec sols ferrallitiques à horizon sombre
BcLsLt : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques à horizon sombre.

Répartition

Burundi, Congo (Léopoldville), Côte d'Ivoire, Madagascar, Rwanda, Republic of South Africa, Swaziland, Uganda.

Valeur agricole

La valeur agricole de ces sols dépend, non seulement de l'épaisseur des epipedons ([27]), mais aussi, sinon davantage, de la qualité des matières organiques qui s'y élaborent. Sous un climat relativement frais et humide cette réserve organique est moins labile que sous des climats plus chauds. Notons que sous savane ces sols sont fréquemment incinérés.

8. Les sols ferrallitiques à horizon sombre — Lt

Cfr. IIIe Partie, profil 31. p. 176

Définition

Voir définition générale.

Ce sont des sols ferrallitiques qui, en dessous de l'horizon B (textural ou de consistance) présentent un horizon de couleur plus foncée que les horizons sus- et sous-jacents. Cette couleur est souvent celle des horizons humifères de surface. «L'horizon sombre» peut avoir une structure polyédrique moyenne à grossière bien développée, à revêtements épais souvent noirs et luisants, mais il peut aussi être sans structure ou farineux. Son apparition dans le profil va souvent de pair avec une augmentation de la valeur du rapport C/N d'au moins une unité : elle y atteint généralement la valeur de 15. La teneur moyenne en carbone organique de cet horizon est de l'ordre de 0.7%.

On peut ajouter que ces profils ne semblent se développer qu'à des altitudes supérieures à 1.300 m (aux latitudes équatoriales du moins) et que leurs matériaux originels sont toujours très altérés.

Unités associées

KaLt : avec ferrisols humifères
LsLt : avec sols ferrallitiques humifères
BcLsLt : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques humifères.

Répartition

Burundi, Congo (Léopoldville), Rwanda, Uganda.

Valeur agricole

Très faible. Là où ils ont été mis en valeur (café arabica, thé) on a pu constater que la présence d'un horizon sombre à faible profondeur correspondait à une plus faible productivité.

9. Les sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers — Lx

Sur le continent cet élément occupe un cinquième de la superficie totale des sols ferrallitiques. A Madagascar, cette proportion est de 30% environ.

Ce complexe englobe surtout les sols des catégories La, Lb, Lc, Ll, Lm, et Ln. Il fut utilisé dans les zones où nos informations étaient trop fragmentaires et dans celles où la mosaïque des sols ferrallitiques rouges et jaunes était trop morcelée pour être cartographiée à l'échelle utilisée.

Tel est d'ailleurs le cas pour de nombreuses régions couvertes de complexes caténaires où les sols rouges occupent les parties élevées, les sols plus jaunes les pentes et les sols hydromorphes les fonds mal drainés.

Définition

Voir définition générale et définitions complémentaires précédentes.

Unités associées

BcLx : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses
BdLx : avec lithosols non différenciés
DaLx : avec vertisols lithomorphes développés sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
DjLx : avec vertisols des dépressions topographiques
KaLx : avec ferrisols humifères
KcLx : avec ferrisols non différenciés
LxNa : avec sols hydromorphes minéraux
BcKcLx : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et ferrisols non différenciés

BcLaLx : avec lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux

BdKcLx : avec lithosols et ferrisols non différenciés.

On remarquera que l'association avec les lithosols sur cuirasses ferrugineuses est nettement dominante.

Répartition

Angola, Burundi, Cameroun, Congo (Léopoldville), Congo (Brazzaville), Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Guinée, Guinea Continental Española, Kenya, Liberia, Madagascar, Moçambique, Rwanda, République Centr'africaine, Rhodesia (northern), Sierra Leone, Tanganyika, Uganda.

Tout comme Ln, Lx est largement représenté sur les anciennes surfaces tertiaires du continent. A Madagascar, l'élément Lx occupe toute la partie orientale de l'île, très accidentée, forestière, soumise à une forte pluviosité. Il n'y est pas associé à des cuirasses ferrugineuses.

Valeur agricole

Faible. Voir paragraphes précédents. Beaucoup de sols ferrallitiques jaunes et rouges plus ou moins argileux portent des forêts et des savanes riches, l'humidité des climats compensant la pauvreté des substrats. Une grande partie de la réserve minérale est concentrée dans les parties végétales et dans les couches superficielles du sol où les déchets constamment apportés, se décomposent .Après défrichement la réserve accumulée dans ces couches est rapidement épuisée par les cultures annuelles (vivres, coton) et n'est restituée que par de longues jachères. En région forestière les cultures perennes (élais, café, hévéa) peuvent s'y maintenir de manière rentable pendant quelques années. Toutes autres conditions égales, l'aptitude agricole des sols forestiers s'avère supérieure à celle des sols sous savane.

CHAPITRE 11

LES SOLS HALOMORPHES

Sur la carte ces sols couvrent à peine 1% de la surface totale de l'Afrique (2% de la surface au sud de l'équateur et moins de 1% au nord de l'équateur).

Définition générale

Sols dont les caractéristiques morphologiques sont en grande partie dues à la présence dans le profil de sels solubles ou de cations échangeables dont le plus important est le sodium. Ces éléments peuvent provenir aussi bien de l'altération du matériau originel que d'un apport.

Empruntant à la nouvelle définition élaborée par le U.S. Salinity laboratory (4) (26) on peut dire aussi que ce sont des sols où la culture de la plupart des végétaux est gênée par la présence ou par l'action de sels solubles. Ce sont donc des sols qui ont soit des sels solubles soit du sodium échangeable soit les deux en excès.

1. LES SOLONETZ ET SOLONETZ SOLODISÉS — Ma

Cfr. IIIe Partie, profil 32. p. 178

Définition

Sols halomorphes à horizon B textural présentant, dans le cas des solonetz, une structure en colonnettes et, au moins dans un des horizons B, une saturation en sodium par rapport à la capacité d'échange supérieure à 15%. Le pH des horizons supérieurs, en général plus élevé que 7, s'abaisse dans le cas des solonetz solodisés.

Unités associées

DaMa : avec vertisols développés sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
DjMa : avec vertisols des dépressions topographiques
JbMa : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
JcMa : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
AcDjMa : avec roches et débris de roches non différenciés et vertisols des dépressions topographiques
BhCaMa : avec sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent et rendzines et/ou sols bruns calcaires.
GbJdMa : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales et sols ferrugineux tropicaux non différenciés.

Tous les sols associés sont des formations propres aux climats semi-arides ou sub-humides et l'association avec les vertisols est la plus répandue.

Répartition

Kenya, Republic of South Africa, Tanganyika.

Valeur agricole

La mise en valeur des solonetz et solonetz solodisés dont l'halomorphie est modérée, peut être envisagée moyennant certaines précautions. Leur aménagement peut nécessiter des investissements importants car une lixiviation préalable des sels solubles et/ou des cations en excès est souvent nécessaire. Ces sols sont fréquemment utilisés pour la culture du coton ou de la canne à sucre.

2. Les sols salins, les sols à alcalis et les sols salés à alcalis — Mb

Cfr. IIIe Partie, profil 33. p. 179

Définition

Les sols salins présentent, dans l'ensemble du profil, une conductivité (à 25°C) de l'extrait de pâte saturée supérieure à 4 millimhos. Dans le cas des sols à alcalis le pourcentage de sodium échangeable par rapport à la capacité d'échange est supérieur à 15%. Les sols salés à alcalis possèdent ces deux caractéristiques. Les takyrs constituent un cas spécial de sols salés, parfois seulement en profondeur, où l'horizon de surface compact possède une structure polygonale particulière. D'après les nouvelles définitions du U.S. Salinity laboratory ([4]) le terme sol sodique est préféré à celui de sol à alcalis, tandis que la définition elle-même reste inchangée.

Unités associées

BhMb : avec sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent
BoMb : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres
DjMb : avec vertisols des dépressions topographiques
GaMb : avec sols bruns des régions arides et subarides développés sur sédiments meubles
JaMb : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
BdBfMb : avec lithosols non différenciés et sols subdésertiques.

Répartition

Algérie, Burundi, Ethiopia, Ghana, Kenya, Libya, Mauritanie, Nigeria, Niger, Congo (Léopoldville), Republic of South Africa, Rwanda, South West Africa, Tanganyika, Tunisie, Uganda.

Valeur agricole

A l'état naturel beaucoup de ces sols sont inutilisables. Comme dans la plupart des cas l'excès de sels dans les couches supérieures des profils provient d'une nappe phréatique proche de la surface et soumise à une évaporation

intense, toute amélioration doit tendre à rabattre cette nappe et à désaliniser la couche arable par l'apport d'un excédent d'eau douce en surface et le drainage souterrain du percolat. Il est à remarquer que des irrigations irrationnelles peuvent transformer des terres arables en sols salés.

3. Les sols des sebkhas et des chotts — Mc

Définition

Sols très salés, dépourvus de végétation, occupant les dépressions inondées après les pluies et soumis à une évaporation intense en période sèche. La formation d'une croûte saline et l'érosion par le vent y sont alors fréquentes.

Unités associées

Cette unité ne figure pas en association.

Répartition

Africa Occidental Española, Algérie, Mali, Mauritanie, Côte française des Somalis, Tunisie.

Sur la carte cette unité n'a été consignée que dans des régions très arides (désertiques à subdésertiques).

Valeur agricole

Pour mémoire.

4. Les sols des lunettes — Md

Définition

Sols provenant de l'évolution des éléments accumulés par le vent à la suite de la déflation éolienne des chotts et des sebkhas. Ils perdent progressivement leurs caractères halomorphes.

Unités associées

Cette unité ne figure pas en association.

Répartition

Algérie.

Valeur agricole

Pour mémoire.

5. Les sols halomorphes non différenciés — Me

Définition

Voir définition générale des sols halomorphes et les définitions complémentaires précédentes. La grande majorité des sols représentés par cet élément appartient aux unités Ma et Mb.

Unités associées

ArMe : avec matériaux détritiques des déserts non différenciés
Bc'Me : avec lithosols sur carapaces calcaires
BfMe : avec sols subdésertiques
BoMe : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres
BqMe : avec sols jeunes sur sables éoliens
DjMe : avec vertisols des dépressions topographiques
JcMe : avec sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides
JdMe : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
MeNb : avec sols hydromorphes organiques
BfBoMe : avec sols subdésertiques et sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres
BoDjMe : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres et vertisols des dépressions topographiques
JaLaMe : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux
JdLcMe : avec sols ferrugineux tropicaux et sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés.

Répartition

Algérie, Angola, Bechuanaland, Cameroun, Gambia, Madagascar, Maroc, Mauritanie, Moçambique, Nigeria, Niger, Rhodesia (Northern) (Southern), Sénégal, South West Africa, Tanganyika, Tchad, Tunisie, United Arab Republic,

Valeur agricole

Voir paragraphes précédents.

CHAPITRE 12

LES SOLS HYDROMORPHES, LES SOLS ORGANIQUES NON HYDROMORPHES ET LE COMPLEXE DES ÎLES VOLCANIQUES

A — Les sols hydromorphes

1. Les sols hydromorphes minéraux — Na

Définition

Sols dont le développement et les caractéristiques (apparition de gley et/ou pseudogley dans au moins un de leurs horizons) sont influencés par l'engorgement par l'eau, permanent ou saisonnier, à l'exclusion des vertisols et sols similaires. Certains de ces sols ont un taux de saturation cationique relativement élevé.

Unités associées

BhNa : avec sols peu évolués sur sédiments meubles d'apport non récent
BoNa : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres
DjNa : avec vertisols des dépressions topographiques
GbNa : avec sols bruns des régions arides et subarides tropicales non différenciés
HcNa : avec sols bruns eutrophes des régions tropicales développés sur dépôts alluvionnaires
JaNa : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
JdNa : avec sols ferrugineux tropicaux non différenciés
LaNa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments meubles sableux
LbNa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune sur sédiments plus ou moins argileux
LcNa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante jaune non différenciés
LnNa : avec sols ferrallitiques de couleur dominante rouge non différenciés
LxNa : avec sols ferrallitiques jaune et rouge sur matériaux originels divers
AcJdNa : avec roches et débris de roches et sols ferrugineux tropicaux non différenciés
KcLaNa : avec ferrisols non différenciés et sols ferrallitiques jaunes sur sédiments sableux

De ces nombreuses associations celle avec les sols jeunes sur alluvions fluviales ou lacustres est sans doute la plus importante et la plus répandue.

En outre, l'élément Na est fréquemment associé aux sols ferrallitiques sur anciens sédiments lacustres (Lb) et aux vertisols des dépressions topographiques (Dj).

Répartition

Algérie, Angola, Bechuanaland, Cameroun, Congo (Brazzaville), Congo (Léopoldville), Côte d'Ivoire, Dahomey, Ethiopia, Gabon, Gambia, Ghana, Guinée, Guiné Portuguesa, Guinea Continental Española, Haute Volta, Kenya, Mali, Madagascar, Mauritanie, Moçambique, Nigeria, Niger, Nyasaland, République Centr'africaine, Rhodesia (Northern) (Southern), Republic of South Africa, Rwanda, Sénégal, Sierra Leone, Sudan, South West Africa, Tanganyika, Tchad, Tunisie, Uganda, United Arab Republic.

Du point de vue climatique leur distribution est moins large que celle des sols jeunes sur alluvions fluviales ou lacustres auxquels ils sont le plus fréquemment associés : dans les zones plus arides l'hydromorphie cède généralement le pas à l'halomorphie.

Valeur agricole

Beaucoup de ces sols ont une valeur agricole relativement élevée, surtout ceux à engorgement temporaire ou saisonnier. Leur mise en valeur nécessite parfois le contrôle du plan d'eau. Ils sont beaucoup utilisés pour la culture du riz et de la canne à sucre. Bien drainés ils conviennent aussi pour la culture intensive de bananes.

2. Les sols hydromorphes organiques — Nb

Cfr. IIIe Partie, profil 34. p. 180

Définition

Sols hydromorphes dont la couche supérieure contient plus de 20% (substrats sableux) ou plus de 30% (substrats argileux) de matières organiques dans les 50 cm supérieurs de leur profil à l'état naturel, dans les 30 cm supérieurs en cas de drainage artificiel. Certains de ces sols ont un taux de saturation cationique relativement élevé.

Unités associées

BhNb : avec sols peu évolués sur sédiments meubles d'apport non récent
BoNb : avec sols jeunes sur alluvions fluviales et lacustres
BqNb : avec sols jeunes sur sables éoliens

JaNb : avec sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux
MeNb : avec sols halomorphes non différenciés

Répartition :

Cameroun, Congo (Léopoldville), Dahomey, Ethiopia, Gabon, Kenya, Madagascar, Moçambique, Nigeria, Niger, Nyasaland, Rhodesia (Northern), Sudan, Tanganyika, Tchad, Togo.

La plupart de ces sols se trouvent sous des climats sub-humides à semi-arides, comme l'indiquent d'ailleurs les éléments auxquels ils sont associés. Les végétations qui les forment appartiennent à deux types principaux : les peuplements à Papyrus (Cyperus papyrus L) et à Phragmites (Phragmites communis Trin.).

Valeur agricole

Les recherches entreprises en Uganda en vue de la mise en valeur des marécages à Papyrus ont révélé qu'après défrichement et abaissement du plan d'eau, l'acidité des couches superficielles du sol atteignait rapidement un niveau prohibitif pour la plupart des plantes (pH 2.5) : l'oxydation de sulfures et de composés sulfureux organiques en était la cause ([6]) ([15]). Rappelons qu'un phénomène analogue a été signalé pour les sols à mangrove (Bp). Lors de l'aménagement des marécages à Phragmites du Mozambique (Machongos) ([20]) on ne semble pas s'être heurté aux mêmes difficultés.

La conservation des matières organiques exige le maintien du plan d'eau à proximité de la surface et demande donc souvent la construction d'importants ouvrages d'art. En effet le dessèchement entraine des oxydations rapides, des acidifications, et même parfois des changements irréversibles des propriétés physiques des colloïdes organiques, ce qui modifie profondément leur pouvoir de rétention d'eau. La décomposition peut provoquer des affaissements rendant ainsi certains ouvrages d'art couteux inutiles. Signalons enfin qu'asséchés, ces sols peuvent brûler. Aménagés, ils conviennent pour la culture intensive de légumes, de bananes.

B — **Les sols organiques non hydromorphes** — Oa

Cfr. IIIe Partie, profil 35. p. 181

Définition

Sols qui contiennent plus de 20% (substrats sableux) ou plus de 30% (substrats argileux) de matières organiques dans les 30 cm supérieurs de leur profil.

Unités associées

AaOa : avec roches et débris de roches riches en minéraux ferromagnésiens.

Répartition

Congo (Léopoldville), Kenya, Tanganyika, Uganda.

L'élément, qui n'a qu'une très faible extension, est confiné à quelques hautes montagnes. Il y voisine avec des roches nues, des glaciers et des neiges éternelles, formations qui ne peuvent plus être considérées comme des sols dans le sens propre du terme, comme il a été postulé au début de la première partie

Valeur agricole

Pour mémoire.

C — **Le complexe des îles volcaniques** — Ra

La plupart des îles volcaniques qui entourent les côtes africaines sont trop petites pour être cartographiées en détail à l'échelle 1/5.000.000. S'étendant des latitudes équatoriales aux latitudes subtropicales, soumises à des conditions climatiques les plus variées, y compris les extrêmes de pluviosité et d'aridité, on peut y rencontrer tous les éléments de la légende, mais plus particulièrement les unités suivantes :

Aa : roches et débris de roches riches en minéraux ferromagnésiens
Ba : lithosols sur laves
Bb : lithosols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
Bn : sols jeunes sur efflata
Da : vertisols lithomorphes dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens
Dj : vertisols des dépressions topographiques
Ha : sols bruns eutrophes des régions tropicales sur efflata
Jb : sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
Ka : ferrisols humifères
Kb : ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
Lm : sols ferrallitiques de couleur dominante rouge sur roches riches en minéraux ferromagnésiens
Oa : sols organiques de montagne.

Répartition

Îles Canaries, Îles du Cap Vert, Fernando Poo, São Tome, Principe, Anobon, Réunion, Mauritius, Rodriguez, Comores, Seychelles.

Valeur agricole

Cfr. celle des différents éléments qui composent le complexe.

Au cours des trois derniers siècles beaucoup d'îles volcaniques intertropicales, considérées à juste titre comme très fertiles et au surplus d'accès facile, furent défrichées et mises en culture suivant des méthodes peu conservatrices. Dans les reliefs accidentés les défrichements excessifs qu'a pu induire la surpopulation ont souvent déclenché des érosions spectaculaires. Cependant plusieurs constituent encore d'excellents gîtes agricoles, renommés pour leurs épices, leur canne à sucre, leur café, leur cacao, leurs bananes.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDULLAHI ABDEL RAHIM TAHIR, *Mineralogical studies on soils of Equatoria Province, The Republic of the Sudan*, Thesis Inst. Agron. Univ., Louvain, 1962.
2. G. AUBERT, La classification pédologique française 1962. Cahiers ORSTOM, *Pédologie*, n° 3, pp. 1-7, 1963.
3. G. BOCQUIER et R. MAIGNIEN, Les sols bruns subarides d'Afrique de l'ouest. Sols Africains, *African Soils*, Vol. VIII, n° 3, p. 371, 1963.
4. C.A. BOWER, W.G. HARPER et C.D. MOODIE, Report of the nomenclature Committee appointed by the board of collaborators of the U.S. Salinity Laboratory, *S. Sc. Soc. Am. Proc.*, **22**, p. 270, 1958.
5. C.C.T.A., Colloque CCTA-FAO sur la classification des sols des régions intertropicales. Sols Africains, *African Soils*, Vol. IX, n° 1, pp. 55-74, 1964.
6. E.M. CHENERY, Acid sulfate soils in central Africa, *Trans. 5th Int. Congr. Soil. Sc.*, Vol. 4, pp. 195, 1954.
7. J. D'HOORE, *L'accumulation des sesquioxydes libres dans les sols tropicaux*, Publ. Inst. Nat. Et. Agron. Congo, Série Scientifique, n° 62, Bruxelles, 1954.
8. J. D'HOORE, The description and classification of free sesquioxide accumulation zones, *Trans. 5th Int. Congr. Soil. Sc.*, Vol. 4, pp. 45-48, 1954.
9. J.H. DURAND, *Les sols rouges et les croûtes en Algérie*, Direction de l'hydraulique et de l'équipement rural, Birmanreis, Alger, 1959.
10. P. DUTIL, *Carte des matériaux superficiels du Sahara* (manuscrit), 1/2.000.000, 1962.
11. V.A. EVREINOFF, Contribution à l'étude du dattier, *J. Agr. Trop. et de Bot. appl.*, n° 3-4, pp. 328-333, 1956.
12. R. FAUCK, Les sous-groupes des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions. Sols Africains, *African Soils*, Vol. VIII, n° 3, p. 407, 1963.
13. R. FURON, *Géologie de l'Afrique*, Payot, Paris, 1960.
14. P. GILSON, J. JONGEN et A. VAN WAMBEKE, *Notice explicative de la carte des sols de Yangambi*, planchette 3, Lilanda, Publ. Inst. Nat. Et. Agron. Congo, Bruxelles, 1957.
15. J.F. HARROP, *The soils of the western province of Uganda*, Department of Agriculture, Kampala (mimeograph), 1960.
16. H.D. JORDAN, The utilization of saline mangrove soils for rice growing. *IIIe Conf. Interafr. Sols*, CCTA, Dalaba, Guinée, Vol. I, pp. 327-331, 1959.
17. R. MAIGNIEN, *Le cuirassement des sols en Guinée, Afrique occidentale*, Thèse Université de Strasbourg, 1958.
18. R. MAIGNIEN, Tropical subarid brown soils of west Africa, *First soil correlation seminar for south and central Asia*, Tashkent, Usbekistan, U.S.S.R., pp. 36-44, 1962.
19. G. MILNE, Some suggested units of classification and mapping, *Soil Res.*, **4**, p. 183, 1935.
20. J. MONTALVÃO MARQUES, *Esboço para uma monografia agricola do postosede dos Muchopes e de alguns regulados do Chibuto (Moçambique)*, Junta de exportação de algodão CICA, Mém. n° 39, Lourenço Marques, 1961.

21. A. PECROT, Quelques grands groupes de sols des régions montagneuses du Kivu, *Pédologie* (Gand) Vol. IX, pp. 227-237, 1959.
22. J. POCHON, H. BARJAC et J. DE LAJUDIE, Recherches sur la microflore des sols sahariens, *Ann. Inst. Pasteur*, **92**, pp. 833-836, 1957.
23. G. REPP et Ch. KILLIAN, Recherches écologiques sur les relations entre les climats, les sols et les plantes irriguées des oasis sahariennes, *J. Agr. Trop. et de Bot. appl.*, n° 3-4, pp. 109-141, 1956.
24. Ch. SYS, La carte des sols du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, *Pédologie* (Gand), Vol. X, n° 1, p. 48-116, 1960.
25. R. TAVERNIER, Sur quelques sols des régions méditerranéennes, *Pédologie* (Gand), Vol. VII, pp. 348-364, 1957.
26. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, *Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils*, Handbook n° 60, 1954.
27. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, *Soil Survey Staff. Soil classification — A comprehensive system*, 7th Approximation, 1960.
28. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, *Genesis and hardening of laterite in soils*. Lyle T. Alexander and John G. Cady, Technical Bulletin n° 1282, 1962

TROISIÈME PARTIE

PROFILS CARACTÉRISTIQUES ET DONNÉES ANALYTIQUES

Les éléments de la légende représentent de très larges unités pédologiques qu'il est malaisé, voire impossible, de caractériser de manière satisfaisante par un nombre restreint de profils. Les descriptions et tableaux analytiques que l'on trouvera dans cette partie doivent donc être considérés comme des illustrations et non comme des essais de caractérisation de profils-type. Pour de plus amples informations on consultera la bibliographie citée.

1. LITHOSOLS SUR CARAPACES CALCAIRES.

Symbole : Bc' (cfr. p. 65)

Référence : J.H. Durand ([4]).

Généralités

Coupe du puits Daya I, d'Ain Skhouna, nord du Chott el Chergui, Algérie. Haut de la pente à 120 m à l'est du puits. Profil 247.

Description d'un profil

0-18 cm Sable très fin, brun, à structure sableuse, friable.
18-32 cm Calcaire tendre, brun très pâle, impur.
32-35 cm Croûte zonaire, rosée, dure.
+ 35 cm Calcaire tendre rosé, friable.

Données analytiques

Profondeur cm	0-18	18-32	32-35	+35
Granulométrie <0.002 mm %	9	10,5	—	—
Capacité d'échange meq./100 g	11,9	9,45		
Cations échangeables meq./100 g				
Ca	67,9	98,3		
Mg	—	—		
K	7,1	1,7		
Na	24,9	—		

2. a. Sols subdésertiques

Symbole : Bf (cfr. p. 69)

Référence : C. F. Hemming et C. G. Trapnell ([9]).

Généralités

Désert de Turkana, NW Kenya, Altitude 730 m. Pluviosité moyenne annuelle 145 mm. Végétation (très clairsemée) : Acacia misera et Sericocomopsis hildebrandtii.

Description d'un profil

0-30 cm Sable brun (5 YR 4/6), compact, légèrement cimenté. Quelques petites fissures verticales, cassures faiblement grumeleuses.

30-45 cm Sable brun de couleur plus terne (5 YR 4/4 - 7.5 YR 4/4), dur et cimenté.

45-90 cm Sable cimenté très dur, ocre-brun assez terne (7.5 YR 4/4 - 5/6) mais beaucoup plus pâle sur les surfaces entamées par la houe. Petites taches de $CaCO_3$, devenant plus nombreuses à partir de 61 cm.

Données analytiques

Profondeur cm	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90
Granulométrie						
2, -0,2 mm %	48,3	56,0	42,1	46,9	46,3	40,7
0,2 -0,02 mm %	43,5	35,8	49,7	44,9	45,1	51,2
0,02-0,002 mm %	0,9	2,9	1,8	3,9	4,1	3,8
< 0.002 mm %	7,1	5,1	6,1	4,1	4,3	4,1
pH	9,6	8,1	8,8	9,3	9,9	9.9
Capacité d'échange meq./100 g				78,5		
Ca CO_3 %	0,7	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0

2.b. Sols subdésertiques

Symbole : Bf. (cfr. p. 69)

Référence : C.R. Van der Merwe ([18]).

Généralités

20°45'E, 31°20'S, 38 miles au sud de la rivière Sak, République Sud-africaine. Relief faiblement ondulé. Altitude 3.200 ft (975 m). Pluviosité moyenne annuelle 127 mm. Matériau originel : schistes de la série Ecca. Végétation (très clairsemée) de Mesembrianthemum.

Description d'un profil

Surface — Horizon Ao : débris de roche anguleux, sans patine de désert bien marquée.

0-15 cm — Horizon A : sablo-argileux, de couleur brun-jaune pâle, vésiculaire, se broyant facilement entre les doigts. Peu de radicelles. Pas d'accumulation de matière organique.

15-45 cm — Horizon B : brun-rouge pâle avec reflet blanchâtre, assez compact. Quelques concrétions de carbonate de calcium. Repose directement sur la roche.

Données analytiques

Profondeur cm	0-15	15-45
Granulométrie :		
> 2, mm %	17	16
2, -0,13 mm %	45,7	34,4
0,13 -0,05 mm %	16,1	15,6
0,05 -0,005 mm %	8,4	12,9
0,005-0,002 mm %	6,1	8,0
< 0,002 mm %	23,5	29,5
pH	8,5	8,1
C %	0,16	0,15
N %	0,05	0,04

3.a. Sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent

Symbole : Bh (cfr. p. 70)

Référence : J. Hervieu ([10]).

Généralités

District d'Ambovombe, Erakoky, Madagascar.
Climat subaride avec peu ou pas d'excès d'eau en été.
Système dunaire stabilisé.

Description d'un profil

0-20 cm Horizon brun-jaunâtre, un peu humifère, sableux grossier, à structure particulaire.

20-150 cm Horizon homogène, jaunâtre, sableux grossier, particulaire.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	+20
Granulométrie		
2, -0,2 mm %	52,6	53,3
0,2 -0,02 mm %	34,6	31,1
0,02-0,002 mm %	2,4	5,6
< 0,002 mm %	9,2	8,7
pH	7,8	7,8
Capacité d'échange meq./100 g	3,3	2,7
Cations échangeables meq./100 g		
Ca	1,7	1,0
Mg	4,4	5,2
K	0,2	0,1
Somme :	6,3	6,3
Saturation %	100	100
C %	0,56	0,24
N %	0,029	0,017
P_2O_5 ‰	0,02	0,02

3.b. Sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent

Symbole : Bh (cfr. p. 70)

Référence : P.R. Tomlinson ([17]).

Généralités

North East Bornu, Gudumbali area, Northern Nigeria. Dune stabilisée.

Description d'un profil

Surface	Sable meuble.
0-7 cm	Brun pâle 10YR 6/3, sable grossier, sec, meuble.
7-30 cm	Brun pâle idem, légèrement induré.
30-95 cm	Idem, sable sec et meuble.
95-170 cm	Brun très pâle 10YR 7/3, sable sec et meuble.
170-230 cm	Brun très pâle 10YR 7/3, sable avec de nombreuses taches brun-jaunâtre, disposées en larges bandes horizontales.

Données analytiques

Profondeur cm	0-7	7-30	30-95	95-170	170-230
Granulométrie					
2, -0,2 mm %	41,4	56,6	54,6	50,6	60,4
0,2 -0,02 mm %	54,6	33,4	33,4	39,4	31,6
0,02-0,002 mm %	—	2,0	2,0	2,0	2,0
< 0,002 mm %	4,0	8,0	10,0	8,0	6,0
pH	6,7	5,0	4,8	5,1	5,7
Capacité d'échange meq./100 g	13,6	14,4	17,6	25,6	32,8
Cations échangeables meq./100 g					
Ca	0,15	0,20	0,45	0,93	1,40
Mg	0,69	0,01	0,07	0,85	0,85
K	0,093	0,165	0,104	0,149	0,130
Na	0,49	0	0	0,024	0,016
Somme	**0,98**	**0,38**	**0,62**	**1,95**	**2,40**
Saturation %	7	3	4	8	7
C %	0,17	0,11	0,11	0,11	0,11
N %	0,015	0,022	0,014	0,013	0,010

4. Sols jeunes sur efflata

Symbole : Bn (cfr. p. 71)

Référence : G.D. Anderson ([1]).

Généralités

Angata Salei, Eastern Serengeti plains, Tanganyika.
Formations dunaires à l'ouest du volcan Oldoinyo.

Végétation

90% de sol nu avec colonisation par Dactylotenium sp.

Description d'un profil

0-15 cm Gris foncé (5 YR 3/1), avec quelques particules de couleur 2.5YR 4/2.

30-45 cm Gris foncé 5YR 4/1, avec quelques particules 2.5Y 4/2.

Données analytiques

Profondeur cm	0-15	30-45
pH	7,9	8,0
Cations échangeables meq./100 g		
Ca	26,5	47,8
Mg	1,6	1,4
K	9,92	10,56
Na	4,75	2,38
Saturation %	100	100
C %	0,09	0,73

5. Sols jeunes sur dépôts fluvio-marins (sols de mangrove)

Symbole : Bp (cfr. p. 74)

Référence : J. Hervieu ([10]).

Généralités

District de Belo sur Tsiribihina, delta de la Tsiribihina, près de Tsimanadrafozana, Madagascar.

Végétation : Avicennia marina.

Description d'un profil

0-60 cm Horizon brun-jaune, argileux, plastique et adhérent, riche en racines et rhizophores.

60-100 cm Passage progressif à un horizon gris-bleu avec taches et cavités jaune-soufre ou rouille-orangé plus ou moins durcies (sulfures de fer), argilo-sableux fin, plastique.

+ 100 cm Gris clair, sableux, fin, très micacé et riche en minéraux noirs.

Données analytiques

Profondeur cm	0-60	60-100	+ 100
Granulométrie			
2,00-0,200 mm %	2,9	4,8	26,7
0,20-0,020 mm %	16,9	30,8	70,8
0,02-0,002 mm %	32,3	29,5	0,5
< 0,002 mm %	45,3	33,7	1,7
pH	7,2	6,5	5,4
Capacité d'échange meq./100 g	35,5	25,0	3,4
Cations échangeables meq./100 g			
Ca	1,85	0,40	0,90
Mg	12,6	3,75	0,05
K	2,65	1,80	0,23
Na	12,65	8,15	0,50
Somme	**29,7**	**14,1**	**1,7**
Saturation %	82,2	56,4	50,0
C %	0,6	1,21	0,08
N %	0,061	0,048	0,012
P_2O_5 ‰	0,05	0,04	—

6. Sols des Oasis

Symbole : Br (cfr. p. 76)

Référence : G. Repp et Ch. Killian ([15]).

Généralités

n° 1 : Fendi, sol irrigué
n° 2 : Fendi, sol non irrigué
n° 3 : Melias, sol irrigué
n° 4 : Aïn Sefra, sol non irrigué
n° 5 : Col de Zenaga, bord d'oasis, ancienne irrigation
n° 6 : Col de Zenaga, bord d'oasis, non irrigué

Description des profils

Chaque échantillon représente la couche superficielle d'un profil différent

Données analytiques

Echantillon n°	1	2	3	4	5	6
Profondeur cm	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
Granulométrie						
2, -0,2 mm %	2,5	4,0	4,1	16,0	37,0	49,4
0,2 -0,02 mm %	80,7	70,3	53,2	51,9	38,1	17,2
0,02-0,002 mm %	6,6	9,0	31,0	8,3	9,7	31,1
< 0,002 mm %	11,1	15,6	17,3	22,8	13,8	0,6
Sels solubles %	1,5	0,38	1,76	1,35	1,05	0,44
Cl %	0,006	0,075	0,017	0,710	0,151	0,006
SO_4 %	1,0	1,1	0,44	Tr	1,2	Tr
K_2O mg/100 g	69,2	31,2	57,6	50,4	61,8	61,8
Na_2O mg/100 g	116	142	226	326	330	198
$CaCO_3$ %	14,1	20,0	34,6	15,5	44,5	31,9
CaO %	8,2	13,6	21,6	8,4	25,7	17,0
MgO %	1,81	1,82	1,97	1,62	0;97	1,87
C %	0,87	0,80	1,35	0,29	0,83	0,55
N %	0,064	0,028	0,145	0,037	0,025	0,033
P_2O_5 mg/100 g	1,9	10,6	16,0	2,4	Tr	5,3

7.a. Sols calcimorphes : rendzines et sols bruns calcaires

Symbole : Ca (cfr. p. 77)

Référence : J. Vieillefon ([10]).

Généralités

District d'Analalava, entre Ampasindava et Ambalantsingy.
Matériau originel : calcaire tendre crayeux.
Végétation peu dense à Heteropogon contortus.
J. Vieillefon désigne ce profil comme sol rendzinoïde sur calcaires crayeux.

Description d'un profil

0-20 cm	Horizon gris foncé argilo-limoneux, structure grumeleuse à grenue.
20-50 cm	Gris-blanchâtre, argilo-limoneux, contenant des fragments de calcaire.
+ 50 cm	Calcaire blanc.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	20-50
Granulométrie		
2, -0,2 mm %	6,9	1,3
0,2 -0,02 mm %	19,1	24,7
0,02-0,002 mm %	8,0	35,8
< 0,002 mm %	66,0	38,2
pH	8,0	8,8
Capacité d'échange meq./100 g	68,5	24,0
Cations échangeables meq./100 g		
Ca	53,10	37,50
Mg	1,08	0,64
K	1,65	0,65
Na	0,34	0,26
Somme	56,17	39,05
Saturation %	82	100
C %	3,36	0,67
N %	0,296	0,063
P_2O_5 ‰	0,01	—

7.b. Sols calcimorphes, rendzines et sols bruns calcaires

Symbole : Ca (cfr. p. 77)

Référence : P. Ségalen ([10]).

Généralités

District de Diego Suarez, environs de Tsimarenimakia.
Matériau originel : fragments de basalte cimentés par du calcaire.
Végétation : Savana à Ziziphus jujuba et Heteropogon contortus.
P. Segalen désigne ce profil comme sol calcaire brunifié sur roche-mère riche en argile et limon.

Description d'un profil

0-30 cm Brun-gris foncé, argileux, structure nuciforme à polyédrique bien nette.

30-70 cm Brun-olive argileux avec quelques fragments de basalte. Fentes de retrait, structure à tendance polyédrique, quelques petites concrétions calcaires.

+ 100 cm Boules de basalte cimentées par du calcaire.

8. Sols a croûte calcaire

Symbole : Cb (cfr. p. 78)

Référence : J. Hervieu ([10]).

Généralités

District de Manja, environs de Ranganaomby, route de Manja à Beharona.

Matériaux originels gréso-marneux du Sénonien.

Végétation : prairie dense de Cynodon dactylon.

J. Hervieu désigne ce profil comme sol calcaire brunifié à engorgement temporaire.

Description d'un profil

0-20 cm Horizon brun-noirâtre, très durci, à structure polyédrique faible.

20-65 cm Gris-foncé à larges taches jaune-ocre peu nettes, massif, argileux, plastique.

65-85 cm Jaunâtre à blanchâtre, sablo-argileux, calcaire, avec quelques taches de rouille, un peu plastique.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	20-65	85-120
Granulométrie			
2, -0,2 mm %	16,3	18,6	3,5
0,2 -0,02 mm %	46,1	42,7	67,6
0,02-0,002 mm %	7,6	6,7	12,4
< 0,002 mm %	28,5	31,3	16,0
pH	6,9	8,4	8,5
Capacité d'échange meq./100 g	35,71	32,85	37,71
Cations échangeables meq./100 g			
Ca	18,85	26,00	38,50
Mg	5,20	5,20	5,80
K	0,55	0,65	0,50
Na	0,17	0,17	0,17
Somme	**24,75**	**32,02**	**44,97**
Saturation %	69,3	93,7	100
C %	1,32	0,36	
N %	0,075	0,011	
$CaCO_3$ %	Tr	Tr	29,55

9. Vertisols dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens

Symbole : Da (cfr. p. 80)

Référence : J.V. Botelho da Costa et al. ([3]).

Généralités

District de Huila, Angola.

Matériau originel : complexe gabro-plagioclase.

Végétation : forêt claire à Berlinia-Brachystegia-Combretum, avec Colophospermum mopane.

Climat tropical semiaride à subhumide sec.

Description généralisée

0-5 cm Gris très foncé (10YR 3/1 à 7.5YR 3/0), gris foncé (5Y 4/1 à 2.5YR 4/0) ou gris (10YR 5/1 à 7.5YR 5/0 à 2.5YR 5/0 - 6/0). Généralement argileux ou argileux sableux, parfois avec une proportion variable de débris de roche, feldspathiques ou quartzeux. Structure normalement grumeleuse moyenne à fine, parfois non structuré. Consistance dure. Précipitations calcaires, peu de racines.

5-20 cm Gris très foncé (10YR 3/1 à 7.5YR 3/0) gris foncé (5YR 4/0) ou gris (10YR 5/1 à 7.5YR 5/0). Généralement argileux ou argilo-sableux avec débris de roche. Parfois structure prismatique très grossière mais peu apparente. Fentes verticales, fines, moyennes ou larges. Très compact, consistance dure, précipitations calcaires, peu de racines.

20-120 cm Semblable à l'horizon précédent, mais plus frais et plus humide en profondeur. Parfois faiblement fendillé. Sans structure. Compacité un peu moindre que celle de l'horizon précédent, consistance forte. Précipitations calcaires, peu ou pas de racines.

+ 120 cm Roche très altérée, plus ou moins imprégnée de matériaux calcareux, et mélangée à de la terre semblable à celle de l'horizon supérieur.

Données analytiques

Profondeur cm	0-3	3-25	25-55	55-90	90-125
Granulométrie					
> 2, mm %	7,2	7,1	4,5	5,9	3,9
2, -0,2 mm %	11,3	12,9	12,2	11,9	11,4
0,2 -0,02 mm %	19,7	18,6	17,4	17,1	17,4
0,02-0,002 mm %	21,7	20,6	19,5	19,9	17,6
< 0,002 mm %	47,5	48,5	51,6	51,9	52,8
pH	7,5	7,7	8,0	8,0	8,2
Capacité d'échange meq./100 g	44,3	42,1	41,7	44,2	44,9
Saturation %	99,1	99,0	100	100	100
C %	0,84	0,70	0,59	0,58	0,55
N %	0,057	0,045	0,031	0,033	0,028
$CaCO_3$ %	0,1	0,1	0,2	0,3	0,7

10. Vertisols dérivés de roches calcaires

Symbole : Db (cfr. p. 82)

Référence : R. Maignien ([12]).

Généralités

Dakar, Sénégal.
Matériau originel : marnes papyracées.
Végétation : Acacia ataxa.
Climat tropical sec.

Description d'un profil

0-10 cm Horizon brun-noir enrichi en matière organique, texture argileuse, structure grossièrement nuciforme avec plaquettes de décollement brillantes; stable, assez poreux, fortement travaillé par les animalcules, cohésion très forte.

10-50 cm Horizon noir, texture argileuse, structure en plaquettes bien caractérisée, non poreux, cohésion forte, non calcaire.

50-100 cm Horizon noir, quelques taches brunes diffuses, texture argileuse, structure cubique en plaquettes, plus massive, très durcie, cohésion très forte, non calcaire.

100-200 cm Horizon brun-noir, petites trainées ferrugineuses, texture argileuse, structure en plaquettes bien développée. Petits nodules calcaires assez nombreux.

+ 200 cm Marnes papyracées, calcaires.

Données analytiques

Profondeur cm	0-10	100-200
Granulométrie		
2, -0,2 mm %	Tr	8,7
0,2 -0,02 mm %	41,0	38,7
0,02-0,002 mm %	10,8	8,5
< 0,002 mm %	38,8	36,5
pH	7,8	7,5
Saturation %	100	100
C %	0,76	0,59
N %	0,077	0,050
$CaCO_3$ %	0,8	Tr

11. Vertisols des dépressions topographiques

Symbole : Dj (cfr p. 83)

Référence : W.A. Blokhuis et L.H.J. Ochtman ([2]) (abrégé).

Généralités

Gezira Research Station, Wad Medani, Sudan.
Végétation : Cymbopogon nervatus Chiov., Ipomea cordofana Choisy, Momordica tuberosa Congn.

Description d'un profil

0-2 cm Croûte sèche et friable, feuilletée, épaisse de 3 à 4 mm et composée de fines couches sédimentées. Argile brune, 10YR 5/3 à l'état humide, 10YR 4/3 à l'état sec. Les plaquettes recouvrent un argile très peu humide, friable, de couleur brun foncé (10YR 3/4 à l'état sec et à l'état humide). Structure polyédrique subanguleuse très fine. Très collant et très plastique à l'état humide. La croûte et l'argile sous-jacente renferment de nombreux nodules gris foncé de $CaCO_3$ (1-10 mm de diamètre) qui souvent affleurent en surface. Beaucoup de racines et quelques fragments de coquillages.

2-15 cm Argile brun foncé (10YR 3/3 à l'état sec, 10YR 3/3-5 à l'état humide). Très humide, très friable, sans structure, massif. Très collant et très plastique à l'état humide. Nombreux nodules gris foncé de $CaCO_3$ (1-5 mm de diamètre). Radicelles nombreuses. En saison sèche cette partie du profil est très légèrement humide.

15-40 cm Semblable au précédent mais petites accumulations blanches de $CaCO_3$, disposées en taches très dispersées, dans un arrangement plus ou moins vertical. En saison sèche cette partie du profil est légèrement humide.

40-60 cm Argile brun foncé (10YR 3/3 à l'état sec, 7.5YR 3/2 à l'état humide). Presque mouillé, très friable. Très collant et très plastique à l'état humide. Fin feuilletage horizontal, faiblement marqué, ondulant, qui se manifeste par un réseau de lignes fines. En saison sèche cet horizon reste humide mais sur une surface exposée on observe une structure fine polyédrique anguleuse, moyennement développée.
Quelques nodules de $CaCO_3$ (1-3 mm de diamètre) de couleur gris foncé. Quelques petites accumulations blanches de $CaCO_3$

disposées en taches très dispersées dans un arrangement plus ou moins vertical. Nombreuses radicelles, quelques fragments de coquillages.

60-90 cm Argile brun foncé (7.5YR 4/2 à l'état sec, 7.5YR 3.5/2 à l'état humide). Entre 60 et 75 cm cet horizon comporte des «langues» dirigées vers le haut, constituées d'une argile gris-brun foncé (10YR 4/1.5 à l'état sec et humide). De forme et de fréquence irrégulières, elles sont larges de 2 à 4 cm et certaines remontent jusque 30 cm de la surface. Entre 76 et 90 cm, l'argile brun foncé dessine des marbrures dans une masse argileuse de couleur gris-brun foncé. Ces veines d'argile brune ont une largeur de 1 à 2 cm.

Cet horizon est un horizon de transition puisqu'il contient aussi bien l'argile brun foncé de l'horizon susjacent que l'argile gris-brun foncé de l'horizon sousjacent. Les limites entre les deux argiles sont très nettes.

Sol humide et friable, même pendant la saison sèche. Très collant et très plastique à l'état humide. Structure lamellaire fine comme dans l'horizon précédent, faiblement développée dans l'argile brun foncé, nette dans l'argile gris foncé. Aucun autre arrangement structural n'est apparent. Quelques nodules de $CaCO_3$ (1 à 3 mm de diamètre) de couleur gris foncé. Taches blanches de $CaCO_3$ plus fréquentes. Peu de radicelles. Galeries, surtout ou exclusivement de termites.

90-130 cm Argile gris-brun foncé (10YR 4/1.5 à l'état sec, et humide) avec inclusions d'argile brun foncé (7.5YR 4/2 à l'état sec, 7.5YR 3.5/2 à l'état humide). La largeur des veines d'argile brun foncé diminue avec la profondeur et varie entre 0.5 et 2 cm. Sol très friable, très collant et très plastique à l'état humide. Feuilletage horizontal comme dans l'horizon précédent, distinct dans l'argile gris-brun foncé, faible dans l'argile brun foncé. Quand le sol se dessèche il développe une structure polyédrique anguleuse très fine, où le feuilletage subsiste à l'intérieur des éléments structuraux et délimite certaines de leurs faces.

Si leur plus grande dimension se mesure dans le plan horizontal, on ne peut encore parler d'une structure lamelaire dans le sens généralement accepté du terme. Les agrégats ont des surfaces brillantes mais pas de revêtements. Dans la partie supérieure de cet horizon on observe des accumulations de gypse sous forme

de «nids» (diamètre 3 à 5 mm) remplis de fins cristaux. Des nodules de $CaCO_3$ de couleur gris foncé comme dans les horizons susjacents. Quelques concrétions non indurées de couleur crème (1 à 2 cm de diamètre) s'accumulent au bas de cet horizon. Nombreuses galeries de termites, dans lesquelles on trouve souvent des fragments de racines et d'herbes probablement apportés par ces insectes. Ces couloirs ont jusque 5 mm de largeur. Un développement fongique a été observé sur un de ces fragments de matière organique. Quelques débris de coquillages.

130-165 cm Argile brune (10YR 4.5/3 à l'état sec, 10YR 5/3 à l'état humide) peu humide et très indurée pendant toute l'année. Structure polyédrique anguleuse fine faiblement développée. Revêtements à reflet bleuâtre presque métallique. Très collante et très plastique à l'état humide. Forte accumulation de cristaux de gypse en forme de lentilles (2 à 5 mm de diamètre). Nombreuses concrétions calcareuses de couleur crème indurées et non indurées (diamètre 1 à 3 cm). Nombreuses galeries de termites avec fragments organiques.

165-185 cm Argile brune (10YR 5/3 à l'état sec, 10YR 5/3.5 à l'état humide), peu humide et très dure pendant toute l'année. Structure polyédrique anguleuse fine, faiblement développée. Revêtements plus fréquents et plus prononcés. Quelques revêtements ferrugineux de couleur rougeâtre. Très collante et très plastique à l'état humide. Accumulations de gypse comme dans l'horizon précédent mais plus abondantes. Concrétions calcareuses de couleur crème, indurées et non indurées comme dans l'horizon précédent. Galeries de termites.

185-220 cm Argile brune (10YR 5/3 à l'état humide, 10YR 5/4 à l'état sec). Peu humide et très dure pendant toute l'année. Structure polyédrique subanguleuse fine à moyenne, faiblement développée. Revêtements, concrétions calcaires et galeries de termites. Très collante et plastique à l'état humide. Gypse accumulé en gros cristaux (lentilles) et en nids de fins cristaux (comme dans l'horizon 90-130 cm) mais moins que dans l'horizon précédent.

220-250 cm Argile brune (10YR 5/3 à l'état sec, 10YR 5/4 à l'état humide). Peu humide et très dure pendant toute l'année. Structure polyédrique subanguleuse moyenne à fine, faiblement développée. Très collante et très plastique à l'état humide. Pas de gypse. Concrétions calcareuses de couleur crème, friable mais avec un noyau induré. Revêtements à reflet bleuâtre et rougeâtre ferrugineux

sur les agrégats. Quelques galeries de faible diamètre avec revêtements bleuâtres à l'intérieur. Il pourrait s'agir d'anciens passages de racines. Nombreux couloirs étroits de termites remplis de débris végétaux.

Remarques

Dans ce profil on peut distinguer trois horizons principaux :

— Argile brun foncé de 0 à 60/90 cm
— Argile gris-brun foncé de 60/90 à 130 cm
— Argile brune au delà de 130 cm.

Données analytiques

Profondeur cm	0-2	2-40	40-60	60-90	90-110	110-130	130-165	165-185	185-220	220-250
Granulométrie										
> 2, mm %	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
2, -0,2 mm %	7	6	6	5	4	4	4	3	3	2
0,2 -0,02 mm %	20	17	17	18	15	15	13	14	14	13
0,02-0,002 mm %	13	15	14	16	16	16	21	20	19	20
< 0,002 mm %	56	61	61	60	64	64	61	63	64	65
pH	9,2	9,4	9,6	9,6	8,4	8,5	8,2	8,2	8,3	9,1
C %	0,344	0,287	0,306	0,306	0,402	0,402	0,359	0,205	0,186	0,114
N %	0,0301	0,0217	0,0228	0,0224	0,0263	0,0263	0,0228	0,0154	0,0160	0,0140
Sels solubles %	0,039	0,060	0,060	0,075	0,285	0,300	0,330	0,321	0,300	0,165

12.a. PODZOLS NON DIFFÉRENCIÉS

Symbole : Ea (cfr. p. 85)

Référence : P. Gilson, P. Jongen, A. Van Wambeke ([7]).

Généralités

Lilanda, Yangambi, Congo (Léopoldville).
Matériau originel sablonneux très léger.
Végétation : Forêt marécageuse à Entendrophragma palustre, Staner.
Climat : équatorial humide.

Description généralisée

a) Horizon humifère épais sans structure.
b) Horizon délavé, de couleur très claire sans structure.
c) Horizon d'accumulation humique et argileuse, induré, brun foncé de 10 à 25 cm d'épaisseur.
d) Horizon sableux sans structure où la hauteur de la nappe phréatique ne se marque pas avec netteté.

12.b. PODZOLS NON DIFFÉRENCIÉS

Symbole : Ea (cfr. p. 85)

Référence : J. Hervieu ([10]).

Généralités

Prélèvement : District de Moramanga près du village de Befotsy, Madagascar.
Matériau originel : sables alluviaux.
Climat humide avec peu ou pas de déficience d'eau en hiver.
Végétation : Philippia, Aristida similis, Hyparrhenia.
J. Hervieu désigne ce profil comme podzol humique.

Description d'un profil

0- 7 cm Horizon humifère noirâtre, riche en débris végétaux peu décomposés, sableux, particulaire.
7-25 cm Gris-blanchâtre, sableux, particulaire. Enracinement plutôt faible.
25-30 cm Horizon d'accumulation d'humus noir à tracé irrégulier. La matière organique enrobe les grains de quartz et tache les doigts. Structure massive secondairement particulaire. Enracinement faible.

30-37 cm Jaune clair à taches et trajets de racines brun-chocolat ou rouille noirâtre. Enracinement nul. Compact durci (accumulation diffuse).

37-130 cm Beige-jaunâtre, sablo-argileux, cohérent, un peu plastique.

+ 130 cm Idem avec petites taches rouge-brique bien individualisées (zone tachetée fossile dans les alluvions anciennes).

Données analytiques

Profondeur cm	0-7	7-25	25-30	30-37	37-130
Granulométrie					
2, -0,2 mm %	47,5	45,1	46,7	34,8	35,3
0,2 -0,02 mm %	28,1	46,0	44,5	52,7	39,0
0,02-0,002 mm %	7,6	4,6	4,1	6,4	6,8
< 0,002 mm %	7,6	1,8	2,2	5,2	17,6
pH	5,7	5,6	5,1	5,5	5,4
Capacité d'échange meq./100 g	7,4	2,0	31,0	31,4	4,0
Cations échangeables meq./100 g					
Ca	1,15	1,35	1,20	0,45	1,65
Mg	0,60	0,70	0,50	0,75	0,45
K	0,10	0,03	0,11	0,15	0,06
Na	—	—	—	—	—
Somme	**1,85**	**2,08**	**1,81**	**1,35**	**2,16**
Saturation %	25,0	100	5,8	4,2	54,0
C %	2,10	1,36	4,00	1,92	0,38
N %	0,073	0,012	0,190	0,065	0,015

13. Sols lessivés — High veld pseudo-podsolic soils

Symbole : Fa (cfr p. 86)

Référence : C.R. Van der Merwe ([18]).

Généralités

10 km à l'ouest de Senekal (ferme Myrtle).
République Sud-africaine. Relief ondulé. Altitude 1.460 m.
Pluviosité moyenne annuelle : 610 mm. Matériau originel : Beaufort beds. Végétation : Themeda triandra.

Description d'un profil

0-20 cm Horizon A1 — Gris-brun foncé, friable, sablo-limoneux. Quelques rares concrétions ferrugineuses. Peu de matières organiques. Nombreuses racines qui retiennent le sol.

20-36 cm Horizon A2 — Gris, friable, sablo-argileux. Très semblable à A1 mais contient moins d'humus et plus de concrétions ferrugineuses.

36-61 cm Horizon B1 — Argile graveleuse gris-jaunâtre tachetée de brun. Assez compacte et granulaire. Nombreuses concrétions ferrugineuses. Peu de racines.

61-133 cm Horizon B2 ou G — Argile brun-jaunâtre, avec reflets bleuâtres, tachetée de brun. Assez compact, motteux à l'état sec, avec structure prismatique assez bien développée. Sur les parois des fissures verticales s'est déposé un matériau colloïdal de couleur gris-bleuâtre.

133-168 cm Horizon C — Argile gris-clair, compacte et motteuse. Contient des morceaux de grès altéré. Résistant et plastique à l'état humide.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	20-36	36-61	61-133	133-168
Granulométrie					
> 2, mm %	1	1,6	4,4	0	0
2, -0,13 mm %	12,0	11,7	11,1	6,1	6,1
0,13 -0,05 mm %	47,8	46,9	37,0	13,5	9,5
0,05 -0,005 mm %	20,5	19,3	17,8	10,8	9,4
0,005-0,002 mm %	3,4	2,8	1,9	0,3	0
< 0,002 mm %	16,6	19,4	31,9	69,0	75,9
pH	5,3	5,4	5,3	5,8	7,0
C %	0,88	0,56	0,55	0,35	0,40
N %	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04

14. Sols bruns des régions arides et subarides tropicales sur sédiments meubles

Symbole : Ga (cfr. p. 88)

Référence : Botelho da Costa et al. ([3]).

Généralités

Prélèvement : Angola, district de Huila, Tchipa.
Matériau originel : sédiments non consolidés pléistocènes du Kalahari supérieur.
Climat tropical semi-aride.
Forêt claire à Colophospermum mopane, Acacia sp. et Spirostachys africana.
Les auteurs de cette description classent le profil parmi les sols «pardo-avermelhados semiaridos compactos».

Description généralisée

0-10 cm	Gris-brun très foncé (10YR 3/2) ou brun foncé à brun (10YR 4/3 à 7.5YR 4/2). En général sableux avec un peu de gravier quartzeux. Sans structure. Peu compact. Nombreuses radicelles.
10-65 cm	Brun-rouge (5YR 5/4) ou brun-rouge foncé (5YR 3/3). En général argilo-sableux avec peu de gravier quartzeux. Sans structure. Quelques fines fentes verticales. Peu compact, consistance un peu dure. Peu poreux. Racines et radicelles peu nombreuses.
65-120 cm	Gris (10YR 6/1 - 5/1) ou gris clair (10YR 7/1), tacheté de rouille. En général argilo-sableux avec une proportion variable de graviers quartzeux. Sans structure. Parfois finement fendillé. Généralement très compact. Consistance très dure. Quelques petites concrétions ferrugineuses, indurées ou non indurées. Racines rares.
120-165 cm	Gris clair (10YR 7/1 - 7/2) en général argilo-sableux. Sans structure, très compact, consistance dure. Quelques concrétions ferrugineuses. Souvent du matériel calcareux (concrétions pulvérulentes ou en petites particules), racines très rares.

Données analytiques

Profondeur cm	0-7	7-15	15-30	30-53	53-85	85-130	130-165
Granulométrie							
> 2, mm %	0,8	0,9	1,2	—	1,8	3,2	3,8
2, -0,2 mm %	51,0	43,9	51,0	39,7	51,2	48,9	32,9
0,2 -0,02 mm %	33,8	35,1	24,1	35,6	23,8	22,5	32,6
0,02-0,002 mm %	5,0	5,3	5,7	5,0	4,5	4,4	6,6
< 0,002 mm %	9,5	14,6	19,3	19,7	20,3	23,8	28,0
pH	6,4	6,1	5,8	5,7	5,8	6,3	8,0
Capacité d'échange meq./100 g	6,3	9,3	10,3	9,6	10,0	11,0	15,2
Saturation %	90,5	88,2	86,4	84,4	86,0	91,8	100
C %	0,40	0,50	0,42	0,28	0,18	0,11	0,05
N %	0,041	0,051	0,041	0,040	0,028	0,012	0,006
P_2O_5 ‰	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,02	0,03
$CaCO_3$ %	—	—	—	—	—	—	0,6

15. Sols bruns des régions arides et subarides tropicales non différenciés

Symbole : Gb (cfr p. 89)

Référence : J.V. Botelho da Costa et al. ([3]).

Généralités

Prélèvement : District de Huila, Angola.

Matériau originel : roche cristalline acide.

Climat tropical semiaride.

Couvert végétal : forêt claire à Colophospermum mopane.

Les auteurs désignent ce profil comme appartenant aux sols «pardo-avermelhados semi-aridos» sur roche quartzifère.

Description généralisée

0-5 cm Brun foncé (7.5YR 4/4) brun-rouge (5YR 5/4) ou ocre (5YR 5/6) en général sableux, rarement argilo-sableux avec une proportion variable de graviers quartzeux ou quartzeux et feldspathiques. Sans structure, peu compact, fermé, peu de racines.

5-20 cm Ocre (5YR 4/6 - 5YR 4/8) ou rouge (2.5YR 4/6) argilo-sableux avec proportion variable de gravier quartzeux, sans structure, compacité faible à moyenne, fermé, parfois quelques petites concrétions ferrugineuses, quelques racines.

20-60 cm Ocre (5YR 4/6 - 5YR 4/8) ou rouge (2.5YR 4/6) en général argilo-sableux avec une proportion variable de graviers quartzeux, sans

structure, compacité moyenne à relativement grande, consistance dure, fermé, parfois quelques concrétions ferrugineuses, en général peu de racines.

+ 60 cm Roche très altérée, contenant du matériau argileux dans la partie supérieure de l'horizon, mais qui devient de plus en plus résistante avec la profondeur.

16. Sols bruns eutrophes des régions tropicales sur efflata

Symbole : Ha (cfr p. 92)

Référence : A. Pécrot ([14]).

Généralités

N.W. du lac Kivu, Congo (Léopoldville). 29°02'E, 1°25'S. Altitude 2.170 m.

Végétation : Savane à Beckeropsis.

Description d'un profil

0-30 cm Sableux (limoneux), structure grumeleuse moyenne assez bien développée, activités radiculaires fortes, meuble, limite inférieure graduelle et régulière, brun très foncé (10YR 2/2).

30-50 cm Sableux, structure polyédrique moyenne à grossière faiblement développée avec poches grumeleuses autour des racines, activités radiculaires moyennes, friable, limite inférieure graduelle et régulière, brun-gris très foncé (10YR 3/2).

50-80 cm Sableux, structure élémentaire, activités radiculaires faibles, meuble, limite inférieure distincte et régulière, brun foncé (10YR 3/3).

80-170 cm Sableux, structure polyédrique grossière faiblement développée avec localement de très minces revêtements argileux; activités radiculaires très faibles, friable, limite inférieure distincte et régulière, brun foncé (10YR 3/3 - 3/4).

170-230 cm Sableux finement graveleux avec poches de cendrées noires très grossières dans le bas de l'horizon (deux échantillons). Brun foncé (10YR 3/3).

+ 230 cm Sableux, graveleux avec efflorescences blanchâtres à l'état sec. Brun foncé (10YR 3/3).

Données analytiques

Profondeur cm	0-30	30-50	50-80	80-170	170-230	170-230	+ 230
Granulométrie							
2, -1,0 mm %	10,2	19,2	20,8	7,0	11,2	47,5	9,5
1, -0,5 mm %	32,6	37,3	38,0	23,3	34,3	43,8	44,1
0,5 -0,25 mm %	8,7	10,0	19,0	14,6	13,2	3,3	15,7
0,25-0,1 mm %	7,5	6,2	6,2	8,5	9,5	0,2	7,5
0,1 -0,05 mm %	3,0	2,6	1,6	10,6	4,7	0,3	4,7
0,05-0,02 mm %	5,6	4,2	2,0	9,3	7,0	0,3	4,8
0,02-0,002 mm %	5,8	3,4	2,5	6,0	4,0	0,3	2,1
< 0,002 mm %	26,6	17,1	9,9	20,7	16,1	4,6	11,6
pH	6,7	6,8	6,6	6,6	6,6		6,8
Capacité d'échange meq./100 g	24,2	13,8	10,9	16,8	15,8		4,2
Cations échangeables meq./100 g							
Ca	19,0	14,9	10,2				
K	0,65	0,74	0,65				
C %	4,70	2,38	1,51				
N %	0,75	0,46	0,25				

17. Sols bruns eutrophes des régions tropicales sur roches riches en minéraux ferromagnésiens

Symbole : Hb (cfr. p. 93)

Référence : B. Dabin ([13]).

Généralités

Route Divo-Tiassalé (Côte d'Ivoire) 6°N 5°2'W.
Pluviosité moyenne annuelle 1.500 mm. Matériau originel : Amphibolite.
Végétation : Cacaoyère.

Description d'un profil

0-50 cm Brun 10YR 4/3, humifère, nombreux débris de roche altérée en mélange dans une masse argileuse. Structure polyédrique fine bien développée, plastique, porosité élevée.

50-100 cm Brun-jaune foncé (10YR 5/6), argilo-limoneux, débris de roche en place altérés, débris schisteux à fissuration verdâtre et débris recouverts d'une pellicule noirâtre manganifère.

+ 100 cm Amphibolite altérée en place.

Données analytiques

Profondeur cm	0-10	30-40	60-80
Granulométrie			
> 2, mm %	1,5	58,4	
2, -0,2 mm %	9,9	27,1	
0,2 -0,02 mm %	33,0	23,9	
0,02-0,002 mm %	25,5	15,2	
< 0,002 mm %	24,7	30,2	
pH	7,7	7,3	7,6
Cations échangeables meq./100 g			
Ca	33,0	15,9	16,5
Mg	6,38	6,64	21,18
K	0,68	0,06	0,04
Na	0,11	0,13	0,38
Somme	**40,17**	**22,73**	**38,10**
C %	2,63		
N %	0,36		

18. Sols rouges méditerranéens

Symbole : Ia (cfr. p. 96)

Référence : J.H. Durand ([4]).

Généralités

Ouest de Tlemcen sur pente assez forte, bien drainée. Le sol actuel serait formé sur un sol fossile issu de calcaire jurassique. Érosion faible, paysage à aspect karstique.

Description d'un profil

0-20 cm Limon brun-rougeâtre à structure motteuse, assez dur avec racines abondantes.

20-50 cm Argile rouge foncé, à structure polyédrique, plastique, racines nombreuses.

50-80 cm Argile rouge sombre à structure polyédrique, plastique, racines.

80-160 cm Limon argileux rouge à structure polyédrique à faces luisantes, plastique, racines et nombreux nodules calcaires.

à 160 cm Calcaire sublithographique.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	20-50	50-80	80-160
Granulométrie				
2, -0,2 mm %	1	1	—	13
0,2 -0,02 mm %	41	31	27	30
0,02-0,002 mm %	34	27	20	22
< 0,002 mm %	24	41	53	35
pH	7,6	7,3	7,3	7,7
Capacité d'échange meq./100 g	33,1	34,3	36,2	33,6
Cations échangeables meq./100 g				
Ca	76,6	77,9	81,4	85,0
K	5,9	2,8	2,7	2,2
Na	3,2	2,4	1,6	2,1
C %	3,11	1,70	0,98	0,37
$CaCO_3$ %	1	—	—	31

19. Sols bruns méditerranéens

Symbole : In (cfr p. 97)

Référence : C.R. Van der Merwe ([18]).

Généralités

Au nord du village «Rivier sonder end», SW de la Province du Cap, République d'Afrique du Sud. Pente assez raide.
Altitude 180 m. Pluviosité moyenne annuelle 356 mm.
Matériau originel : schistes du Bokkeveld.
Végétation : froment.

Description d'un profil

0-13 cm Horizon A-B1 — Gris-brun, grumeleux à meuble, graveleux, sablo-argileux. Les graviers sont des débris de cuirasse ferrugineuse (ouklip) mélangés à du quartz et des fragments de schiste. Suite aux labours, l'horizon A a été contaminé avec du matériel provenant de l'horizon B1. Faible teneur en humus. Radicelles nombreuses dans les 10 cm supérieurs, moyennement représentées dans la partie inférieure de cet horizon.

13-63 cm Horizon B2 — Argile graveleuse brun-rougeâtre, grumeleuse à l'état sec, assez compacte à l'état humide. Pierres et graviers sont des fragments de schiste mous ou durs et anguleux.

63-79 cm Horizon C1 — Schiste décomposé, assez mou, de couleur brun-jaunâtre tacheté de brun, avec une teneur assez élevée en argile.

79-150 cm Horizon C2 — Schistes gris-brun, faiblement altérés, peu indurés.

Données analytiques

Profondeur cm	0-13	13-63	63-79	79-150
Granulométrie				
> 2, mm %	57	59	60	100
2, -0,13 mm %	36,2	5,7	8,3	
0,13 -0,05 mm %	14,3	5,8	6,8	
0,05 -0,005 mm %	21,7	36,5	33,9	
0,005-0,002 mm %	5,5	8,9	8,4	
< 0,002 mm %	22,2	43,1	43,9	
pH	6,4	6,6	6,6	
C %	0,69	0,31	0,13	
N %	0,074	0,100	0,066	

20. Sols ferrugineux tropicaux sur matériaux originels sableux

Symbole : Ja (cfr. p. 99)

Référence : R. Fauck ([5]).

Généralités

Station expérimentale Sedhiou-Sefa-Casamance, Sénégal (12°45'N - 15°30'W). Pluviosité moyenne annuelle 1.350 mm.
Matériau originel : sables et grès du Continental terminal.
Végétation : jachère à graminées.

Description d'un profil

0-6 cm Brun-gris (5YR 5/3) humifère, texture sableuse, structure finement nuciforme, compacité faible, drainage interne bon, porosité tubulaire, nombreuses racines et canaux d'insectes.

6-13 cm Brun-gris clair (5YR 6/2), texture sablo-légèrement argileuse, structure nuciforme à finement polyédrique, toujours une certaine richesse organique, compacité moyenne plus élevée que le précédent, porosité bonne, racines nombreuses.

13-31 cm Beige-jaunâtre (5YR 6/4) encore très faiblement humifère, texture sablo-légèrement argileuse, structure nuciforme, macroporosité due à racines et insectes, compacité moyenne à forte.

31-79 cm Beige à jaune-rougeâtre, teinte plus foncée (5YR 8/4), texture argilo-sableuse à argileuse, accumulation nette d'argile (B2), structure polyédrique, compacité assez forte, porosité faible à moyenne, type tubulaire fin.

79-117 cm Jaune-beige (5YR 7/6) texture argilo-sableuse, structure nuciforme à polyédrique, compacité moyenne, début d'individualisation de taches ferrugineuses rouges bien délimitées.

117-150 cm Couleur de fond beige (5YR 8/4) avec bariolage rouge et ocre, texture argilo-sableuse, structure grossièrement polyédrique à début nuciforme, compacité moyenne, porosité des agrégats faible à moyenne. Présence de très nombreuses taches et concrétions de densité moyenne à faible, rouge à rouge foncé et plus rarement violet foncé. Vers le bas les taches ocres deviennent progressivement plus importantes, avec concrétions peu durcies à centre ocre légèrement durci.

+ 150 cm A partir de 150 cm, bariolage continu, couleur de fond beige, apparition de taches gris-clair sans limites nettes, concrétions

très nombreuses de couleur rouge dominante ou rouille, certaines s'écrasant entre les doigts avec un point central plus dur; structure à tendance polyédrique, débit irrégulier en fonction des agrégats, porosité moyenne d'agrégats, cohésion moyenne à forte.

Données analytiques

Profondeur cm	0-6	6-13	13-31	31-79	79-117	117-150
Granulométrie						
2, -0,2 mm %	26,1	31,1	23,3	21,3	16,6	17,0
0,2 -0,02 mm %	58,2	53,7	48,8	36,5	32,4	35,7
0,02-0,002 mm %	4,0	4,1	4,9	5,3	5,3	5,6
< 0,002 mm %	9,4	9,4	21,5	35,1	43,7	40,1
pH	6,5	5,6	5,6	6,2	6,3	6,3
Capacité d'échange meq./100 g	4,80	4,05	4,45	5,15	4,65	4,85
Cations échangeables meq./100 g						
Ca	2,25	1,70	1,70	2,10	1,30	1,70
Mg	1,05	0,65	1,05	1,50	2,30	1,85
K	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Na	0,05	0,05	Tr	Tr	0,05	Tr
Somme	**3,50**	**2,50**	**2,80**	**3,65**	**3,70**	**3,60**
Saturation %	73	62	63	71	80	74
C %	1,05	0,68	0,38	0,33	0,29	0,20
N %	0,075	0,053	0,032	0,035	0,034	0,030

21. Sols ferrugineux tropicaux sur roches riches en minéraux ferro-magnésiens

Symbole : Jb (cfr. p. 100)

Référence : J.V. Botelho da Costa et al. ([3]).

Généralités

Topographie faiblement ondulée. Végétation de forêt claire à Berlinia, Brachystegia, Combretum. Matériau originel : diabase. Climat tropical humide.

Description généralisée

0-5 cm Gris-brun très foncé (10YR 3/2) à gris-brun foncé (10YR 4/2) argileux à argilo-sableux. En général sans structure, parfois avec structure anisoforme moyenne à grossière. Peu compact, presque fermé à fermé, parfois avec quelques concrétions ferrugineuses. Proportion variable de radicelles et de racines moyennes.

5-20 cm Horizon de transition.

20-120 cm Brun foncé (7.5YR 4/4) ou brun-jaune (10YR 5/4), argileux ou argilo-sableux, sans structure. Parfois traversé par quelques fines fentes verticales. Compacité en général moyenne (rarement grande), fermé ou presque fermé, normalement avec quelques concrétions ferrugineuses. Proportion variable de racines moyennes et grosses, parfois quelques radicelles.

+ 120 cm A partir de cette profondeur on observe parfois la roche.

Données analytiques

Profondeur cm	0-12	12-30	30-80	80-140
Granulométrie				
2, -0,2 mm %	16,9	11,9	11,7	12,0
0,2 -0,02 mm %	44,6	42,6	40,5	40,6
0,02-0,002 mm %	7,0	5,7	6,4	6,9
< 0,002 mm %	28,8	38,8	41,9	40,4
pH	6,0	5,9	6,1	6,5
Capacité d'échange meq./100 g	16,0	14,4	12,1	13,9
Saturation %	68,8	61,8	75,2	81,3
C %	1,95	1,10	0,54	0,38
N %	0,120	0,077	0,044	0,031
P_2O_5 Total ‰	0,05	0,04	0,03	0,02

22. Sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines acides

Symbole : Jc (cfr. p. 101)

Référence : R. Fauck ([5]).

Généralités

Dongas, Dahomey (9°40′N, 1°50′E). Pluviosité moyenne annuelle 1.350 mm. Matériau originel : couche de recouvrement sur gneiss à biotite altéré.
Végétation : savane arborée assez dense.

Description d'un profil

0-5 cm	Gris, sableux particulaire, structure friable, compacité faible, nombreuses radicelles, assez riche en matières organiques.
5-15 cm	Horizon de transition progressive.
15-30 cm	Beige, sablo-légèrement argileux, structure lamellaire, taches rouge vif peu nombreuses, petites concrétions noires et d'autres rouges plus dures, compacité moyenne.
30-50 cm	Beige, sablo-argileux à argilo-sableux, très riche en concrétions de dureté moyenne, de 1/2 cm d'épaisseur, certaines plus grosses ont le centre très dur. Riche en Mn.
50-70 cm	Bariolage généralisé de l'horizon, progressivement plus argileux, structure de plus en plus compacte, concrétions de dureté moyenne très nombreuses.
70-120 cm	Bariolage très important, rouge dominant avec un peu de beige ocre, concrétions noires assez grandes, quelques gros quartz, quelques concrétions à centre très dur.
120-200 cm	Le bariolage s'enrichit en ocre et gris, argilo-limoneux, riche en micas blancs, des taches noires, cependant la structure de la roche n'est pas reconnaissable. Un lit de pegmatite à 180 cm.
260 cm	Gneiss riche en biotite verdâtre en décomposition. Présence de taches ocres.
320 cm	Idem mais plus gris.

Données analytiques

Profondeur cm	0-5	5-15	15-30	30-50	50-70	70-120	120-200	260	320
Granulométrie									
2, -0,2 mm %	39,7	39,5	35,0	34,5	25,3	30,1	19,9	29,4	30,1
0,2 -0,02 mm %	38,3	41,8	41,0	34,7	31,4	30,9	29,9	29,0	34,2
0,02-0,002 mm %	6,0	5,0	5,2	6,7	8,5	9,9	16,3	15,8	13,4
< 0,002 mm %	12,5	11,8	17,7	23,1	33,5	27,5	32,7	24,8	21,4
pH	7,2	6,8	6,6	6,3	6,3	6,2	5,6	5,4	5,3
Capacité d'échange meq./100 g	—	—	—	3,60	4,45	4,35	4,90	4,35	
Cations échangeable meq./100 g									
Ca	5,95	—	—	1,40	1,70	1,50	1,00	0,80	
Mg	1,55	—	—	0,80	1,15	1,20	1,75	1,95	
K	0,25	—	—	0,15	0,20	0,25	0,20	0,20	
Na	0,05	—	—	0,05	0,05	0,05	—	—	
Somme	**7,80**			**2,40**	**3,10**	**3,00**	**3,00**	**2,90**	
Saturation %				67	70	69	61	67	
C %	1,47	0,72							
N %	0,084	0,053							
Fe_2O_3 libre %				2,49	4,18	7,03	5,12	2,00	

23. Ferrisols humifères

Symbole : Ka (cfr. p. 106)

Référence : K. Sys ([16]).

Généralités

Ituri, Congo (Léopoldville). Altitude 1.650 m. Pluviosité moyenne annuelle 1.100 mm. 4 mois de saison sèche. Savane. Matériau originel : schiste.

Description d'un profil

0-6 cm Argile limoneuse brun très foncé (10YR 2/2), structure grumeleuse fine, bien développée, meuble, frais, racines très nombreuses.

6-18 cm Argile limoneuse brun foncé (7.5YR 3/2), structure polyédrique moyenne bien développée avec éléments grumeleux autour des racines; racines nombreuses, transition graduelle.

18-29 cm Argile limoneuse brun foncé (7.5YR 4/2), structure polyédrique fine bien développée avec revêtements continus de couleur brun très foncé (7.5YR 3/2), friable, racines nombreuses, transition graduelle.

29-57 cm Argile limoneuse ocre rouge (5YR 5/6) légèrement micacée, structure polyédrique moyenne bien développée avec enduits épais et continus de couleur brun-rouge (5YR 4/4), ferme en place, activité radiculaire moyenne, transition graduelle.

57-95 cm Argile limoneuse micacée ocre-rouge (5YR 5/6), structure polyédrique fine bien développée à revêtements bien distincts, assez friable.

95-120 cm Argile limoneuse ocre-rouge avec fragments de schistes.

Données analytiques

Profondeur cm	0-6	6-18	18-29	29-57	57-95	95-120
Granulométrie						
2, -1, mm %	0,5	0,5	1,3	0,7	1,2	1,0
1, -0,5 mm %	1,7	2,0	1,7	1,5	2,0	1,7
0,5 -0,25 mm %	2,0	2,0	1,7	1,3	2,0	1,2
0,25-0,1 mm %	9,2	10,7	11,0	8,5	11,0	7,6
0,1 -0,05 mm %	12,5	14,6	13,7	15,3	14,2	16,1
0,05-0,02 mm %	3,3	2,8	3,6	3,4	3,5	7,1
0,02-0,002 mm %	9,7	10,5	11,8	15,0	16,0	23,0
< 0,002 mm %	61,1	56,9	55,2	54,3	50,1	42,3
pH	5,1	4,5	4,8	4,9	4,9	4,9
Capacité d'échange meq./100 g	12,5	9,6	6,7	5,0	4,3	3,4
Cations échangeables meq./100 g						
Ca	1,60	0,65	0,50	0,55	0,45	
K	0,59	0,29	0,21	0,13	0,13	
C %	4,22	2,66	1,23	0,53	0,41	
N %	0,38	0,24	0,12	0,05	0,05	

24. Ferrisols sur roches riches en minéraux ferromagnésiens

Symbole : Kb (cfr. p. 107)

Référence : N. Leneuf et G. Riou ([11]).

Généralités

Divo, Côte d'Ivoire, 5° 55' N, 4° 55' W.
Sommet de mamelon, altitude 140 m. Pluviosité moyenne annuelle 1.500 à 1.800 mm. Végétation : cacaoyère. Matériau originel : schiste amphibolitique.

Description d'un profil

0-10 cm Brun-rougeâtre foncé, argilo-sableux, humifère, structure finement polyédrique, très riche en racines.

10-30 cm Brun-rouge foncé, argilo-sableux, structure polyédrique plus grossière.

30-110 cm Rouge foncé, concrétions ferrugineuses assez abondantes vernissées, argileux, polyédrique (agrégats avec revêtements argileux).

110-200 cm Rouge plus vif, argileux, très homogène, peu de concrétions ferrugineuses, agrégats avec revêtements argileux.

200-250 cm Rouge, avec traînées grisâtres diffuses (argile tachetée ?).
Filons de quartz en place dans les horizons 110 à 250.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	30-40	100	200
Granulométrie				
> 2, mm %	4,2	—	63,1	0,5
2, -0,2 mm %	9,8	6,8	12,5	3,5
0,2 -0,02 mm %	37,6	28,9	15,9	23,9
0,02-0,002 mm %	16,2	13,0	8,7	21,7
< 0,002 mm %	34,0	42,2	59,5	49,5
pH	7,1	5,5	5,8	5,6
Cations échangeables meq./100 g				
Ca	15,90	6,36	3,80	1,00
Mg	5,52	1,68	2,80	2,24
K	0,70	0,12	0,06	0,03
Na	0,11	0,11	0,12	0,13
Somme	**22,23**	**8,27**	**6,78**	**3,40**
C %	2,54	0,71		

25. FERRISOLS NON DIFFÉRENCIÉS

Symbole : Kc (cfr p. 107)

Référence : K. Sys ([16]).

Généralités

Est de Walikale, Congo (Léopoldville). Altitude 850 m. Pluviosité moyenne annuelle 2.000 mm. Végétation : forêt dense humide. Matériau originel : schistes gréseux.

Description d'un profil

0-10 cm Limon argilo-sableux, brun-gris foncé (10YR 4/2) structure grumeleuse moyenne, peu développée. Friable, peu plastique, peu collant; activités radiculaires fortes, limite inférieure diffuse et régulière.

10-35 cm Matériau argilo-sableux, brun-jaune foncé (10YR 4/3) structure polyédrique moyenne assez bien développée avec enduits (revêtements) assez abondants et continus, activité radiculaire moyenne, friable, moyennement plastique, peu collant. Limite inférieure graduelle et régulière.

35-100 cm Matériau argileux brun (7.5YR 4/4), structure polyédrique moyenne à fine bien développée avec revêtements abondants, épais et continus. Activité radiculaire faible, assez ferme en place, moyennement plastique, peu collant, transition distincte.

+ 100 cm Cailloutis de quartz.

Données analytiques

Profondeur cm	0-10	10-35	35-100
Granulométrie			
2, -1, mm %	2,2	2,5	2,6
1, -0,5 mm %	12,5	11,6	10,6
0,5 -0,25 mm %	13,6	12,2	10,6
0,25-0,1 mm %	13,0	12,5	10,5
0,1 -0,05 mm %	8,3	7,0	6,7
0,05-0,02 mm %	4,3	5,1	4,3
0,02-0,002 mm %	8,7	8,5	8,0
< 0,002 mm %	37,4	40,6	46,7
pH	4,4	4,6	4,6
Capacité d'échange meq./100 g	8,0	5,8	6,4
Cations échangeables meq./100 g			
Ca	0,8	0,7	0,75
K	0,1[illegible]	0,03	0,03
C %	1,58	0,63	0,44
N %	0,139	0,056	0,050

26. Sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments meubles sableux

Symbole : La (cfr. p. 110)

Référence : K. Sys ([16]).

Généralités.

Lodja, Congo (Léopoldville); altitude 600 m. Pluviosité moyenne annuelle 1.750 mm. Végétation : forêt ombrophile; matériau orginel : sables du type Salonga.

Description d'un profil

5-0 cm Litière bien décomposée, constituée principalement de radicelles mélangées à un peu de sable noir.

0-8 cm Matériau très sableux, brun-gris très foncé (10YR 3/2) sans structure, meuble, radicelles nombreuses, beaucoup de sable gris, limite graduelle.

8-23 cm Matériau très sableux brun foncé (10YR 4/3), meuble, sans structure, taches et grains de sable gris, limite graduelle.

23-38 cm Matériau sableux jaune (10YR 5/6), sans structure, meuble, moins de radicelles, peu de grains gris, limite diffuse.

38-85 cm Matériau sableux jaune (10YR 5/6), meuble farineux, limite diffuse.

85-200 cm Matériau sableux brun-jaune (10 - 7.5YR 5/8).

Données analytiques

Profondeur cm	0-8	8-23	23-38	38-85	85-200
Granulométrie					
2, -1, mm %	0,3	0,3	0,5	0,6	0,3
1, -0,5 mm %	5,2	4,0	4,0	4,5	4,6
0,5 -0,25 mm %	17,7	15,3	13,7	16,2	15,2
0,25-0,1 mm %	44,0	48,2	35,0	41,7	40,0
0,1 -0,05 mm %	19,5	19,7	27,6	19,5	20,6
0,05-0,002 mm %	1,5	1,4	2,1	2,0	1,7
< 0,002 mm %	11,8	11,1	17,1	15,5	17,6
pH	4,1	4,1	4,2	4,3	4,5
Capacité d'échange meq./100 g	4,25	2,95	2,10	1,60	1,5
Cations échangeables meq./100 g					
Ca	0,85	0,35	0,80	0,50	0,55
K	0,06	0,04	0,03	0,06	0,06
C %	1,32	0,80	0,30	0,14	0,12
N %	0,10	0,05	0,02	0,01	0,01

27. Sols ferrallitiques jaune-beige sur sédiments plus ou moins argileux

Symbole : Lb (cfr. p. 112)

Référence : K. Sys ([16]).

Généralités

Befale, Congo (Léopoldville), partie centrale du bassin congolais; altitude 375 m. Pluviosité moyenne annuelle 2.000 mm. Forêt ombrophile. Matériau originel : sédiments meubles.

Description d'un profil

3-0 cm	Litière de feuilles plus ou moins décomposées avec racines et radicelles.
0-8 cm	Matériau sablo-argileux, brun foncé (10YR 4/3), structure granulaire moyenne à grossière, moyennement développée, friable, racines assez nombreuses; limite inférieure distincte.
8-23 cm	Matériau sablo-argileux, brun foncé (10YR 4/3) structure polyédrique fine, moyennement développée avec éléments grumeleux; friable; humide; non plastique; activité radiculaire moyenne; limite inférieure graduelle.
23-37 cm	Matériau argilo-sableux, brun-jaune (10YR 5/4), structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement développée; quelque peu ferme en place; humide; limite inférieure graduelle.
37-70 cm	Matériau argilo-sableux, jaune (10YR 5/6), structure polyédrique moyenne, faiblement développée; ferme en place; présence de granules arrondis et bien distincts; non plastique; activité radiculaire moyenne à faible; limite inférieure graduelle.
70-100 cm	Idem mais friable à légèrement ferme.
100-150 cm	Matériau argilo-sableux, jaune (7.5 YR 5/6) structure peu développée, friable.

Données analytiques

Profondeur cm	0-8	8-23	23-37	37-70	70-100	100-150
Granulométrie						
2, -1, mm %	1,0	0,6	1,5	1,5	3,0	
1, -0,5 mm %	9,2	6,6	8,0	7,7	10,0	
0,5 -0,25 mm %	19,8	16,2	13,7	13,3	13,1	
0,25-0,1 mm %	34,2	33,5	25,2	26,5	23,5	
0,1 -0,05 mm %	11,2	10,5	13,0	10,0	9,8	
0,05-0,002 mm %	3,4	3,2	3,3	3,3	3,2	
< 0,002 mm %	21,2	29,1	35,4	37,7	37,4	
pH	4,7	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9
Capacité d'échange meq./100 g	5,15	3,35	2,70	2,15	2,40	2,00
Cations échangeables meq./100 g						
Ca	2,10	1,20	0,85	1,00	0,70	1,00
K	0,14	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08
C %	1,31	0,60	0,35	0,30	0,22	0,20
N %	0,12	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03

28. Sols ferrallitiques a couleur dominante jaune-beige, non différenciés

Symbole : Lc (cfr. p. 112)

Référence : N. Leneuf et G. Riou ([11]).

Généralités

Bia, Côte d'Ivoire, 5°35'N, 3°10'W.
Sommet de butte. Pluviosité moyenne annuelle 1.800 à 2.000 mm. Végétation : forêt hygrophile. Matériau originel : microgranite.

Description d'un profil

0-1 cm	Litière végétale.
0-12 cm	Brun gris, sablo-argileux, humifère grumeleux
12-70 cm	Brun jaune, argilo-sableux, polyédrique.
à 70 cm	Nappe graveleuse (graviers de quartz et concrétions ferrugineuses).
70-150 cm	Brun jaune clair et brun très pâle, argileux, structure polyédrique.
150-300 cm	Brun jaune pâle, argileux, polyédrique.
300-400 cm	Argile tachetée brun jaune, rose, avec blocs de roche altérée, texture sablo-limoneuse.
400 cm	Roche-mère altérée.

Données analytiques

Profondeur cm	0-10	70	300	350
Granulométrie				
2, mm %	2,9	2,9	—	—
2, -0,2 mm %	26,2	16,7	13,4	37,7
0,2 -0,02 mm %	23,1	21,4	14,0	41,5
0,02-0,002 mm %	12,7	10,0	15,0	11,5
< 0,002 mm %	28,2	50,7	55,5	9,5
pH	4,1	4,5	4,9	4,5
Capacité d'échange meq./100 g	6,24	3,69	4,35	1,71
Cations échangeables meq./100 g				
Ca	0,40	0,14	0,14	0,14
Mg	0,46	0,14	0,30	0,04
K	0,09	0,02	0,01	0,01
Na	0,02	0,01	0,06	0,02
Somme	**0,97**	**0,31**	**0,51**	**0,21**
C %	1,16			
N %	0,11			

29. Sols ferrallitiques rouges sur roches riches en minéraux ferro-magnésiens

Symbole : Lm (cfr. p. 114)

Référence : R. Frankart ([6]).

Généralités

Paulis, Uele, Congo (Léopoldville). Pluviosité moyenne annuelle 2.000 mm. Forêt ombrophile. Matériau originel : amphibolites.

Description d'un profil

0-6 cm	Ap — Argileux. Structure grumeleuse bien développée. Brun-rouge (2.5YR 4/2). Radicelles denses. Transition distincte et régulière.
6-19 cm	B1 — Argileux lourd. Structure granulaire grossière bien développée, brun-rouge (2.5YR 4/4). Radicelles nombreuses. Transition diffuse et régulière.
19-45 cm	(B2) — Argileux lourd, structure polyédrique moyenne très bien développée. Brun-rouge foncé (2.5 YR 3/4). Radicelles nombreuses. Limite graduelle et régulière.
45-74 cm	B3 — Argileux lourd. Structure polyédrique moyenne bien développée. Brun-rouge foncé (2.5YR 3/4). Radicelles peu nombreuses. Transition graduelle et régulière.
74-100 cm	C1 — Argileux lourd. Structure polyédrique faiblement développée, quelques concrétions latéritiques et débris rocheux altérés. Brun-rouge foncé (2.5YR 3/4). Radicelles peu nombreuses. Limite inférieure diffuse.
100-128 cm	C2 — Idem mais concrétions latéritiques et débris amphibolitiques altérés et rubéfiés plus fréquents. Radicelles rares. Transition distincte et régulière.
+ 128 cm	D — Gravier hétérogène meuble; concrétions latéritiques; débris amphibolitiques altérés et rubéfiés, rares blocs de quartz anguleux. Radicelles rares.

Données analytiques

Profondeur cm	0-6	6-16	19-45	45-74	74-100	100-128	+128
Granulométrie							
> 2, mm %	—	—	—	—	—	Tr	80
2, -1, mm %	3,2	2,1	1,6	1,6	2,0	3,3	5,6
1, -0,5 mm %	2,5	2,5	2,0	1,5	2,0	2,2	2,5
0,5 -0,25 mm %	2,7	2,3	2,0	1,6	1,7	1,6	1,6
0,25-0,1 mm %	5,6	4,6	4,0	3,3	2,5	3,2	3,3
0,1 -0,05 mm %	2,6	2,5	1,6	2,2	2,6	2,2	2,0
0,05-0,02 mm %	3,7	2,0	2,4	2,6	2,7	2,7	3,1
0,02-0,002 mm %	10,3	18,6	5,0	5,5	4,8	4,9	4,7
< 0,002 mm %	69,4	65,4	81,4	81,7	81,7	79,9	77,2
pH	6,1	5,6	5,4	5,5	5,5	5,1	5,0
Capacité d'échange meq./100 g	12,8	7,9	6,1	5,5	4,9	4,3	3,9
Cations échangeables meq./100 g							
Ca	9,8	4,6	3,0	2,4	2,1	1,2	1,3
K	0,21	0,14	0,12	0,09	0,12	0,10	0,19
C %	2,20	1,12	0,64	0,41	0,35		
N %	0,292	0,139	0,092	0,064	0,063		
P_2O_5 (Truog) ppm	4	Tr	Tr	Tr	Tr		
Fe_2O_3 libre %	12,0	13,0	12,5	14,0	14,2	12,8	14,0

30. Sols ferrallitiques humifères

Symbole : Ls (cfr. p. 116)

Référence : K. Sys ([16]).

Généralités

Ituri, Congo (Léopoldville); altitude 1.600 m. Pluviosité moyenne annuelle 1.200 mm. Végétation : savane. Matériau originel : roches cristallines du complexe de base : granite-gneiss.

Description d'un profil

0-20 cm Matériau argilo-sableux, brun-rouge foncé (5YR 2/2) structure grumeleuse moyenne, mal développée; friable; activité radiculaire forte, limite inférieure distincte.

20-36 cm Infiltration de matières organiques et transition graduelle.

36-87 cm Matériau argileux, rouge (2.5YR 5/6) avec du granuloquartz. Structure polyédrique subanguleuse moyenne mal développée. Légèrement ferme en place; activité radiculaire faible; limite inférieure graduelle.

87-200 cm Matériau argileux, rouge (2.5YR 5/8) très friable; sans éléments polyédriques; présence de quelques granules très stables se présentant comme des concrétions d'argile.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	20-36	36-87	87-200
Granulométrie				
2, -1, mm %	16,0	17,0	19,0	21,0
1, -0,5 mm %	19,7	17,0	10,0	11,5
0,5 -0,25 mm %	7,8	8,2	4,0	4,0
0,25-0,1 mm %	7,5	9,0	6,2	5,6
0,1 -0,05 mm %	4,7	4,7	4,0	4,2
0,05-0,02 mm %	3,2	3,8	2,7	3,6
0,02-0,002 mm %	7,8	6,5	5,5	5,0
< 0,002 mm %	33,3	33,8	48,6	45,1
pH	4,2	4,3	4,5	4,6
Capacité d'échange meq./100 g	13,75	10,65	7,20	4,60
Cations échangeables meq./100 g				
Ca	0,80	0,55	0,50	0,70
K	0,29	0,25	0,16	0,18
C %	4,10	2,24	0,98	
N %	0,38	0,25	0,13	

31. Sols ferrallitiques a horizon sombre

Symbole : Lt (cfr. p. 117)

Référence : K. Sys ([16]).

Généralités

Ituri, Congo (Léopoldville); altitude 1.750 m. Pluviosité moyenne annuelle 1.400 mm. Végétation : savane. Matériau originel : granite.

Description d'un profil

0-16 cm	Matériau argileux gris très foncé (5YR 3/1); structure grumeleuse fine à moyenne bien développée; friable; frais; activité radiculaire forte; limite inférieure graduelle.
16-46 cm	Matériau argileux, brun-rouge foncé (5YR 3/3); structure polyédrique fine, mal développée; friable; activité radiculaire forte à moyenne; transition graduelle.
46-67 cm	Matériau argileux, rouge foncé (2.5YR 3/6); structure polyédrique subanguleuse moyenne à grossière, mal développée; friable; activité radiculaire moyenne à forte; transition graduelle.
67-94 cm	Matériau argileux rouge foncé (2.5YR 3/6). Structure polyédrique subanguleuse fine, moyennement à faiblement développée, présence de quelques granules très stables; friable, activité radiculaire faible; transition graduelle.
94-151 cm	Horizon sombre; matériau argileux brun-rouge (2.5YR 4/4). Structure polyédrique subanguleuse moyenne, mal développée. Présence de nombreux éléments granuleux arrondis et très stables; friable, très peu de racines.
151-200 cm	Matériau argileux, rouge foncé (2.5YR 3 - 4/6) nombreux éléments granulaires mélangés à une masse non structurée, friable.

Données analytiques

Profondeur cm	0-16	16-46	46-67	67-94	94-151	151-175
Granulométrie						
2, -1, mm %	1,2	0,6	1,2	0,5	0,7	1,6
1, -0,5 mm %	7,2	6,6	6,0	6,2	5,7	5,7
0,5 -0,25 mm %	7,0	7,7	4,7	7,3	6,2	6,3
0,25-0,1 mm %	9,0	12,0	12,0	11,3	11,0	12,0
0,1 -0,05 mm %	5,5	6,6	8,0	6,8	7,6	7,6
0,05-0,02 mm %	2,1	2,2	2,2	2,1	2,3	2,5
0,02-0,002 mm %	6,4	6,4	6,0	5,9	5,3	5,3
< 0,002 mm %	61,6	57,9	59,9	59,9	61,2	59,0
pH	5,5	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0
Capacité d'échange meq./100 g	15,6	9,0	6,8	5,95	—	—
Cations échangeables meq./100 g						
Ca	4,10	0,80	0,65	0,60		
K	0,35	0,16	0,14	0,14		
C %	5,96	2,01	1,19	0,89	1,08	0,68
N %	0,42	0,16	0,11	0,07	0,07	0,05

32. Solonetz et solonetz solodisés

Symbole : Ma (cfr p. 120)

Référence : J. Vieillefon ([10]).

Généralités

District d'Ihosy, vallée de la Menarahaka, environs d'Analasoa, Madagascar. Climat sub-humide. Matériaux originels : alluvions fluvio-lacustres anciennes. Fond de vallée. Végétation : Heteropogon, Hyparrhénia, Sporobolus pyramidalis et Cyperus articulatus.

Description d'un profil

0-20 cm Horizon noirâtre, argileux sableux à structure grumeleuse.
20-40 cm Gris clair, sablo-argileux, compact, massif.
40-80 cm Gris à taches ocres argileux, massif, durci.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	20-40	40-80
Granulométrie			
2, -0,2 mm %	11,6	25,0	12,0
0,2 -0,02 mm %	49,0	44,0	20,0
0,02-0,002 mm %	17,2	15,6	9,7
< 0,002 mm %	18,0	14,8	51,0
pH	6,1	6,3	8,7
Capacité d'échange meq./100 g	32,3	15,7	28,8
Cations échangeables meq./100 g			
Ca	7,5	4,0	9,8
Mg	5,7	2,1	13,1
K	0,7	0,3	1,0
Na	0,9	0,05	6,1
Somme	**14,8**	**6,5**	**30,0**
Saturation %	46	42	100
C %	4,12	0,33	0,05
N %	0,31	0,03	
P_2O_5 ‰	0,05		0,01
Sels solubles ‰	1,8	0,9	9,2

33. Sols salins, sols a alcalis et sols salés a alcalis

Symbole : Mb (cfr. p. 121)

Référence : J. Hervieu et J.D. Rakotomiraho ([10]).

Généralités

District de Morondava, basse plaine de la Morondava, environs d'Ambatosoratra. Climat semi-aride. Matériaux originels : alluvions récentes. Végétation : Scirpus maritimus.

Description d'un profil

0-20 cm Horizon gris foncé, argileux durci, crevassé à taches rouille filiformes. Structure polyédrique, efflorescences salines. Enracinement important.

20-40 cm Gris à taches rouille, avec débris végétaux; argilo-sableux à argileux, structure polyédrique, enracinement faible. Traces de calcaire.

40-80 cm Gris clair à taches de rouille, argileux plastique.

+ 80 cm Gris bleuté à taches de rouille, argilo-sableux, plastique, adhérent. Nappe salée à 1,10 m.

Données analytiques

Profondeur cm	0-20	20-40	40-80	+ 80
Granulométrie				
2, -0,2 mm %	1,4	0,4	0,3	0,8
0,2 -0,02 mm %	28,8	47,9	30,5	36,4
0,02-0,002 mm %	13,7	13,0	18,2	15,7
< 0,002 mm %	50,0	36,2	33,5	44,1
pH	8,7	9,0	8,8	7,6
Capacité d'échange meq./100 g	40,0	36,1	—	—
Cations échangeables meq./100 g				
Ca	22,3	21,5		
Mg	13,6	0,7		
K	1,55	1,60		
Na	14,8	23,45		
Saturation %	100	100		
C %	2,92	0,81		
N %	0,11	0,07		
P_2O_5 ‰	0,25			
Sels solubles ‰	22,0	10,5	11,0	11,7

34. Sols hydromorphes organiques

Symbole : Nb (cfr. p. 125)

Référence : J.F. Harrop ([8]).

Généralités

Marais Nyanza, à 12 miles de Kabale sur la route vers Kampala. Uganda Marais à Papyrus.

Description d'un profil

(effectuée 24 heures après creusement)

0-2,5 cm	Gris brun très foncé. Tourbe granulaire avec sporadiquement quelques nodules ferrugineux de couleur orange brun. Il s'agit probablement de vieux débris de racines, indurés et cassés. Très mouillé.
2,5-23 cm	Semblable à l'horizon précédent mais tacheté d'hydroxyde ferrique de couleur orange-jaune.
23-38 cm	Tourbe fibreuse de couleur gris-brun pâle avec des débris organiques, semblables à du bois pourri, de couleur rouge-orange vif. L'ensemble a un aspect tacheté mais les taches rouges ne sont pas ferrugineuses.
38-46 cm	Mélange d'argile et de tourbe fibreuse de couleur gris-brunâtre foncé, avec quelques inclusions de bois pourri de couleur jaune-brun. Légère odeur de sulfure d'hydrogène au début de l'échantillonnage mais disparaissant après quelques minutes. L'eau suinte à partir d'une profondeur de 61 cm quoique la nappe phréatique remonte jusque 20 cm de la surface.
46-155 cm	Après quelques heures d'exposition ce matériel est devenu tout à fait noir.

35. Sols organiques non hydromorphes — sols organiques de montagne

Symbole : Oa (cfr. p. 126)

Référence : J.F. Harrop ([8]).

Généralités

Ruwenzori, Busuwaguma, Uganda, (12 miles au nord de Nyabiringo); replat; altitude 3.350 m. Pluviosité moyenne annuelle 1.550-1650 mm. Végétation : Helichrysum, Senecio.

Description d'un profil

0-30 cm Tourbe de couleur gris-brun foncé, presque complètement humifiée.

30-51 cm Moraine de couleur gris pâle, quelques trainées de matières organiques et quelques taches de rouille.

Données analytiques

Profondeur cm	15	30	51
Granulométrie			
0,02-0,002 mm %	6	6	6
< 0,002 mm %	5	5	11
pH	3,5	3,2	3,2
Capacité d'échange meq./100 g	36,40	50,28	21,21
Cations échangeables meq./100 g			
Ca	0,6	< 0,3	< 0,3
Mg	0,9	< 0,6	< 0,6
K	1,50	1,08	0,31
Na	0	0	0
Somme	3,00	1,08	0,31
Saturation %	8,2	2,1	1,5
C %	10,30	11,27	2,75
P_2O_5 ppm	40	28	19

BIBLIOGRAPHIE

1. G.D. ANDERSON, Some weakly developed soils of the eastern Serengeti plains, Tanganyika, *Sols Africains — African Soils*, Vol. VIII, n° 3, p. 339, 1963.
2. W.A. BLOKHUIS et L.H.J. OCHTMAN, *Profile of the Gezira clay soil, Wad Medani, Sudan*, miméograph, Gezira Research Station, 1960.
3. J.V. BOTELHO DA COSTA, L. ARIO AZEVEDO, E.P. CARDOSO FRANCO et R. PINTO RICARDO, *Carta Geral dos solos de Angola I. Distrito da Huila*, Mémorias da Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, 1959.
4. J.H. DURAND, *Les sols rouges et les croûtes en Algérie*, Direction de l'hydraulique et de l'équipement rural, Birmanreis, Alger. 1959.
5. R. FAUCK, Les sous-groupes des Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions, *Sols Africains — African Soils*, Vol. VIII, n° 3, p. 407, 1963.
6. R. FRANKART, *Notice explicative de la carte des sols de l'Uélé*, Public. Inst. Nat. Et. Agron. Congo, Bruxelles, 1960.
7. P. GILSON, J. JONGEN et A. VAN WAMBEKE, *Notice explicative de la carte des sols de Yangambi*, Planchette 3 : Lilanda. Public. Inst. Nat. Et. Agron. Congo. Bruxelles 1957.
8. J.F. HARROP, *The soils of the Western Province of Uganda*, Department of Agriculture, Kampala (miméograph), 1960.
9. C.J. HEMMING et C.G. TRAPNELL, A reconnaissance classification of the soils of the south Turkana desert, *J. Soil Sc.*, Vol. 8, n° 2, pp. 167-183, 1957.
10. J. HERVIEU, *Profils types de sols malgaches* (Inventaire provisoire), ORSTOM-IRSM, Tananarive, 1961.
11. N. LENEUF et G. RIOU, Sols rouges et sols jaunes de Côte d'Ivoire, *Sols Africains — African Soils*, Vol. VIII, n° 3, p. 451, 1963.
12. R. MAIGNIEN, Sur les sols d'argiles noires tropicales d'Afrique occidentale, *Bull. de l'assoc. fr. pour l'Et. du sol*, pp. 131-144, 1961.
13. R. MAIGNIEN, Les sols bruns eutrophes tropicaux, *Sols africains — African Soils*, Vol. VIII, n° 3, p. 491, 1963.
14. A. PÉCROT, *Notice explicative de la Carte des sols de la dorsale du Kivu*. Inst. Nat. Et. Agron. Congo. Bruxelles 1960.
15. G. REPP et Ch. KILLIAN, Recherches écologiques sur les relations entre le climat, les sols et les plantes irriguées des oasis sahariennes, *J. Agr. Trop. et de Bot. appl.*, n° 3-4, pp. 109-141, 1956.
16. K. SYS, La carte des sols du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, *Pédologie* (Gand), Vol. X, n° 1, pp. 48-116, 1960.
17. P.R. TOMLINSON, *Classification of the northern Nigerian soils in terms of the legend of the soils map of Africa*, 4th approximation (manuscrit), 1962.
18. C.R. VAN DER MERWE, *Soil groups and subgroups of South Africa*, Government printer, Pretoria, 1941.

QUATRIÈME PARTIE

LA CARTE

INTRODUCTION

Les renseignements consignés ici sous forme de tableaux ou de listes complètent les informations rapportées dans les trois premières parties du mémoire. Le premier chapitre reprend les éléments d'unités cartographiques tels qu'ils figurent dans les différentes légendes partielles et dans la légende générale (feuille 7 : Madagascar). Le chapitre 2 traite de la représentation graphique de ces éléments en unités simples, en associations binaires ou ternaires. Au chapitre 3 on inventorie pour chaque pays les éléments de légende y cartographiés; ceci est en quelque sorte le complément des listes de répartition qui figurent aux chapitres descriptifs de la seconde partie. Au chapitre 4, le plus important, on précise pour chacun des éléments d'unité et pour chaque association les pourcentages de la surface totale et les superficies en milliers de km² qu'elle occupe respectivement sur le continent entier, sur le continent au sud et au nord de l'équateur et à Madagascar.

CHAPITRE 1

LA LÉGENDE

SOLS MINÉRAUX BRUTS		page
	Roches et débris de roches	
Aa	Roches riches en minéraux ferromagnésiens	53
Ab	Cuirasses ferrugineuses	54
Ab′	Carapaces calcaires	56
Ac	Non différenciés	57
	Matériaux détritiques des déserts	
An	Sables (ergs)	58
Ao	Plaines argileuses	59
Ap	Regs (désert pavements) résiduels	60
Ap′	Regs allochtones	60
Ar	Non différenciés	61

SOLS PEU EVOLUÉS		page
	Lithosols (sols squelettiques) et sols lithiques	
Ba	Sur laves	62
Bb	Sur roches riches en minéraux ferromagnésiens	63
Bc	Sur cuirasses ferrugineuses	63
Bc′	Sur carapaces calcaires	65, 133
Bd	Non différenciés	67
	Sols subdésertiques	
Bf	Non différenciés	69, 134, 135
	Sols peu évolués sur matériaux meubles d'apport non récent	
Bh	Non différenciés	70, 136. 137
	Sols jeunes sur matériaux meubles d'apport actuel ou très récent	
Bn	Sur efflata	71, 138
Bo	Sur alluvions fluviales et lacustres	72
Bp	Sur dépôts fluvio-marins (sols de mangrove)	74, 139
Bq	Sur sables éoliens	75
Br	Sols des oasis	76, 140
SOLS CALCIMORPHES		
Ca	Rendzines, sols bruns calcaires	77, 141, 142
Cb	Sols à croûte calcaire	78, 143
Cc	Sols à teneur élevée en gypse (plus de 15%)	79
VERTISOLS ET SOLS SIMILAIRES		
Da	Dérivés de roches riches en minéraux ferromagnésiens	80, 143
Db	Dérivés de roches calcaires	82, 145
Dj	Des dépressions topographiques	83, 146
PODZOLS		
Ea	Non différenciés	85, 151
SOLS LESSIVES — HIGHVELD PSEUDO-PODSOLIC SOILS		
Fa	Non différenciés	86, 153

SOLS BRUNS ET CHÂTAINS DES RÉGIONS ARIDES ET SUBARIDES		page
	Sols bruns des régions arides et subarides tropicales	
Ga	Sur sédiments meubles	88, 154
Gb	Non différenciés	89, 155
	Sols bruns et châtains des régions arides et subarides méditerranéennes	
Gn	Non différenciés	91
SOLS BRUNS EUTROPHES DES RÉGIONS TROPICALES		
Ha	Sur efflata	92, 156
Hb	Sur roches riches en minéraux ferromagnésiens	93, 158
Hc	Sur dépôts alluvionnaires	94
Hd	Non différenciés	94
SOLS ROUGES ET BRUNS MÉDITERRANÉENS		
Ia	Sols rouges méditerranéens	96, 159
In	Sols bruns méditerranéens	97, 160
SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX (Sols fersiallitiques)		
Ja	Sur matériaux originels sableux	99, 161
Jb	Sur roches riches en minéraux ferromagnésiens	100, 163
Jc	Sur roches cristallines acides	101, 164
Jd	Non différenciés	103
FERRISOLS		
Ka	Humifères	106, 166
Kb	Sur roches riches en minéraux ferromagnésiens	107, 167
Kc	Non différenciés	107, 168
SOLS FERRALLITIQUES (sensu stricto)		
	Couleur dominante : jaune-beige	
La	Sur sédiments meubles sableux	110, 169
Lb	Sur sédiments plus ou moins argileux	112, 170
Lc	Non différenciés	112, 172

	Couleur dominante : rouge	page
Ll	Sur sédiments meubles sableux	114
Lm	Sur roches riches en minéraux ferromagnésiens	114, 173
Ln	Non différenciés	115
	Sols ferrallitiques humifères	
Ls	Non différenciés	116, 175
	Sols ferrallitiques à horizon sombre	
Lt	Non différenciés	117, 176
	Sols ferrallitiques jaunes et rouges sur matériaux originels divers	
Lx	Non différenciés	118
	SOLS HALOMORPHES	
Ma	Solonetz et solonetz solodisés	120, 179
Mb	Sols salins, sols à alcalis, sols salés à alcalis	121, 179
Mc	Sols des sebkhas et des chotts	122
Md	Sols des lunettes	122
Me	Non différenciés	123
	SOLS HYDROMORPHES	
Na	Sols hydromorphes minéraux	124
Nb	Sols hydromorphes organiques	125, 180
	SOLS ORGANIQUES NON HYDROMORPHES	
Oa	Sols organiques de montagne	126, 181
	ASSOCIATIONS ET COMPLEXES	
Ra	Association des îles volcaniques	127

Note : pour les associations binaires et ternaires, nous renvoyons au tableau I, Chapitre 4, de cette même partie.

CHAPITRE 2

LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES UNITÉS SUR LA CARTE

La légende générale de la carte (voir chapitre précédent) comporte 63 éléments simples, représentés chacun soit par une couleur, soit par une couleur avec surcharge, soit par un signe conventionnel quand il s'agit d'unités qui ne couvrent que de faibles étendues (podzols, oasis). Chaque élément a son symbole, composé de deux lettres : la première, en caractère majuscule, désigne les catégories supérieures de la légende (voir chapitre précédent), la deuxième, en caractère minuscule, indique des sous-catégories.

Ces éléments d'unité sont reportés sur la carte soit comme unités simples (57) soit en association binaire (181) soit en association ternaire (37), ce qui donne au total 275 unités cartographiques .Les associations sont désignées par la juxtaposition, dans l'ordre alphabétique, des symboles constituants. Si le report des unités simples ne pose aucun problème, la représentation des diverses associations requiert l'adoption de règles conventionnelles. Voici celles qui ont été retenues :

1. Les associations binaires

a) Association avec une couleur propre : figure comme telle sur la carte.

b) Association de deux éléments représentés chacun par une simple couleur : bandes parallèles verticales des deux couleurs.

c) Association de deux éléments dont l'un est représenté par une simple couleur, l'autre par une couleur avec surcharge : couleur du premier élément, recouverte par la surcharge du deuxième.

d) Association de deux éléments représentés chacun par une couleur avec surcharge : couleur de l'élément dont le symbole précède alphabétiquement, surcharge de l'autre.

2. Les associations ternaires

a) Association d'une unité binaire avec une couleur propre et un troisième élément.

— bandes parallèles si le troisième élément est également représenté par une simple couleur

— couleur de l'unité binaire, surcharge du troisième élément s'il en possède une.

b) Association de trois éléments dont deux sont représentés par une simple couleur, le troisième par une couleur avec surcharge : bandes parallèles des deux simples couleurs avec surcharge du troisième élément.

c) Association de trois éléments dont un seulement est représenté par une simple couleur, les deux autres par des couleurs avec surcharge : bandes parallèles de la simple couleur et de la couleur de l'élément avec surcharge dont le symbole précède alphabétiquement, surcharge du troisième élément.

CHAPITRE 3

LA RÉPARTITION DES UNITÉS PAR TERRITOIRE

Africa Occidental Española (Sahara Español)
Ac, An, Ap, Ap', Ar, Mc.

Algérie
Aa, Ab', Ac, An, Ap, Ap', Ar, Bc', Bd, Bf, Bh, Bo, Br, Ca, Cc, Db, Dj, Fa, Gn, Ia, In, Mb, Mc, Md, Me, Na.

Angola
Ac, An, Ar, Bd, Bf, Bo, Bp, Ca, Da, Db, Dj, Ga, Gb, Ja, Jc, Jd, Kc, La, Lc, Ll, Lm, Ln, Lx, Me, Na.

Basutoland
Bd, Da, Fa.

Bechuanaland
Bb, Bd, Bo, Da, Ga, Gb, Ja, Jb, Jd, La, Me, Na.

Burundi
Bc, Bd, Dj, Hd, Ka, Kb, Kc, Ls, Lt, Lx, Mb.

Cameroun
Ba, Bb, Bc, Bd, Bo, Bp, Da, Dj, Ha, Hb, Ja, Jc, Jd, Ka, Kc, La, Lb, Lc, Lm, Ln, Lx, Me, Na, Nb.

Centr'africaine (République)
Bc, Bd, Bo, Dj, Ja, Jd, Kc, Lb, Ll, Lm, Ln, Lx, Na.

Congo (Brazzaville)
Bo, Bp, Kc, La, Lb, Lc, Ln, Lx, Na.

Congo (Léopoldville)
Bc, Bd, Bn, Bo, Bp, Dj, Ea, Ha, Hc, Hd, Ka, Kb,
Kc, La, Lb, Lc, Ln, Ls, Lt, Lx, Mb, Na, Nb, Oa.

Côte d'Ivoire
Ab, Ac, Bb, Bc, Bd, Bo, Bp, Bq, Dj, Ea, Hb, Jc,
Kb, Kc, La, Lc, Ll, Lm, Ls, Lx, Na.

Dahomey
Ab, Bc, Bo, Bq, Da, Db, Hb, Jc, Jd, Ll, Na, Nb.

Ethiopia
Aa, Ac, Ar, Bd, Bf, Bo, Da, Dj, Gb, Jd, Ka, Kb,
Mb, Na, Nb.

Gabon
Bc, Bd, Bo, Bp, Kc, La, Lc, Lx, Na, Nb.

Gambia
Bc, Bo, Bp, Ja, Jd, Ll, Me, Na.

Ghana
Ac, Bc, Bd, Bo, Bp, Da, Hb, Jc, Jd, Kb, Kc, Lc,
Ll, Lm, Ln, Lx, Mb, Na.

Guiné Portuguesa
Ab, Ac, Bc, Bd, Bp, Jd, Lc, Ll, Na.

Guinéa Continental Española
Bc, Bd, Bp, Kc, La, Lc, Lx, Na.

Guinée
Ab, Ac, Bb, Bc, Bd, Bo, Bp, Hb, Jc, Jd, Kb, Kc,
La, Lc, Lm, Lx, Na.

Haute Volta
Ab, Ac, Bb, Bc, Bo, Hb, Ja, Jd, Na.

Kenya
Aa, Ba, Bc, Bd, Bf, Bn, Bo, Bp, Db, Dj, Fa, Ga,
Gb, Ha, Jb, Jc, Jd, Ka, Kc, Lx, Ma, Mb, Na, Nb, Oa.

Liberia

Ab, Bd, Bq, Hb, Lc, Lx,.

Libya

Ac, An, Ap, Ap′, Ar, Bf, Br, Gn, Ia, Mb.

Madagascar

Bb, Bc, Bd, Bh, Bo, Bp, Bq, Ca, Cb, Db, Ha, Ia, Ja, Jb, Jc, Jd, Kb, Kc, Lb, Lm, Ln, Ls, Lx, Me, Na, Nb.

Mali

Aa, Ab, Ac, An, Ap, Bb, Bc, Bd, Bf, Bo, Db, Dj, Ga, Gb, Hb, Ja, Jc, Jd, Kb, Kc, Ll, Mc, Na.

Maroc

Ab′, Ac, Ap, Ar, Bc′, Bd, Bf, Bo, Bq, Ca, Dj, Fa, Gn, Ia, In, Me.

Mauritanie

Aa, Ac, An, Ao, Ap, Ar, Bc, Bf, Bo, Da, Ga, Gb, Jc, Jd, Mb, Mc, Me, Na.

Moçambique

Bc, Bd, Bh, Bo, Bp, Da, Db, Dj, Gb, Ja, Jb, Jd, Kc, Lc, Ln, Lx, Me, Na, Nb.

Niger

Ab, Ac, An, Ao, Ap′ Bb, Bd, Bf, Bo, Ca, Dj, Ga, Gb, Hb, Ja, Jc, Jd, Mb, Me, Na, Nb.

Nigeria

Ba, Bc, Bd, Bh, Bo, Bp, Bq, Db, Dj, Ha, Hb, Ja, Jb, Jc, Jd, Ka, La, Lc, Ll, Ln, Mb, Me, Na, Nb.

Nyasaland (Malawi)

Bd, Bo, Dj, Gb, Jd, Ka, Kb, Kc, La, Lc, Na, Nb.

Rhodesia (northern) (Zambia)

Bb, Bc, Bd, Bo, Dj, Ja, Jb, Jd, Kc, La, Lb, Lc, Ln, Lx, Me, Na, Nb,

Rhodesia (southern)

Ac, Bb, Bd, Da, Db, Gb, Ja, Jb, Jc, Jd, Kc, La, Lc, Lm, Ln, Me, Na.

Rwanda
Ba, Bc, Bd, Dj, Ha, Hd, Ka, Kb, Kc, Ls, Lt, Lx, Mb, Na.

Sénégal
Ab, Ac, Bc, Bo, Bp, Da, Db, Ga, Gb, Ja, Jb, Jc, Jd, Kb, Ll, Me, Na.

Sierra Leone
Ab, Bd, Bp, Bq, La, Lc, Lm, Lx, Na.

Somalia
Aa, Ap, Bd, Bf, Bo, Bp, Bq, Ca, Cc, Da, Dj, Gb, Ja, Jd.

Somalis (Côte française des)
Aa, Ao, Ap, Bo, Br, Gb, Mc.

South Africa (Republic of)
Ac, Bc′, Bd, Bf, Bh, Ca, Da, Fa, Ga, Gb, In, Ja, Jc, Jd, Ln, Ls, Ma, Mb, Na.

South West Africa
Ac, An, Ar, Bc′, Bd, Bf, Bh, Bo, Ga, Gb, Ja, Mb, Me, Na.

Sudan
Aa, Ac, An, Ar, Bc, Bd, Bf, Bh, Bo, Dj, Ga, Gb, Hb, Hc, Ja, Jd, Kb, Ln, Na, Nb.

Swaziland
Bd, Gb, Jc, Jd, Ls.

Tanganyika
Aa, Ac, Bc, Bd, Bn, Bo, Bp, Ca, Db, Dj, Gb, Ha, Hc, Ja, Jb, Jd, Ka, Kb, Kc, Lb, Lc, Ln, Lx, Ma, Mb, Me, Na, Nb, Oa.

Tchad
Aa, Ac, An, Ao, Ap, Bd, Bf, Bo,, Br, Da, Dj, Ga, Gb, Ja, Jc, Jd, Me, Na, Nb.

Togo
Ac, Bc, Bd, Bo, Bq, Da, Db, Jc, Jd, Kc, Ll, Ln, Nb.

Tunisie

Ac, An, Ap, Bc', Bd, Bf, Bh, Bo, Br, Ca, Cc, Db, Dj, Fa, Gn, Ia, Mb, Mc, Me, Na.

Uganda

Bc, Bd, Bo, Dj, Gb, Ha, Hc, Ja, Jd, Ka, Kc, La, Lc, Ls, Lt, Lx, Mb, Na, Oa.

United Arab Republic

Ac, An, Ar, Bf, Bo, Br, Me, Na.

CHAPITRE 4

SURFACES COUVERTES PAR CHACUNE DES UNITÉS ET ASSOCIATIONS

La projection zénithale méridienne équivalente (zénithal meridional equal area projection) de la carte de base permet de mesurer avec une bonne approximation la superficie des diverses unités cartographiques. Dans cette projection les écarts entre les distances réelles et celles mesurées sur la carte sont très réduits. Le rapport distance réelle/distance mesurée, égal à l'unité pour le centre de la projection (intersection de l'équateur et du méridien 18° E), décroît avec la latitude et augmente avec la distance longitudinale. Ainsi les écarts extrêmes restent inférieurs à 3% (linéaire) par rapport à la distance théorique, et sur une grande partie de la surface les écarts latitudinaux et longitudinaux, qui sont de signe opposé, se compensent. Ceci revient à dire que les superficies réelles des aires situées à l'extrême nord et à l'extrême sud du continent sont en réalité plus importantes que celles consignées dans les tableaux ci-après, sans que cette différence ne dépasse 6%. Par contre pour les parties extrêmes est et ouest les surfaces réelles sont plus réduites.

Les surfaces indiquées dans les tableaux ont été obtenues par découpage et pesée : il importe donc de tenir compte des imperfections inhérentes à cette méthode. La carte disséquée était imprimée sur un papier homogène de bonne qualité. Les parties découpées étaient en équilibre avec l'humidité ambiante, et les pesées effectuées rapidement sur une balance automatique. Le rapport superficie/poids fut déterminé dans les mêmes conditions sur un certain nombre de surfaces connues, découpées dans la partie colorée de la carte. Il fut en effet

observé que le poids par unité de surface du papier chargé de couleurs différait sensiblement de celui du papier vierge.

Des rapports ainsi établis il résultait qu'en moyenne 1 gramme de carte équivalait à 224.890 km². La limite de précision a été arbitrairement fixée à 1 mg = 225 km² = 9 mm². Les valeurs reprises dans les tableaux ci-après ont été arrondies à 1.000 km².

Il nous a paru intéressant d'effectuer le découpage séparément pour l'île de Madagascar, pour le Continent au nord et au sud de l'équateur. Le poids total des découpures, provenant de chacune de ces grandes subdivisions, multiplié par le facteur précité a donné les superficies suivantes :

Madagascar	606.903 km²
Continent N de l'équateur	19.954.116 km²
Continent S de l'équateur	9.377.767 km²
Ensemble du continent	29.331.883 km²
Continent et Madagascar	29.938.786 km²

Un premier tableau donne pour chacune de ces grandes subdivisions et pour l'ensemble du Continent les pourcentages de la surface totale occupés par chacune des unités cartographiques et leur surface approximative exprimée en milliers de km². Un deuxième tableau rapporte les mêmes valeurs, calculées pour les éléments d'unités cartographiques. Il a fallu pour cela admettre que dans les unités cartographiques binaires et ternaires chacune des composantes occupait respectivement la moitié ou le tiers de la surface. Du fait de ces deux nouvelles hypothèses, les valeurs renseignées dans le tableau II sont moins précises que celles du tableau I.

TABLEAU I

Pourcentage des surfaces totales et surface en milliers de kilomètres carrés occupé par chacune des unités cartographiques

Madagascar
N Afrique continentale au nord de l'équateur
S Afrique continentale au sud de l'équateur
C Afrique continentale entière (N + S)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N + S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
Aa	—	—	0,69	137	—	—	0,47	137
AaAp	—	—	2,64	528	—	—	1,80	528
AaBa	—	—	0,22	44	—	—	0,15	44
AaBn	—	—	—	—	0,06	6	0,02	6
AaGb	—	—	0,01	1	—	—	<0,01	1
AaHa	—	—	—	—	0,01	1	<0,01	<1
AaOa	—	—	—	—	0,01	1	<0,01	1
Ab	—	—	0,15	31	—	—	0,10	31
AbAc	—	—	0,12	23	—	—	0,08	23
AbBd	—	—	0,24	48	—	—	0,16	48
AbBf	—	—	0,21	42	—	—	0,14	42
AbGa	—	—	0,47	95	—	—	0,32	95
AbHb	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
AbJd	—	—	0,29	58	—	—	0,20	58
AbLc	—	—	0,12	23	—	—	0,08	23
AbLm	—	—	0,04	9	—	—	0,03	9
Ab'	—	—	—	—	—	—	—	—
Ab'Bf	—	—	1,30	259	—	—	0,88	259
Ac	—	—	3,51	700	0,59	54	2,57	754
AcAo	—	—	0,33	65	—	—	0,22	65
AcAp	—	—	2,47	493	—	—	1,68	493
AcBc	—	—	0,02	4	—	—	0,01	4
AcBd	—	—	0,99	197	1,19	112	1,05	309
AcBf	—	—	2,83	565	0,01	<1	1,93	566
AcCa	—	—	0,36	71	—	—	0,24	71
AcGa	—	—	—	—	0,07	6	0,02	6
AcGn	—	—	0,02	3	—	—	0,01	3

TABLEAU I (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
AcIa	—	—	0,07	13	—	—	0,05	13
AcIn	—	—	0,05	11	—	—	0,04	11
AcJc	—	—	—	—	0,04	4	0,01	4
AcJd	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
AcLc	—	—	0,04	8	—	—	0,03	8
AcBdJa	—	—	—	—	0,21	20	0,07	20
AcBdJd	—	—	—	—	0,41	39	0,13	39
AcCaGn	—	—	0,05	10	—	—	0,04	10
AcDbIa	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
AcDjJd	—	—	—	—	0,06	5	0,02	5
AcDjMa	—	—	—	—	0,15	14	0,05	14
AcFaIn	—	—	0,08	17	—	—	0,06	17
AcJdLc	—	—	—	—	0,14	13	0,04	13
AcJdNa	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
An	—	—	6,45	1286	0,72	67	4,61	1353
AnAp	—	—	0,66	132	—	—	0,45	132
AnAp′	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
AnBf	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
Ao	—	—	0,18	35	—	—	0,12	35
AoBf	—	—	0,99	198	—	—	0,68	198
Ap	—	—	7,37	1470	—	—	5,01	1470
ApGb	—	—	0,16	32	—	—	0,11	32
Ap′	—	—	0,81	162	—	—	0,55	162
Ap′Ar	—	—	0,32	65	—	—	0,22	65
Ar	—	—	9,94	1984	0,45	42	6,91	2026
ArMe	—	—	0,10	20	0,01	<1	0,07	21
Ba	—	—	0,01	1	—	—	<0,01	1
BaHa	—	—	—	—	0,05	5	0,02	5
Bb	0,55	3	0,05	9	0,20	19	0,10	28
BbHb	—	—	0,20	40	—	—	0,14	40
BbJc	0,11	<1	—	—	—	—	—	—
BbKa	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
BbKb	—	—	0,04	7	—	—	0,02	7
Bc	—	—	0,15	30	—	—	0,10	30
BcDa	—	—	0,07	14	—	—	0,05	14
BcGb	—	—	0,27	55	—	—	0,19	55
BcHb	—	—	0,01	1	—	—	<0,01	1
BcJd	—	—	1,55	310	0,35	33	1,17	343
BcKb	—	—	0,50	99	—	—	0,34	99
BcKc	—	—	0,03	6	—	—	0,02	6

TABLEAU I (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
BcLa	—	—	0,10	20	—	—	0,07	20
BcLc	—	—	—	—	3,42	321	1,09	321
BcLm	—	—	0,17	35	—	—	0,12	35
BcLn	0,03	<1	2,20	439	—	—	1,50	439
BcLx	0,39	2	3,06	610	4,97	466	3,67	1076
BcDjJd	—	—	—	—	0,03	2	0,01	2
BcDjLc	—	—	—	—	0,16	15	0,05	15
BcJaJc	—	—	0,39	78	—	—	0,27	78
BcJdLc	—	—	—	—	1,46	137	0,47	137
BcJdLn	—	—	—	—	0,49	46	0,15	46
BcKcLc	—	—	0,05	10	0,14	13	0,08	23
BcKcLn	—	—	0,28	56	—	—	0,19	56
BcKcLx	—	—	0,18	36	0,81	76	0,38	111
BcLaLx	—	—	—	—	0,44	41	0,14	41
BcLsLt	—	—	—	—	0,15	14	0,05	14
Bc'	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
Bc'Bf	—	—	0,04	8	—	—	0,03	8
Bc'Ca	—	—	0,05	9	—	—	0,03	9
Bc'Ga	—	—	—	—	1,92	180	0,61	180
Bc'Gn	—	—	0,61	122	—	—	0,42	122
Bc'Me	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
Bd	9,76	59	3,06	610	1,62	152	2,60	762
BdBf	—	—	—	—	3,44	323	1,10	323
BdCa	—	—	0,20	40	—	—	0,14	40
BdDa	—	—	—	—	0,37	34	0,12	34
BdDj	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
BdFa	—	—	0,04	8	—	—	0,03	8
BdGb	—	—	1,40	279	3,22	302	1,98	581
BdHd	—	—	—	—	0,04	4	0,01	4
BdIn	—	—	—	—	0,18	17	0,06	17
BdJa	0,29	2	—	—	—	—	—	—
BdJb	2,08	13	—	—	—	—	—	—
BdJc	—	—	0,17	35	—	—	0,12	35
BdJd	6,55	40	0,40	80	1,39	131	0,72	211
BdKc	—	—	0,03	5	0,07	7	0,04	12
BdLn	—	—	0,25	51	0,03	2	0,18	53
BdLx	10,80	66	0,03	5	0,09	8	0,05	13
BdBfMb	—	—	—	—	1,02	96	0,33	96
BdCaDb	—	—	—	—	0,10	10	0,03	10
BdCaIn	—	—	0,15	30	—	—	0,10	30
BdDaJd	—	—	—	—	0,06	5	0,18	5
BdFaJd	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
BdHbJc	—	—	0,06	11	—	—	0,04	11
BdJdKc	—	—	—	—	0,36	34	0,11	34
BdJdLn	—	—	—	—	0,18	17	0,06	17

TABLEAU I (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
BdKbLm	—	—	—	—	0,03	3	0,01	3
BdKcLn	—	—	—	—	0,15	14	0,05	14
BdKcLx	—	—	—	—	0,39	37	0,12	37
Bf	—	—	5,79	1155	0,11	10	3,97	1165
BfBo	—	—	0,20	40	—	—	0,14	40
BfCc	—	—	0,65	130	—	—	0,44	130
BfMe	—	—	0,08	15	—	—	0,05	15
BfBoMe	—	—	0,22	44	—	—	0,15	44
Bh	—	—	0,04	8	0,24	23	0,10	31
BhDj	—	—	0,10	20	—	—	0,07	20
BhJa	—	—	0,13	26	—	—	0,09	26
BhJd	3,92	24	—	—	—	—	—	—
BhMb	—	—	—	—	0,04	4	0,01	4
BhNa	—	—	—	—	<0,01	<1	<0,01	<1
BhNb	—	—	—	—	0,33	31	0,11	31
BhCaMa	—	—	—	—	0,12	11	0,04	11
Bn	—	—	0,01	1	0,26	25	0,09	26
BnHa	—	—	—	—	0,08	7	0,03	7
Bo	0,06	<1	0,46	93	0,23	21	0,39	114
BoDj	—	—	0,15	29	0,30	28	0,20	57
BoGn	—	—	0,06	12	—	—	0,04	12
BoMb	—	—	0,03	7	—	—	0,02	7
BoMe	1,94	12	0,11	22	0,58	54	0,26	76
BoNa	1,77	11	1,73	345	2,03	190	1,82	535
BoNb	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
BoDjMe	—	—	0,37	75	—	—	0,26	75
Bp	1,07	6	0,24	47	0,10	9	0,19	56
Bq	0,68	4	0,06	12	<0,01	<1	0,04	12
BqDb	—	—	—	—	0,07	7	0,02	7
BqMe	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
BqNb	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
Ca	0,25	1	0,07	14	0,06	6	0,07	20
CaDa	—	—	—	—	0,06	5	0,02	5
CaDb	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
CaGa	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
CaGb	—	—	—	—	0,01	<1	<0,01	<1
CaGn	—	—	0,10	20	—	—	0,07	20
CaIa	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
CaIn	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
CaJd	—	—	0,17	34	0,01	<1	0,12	35
Cb	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLEAU I (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
CbIa	2,57	16	—	—	—	—	—	—
Cc	—	—	0,04	8	—	—	0,03	8
Da	—	—	0,16	33	0,32	30	0,22	63
DaFa	—	—	—	—	0,43	40	0,14	40
DaGb	—	—	—	—	<0,01	<1	<0,01	<1
DaHb	—	—	0,03	7	—	—	0,02	7
DaJb	—	—	—	—	0,23	22	0,07	22
DaJd	—	—	—	—	0,05	5	0,02	5
DaKa	—	—	0,82	164	—	—	0,56	164
DaLx	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
DaMa	—	—	—	—	0,06	6	0,02	6
Db	1,31	8	0,11	21	0,08	8	0,10	29
DbGb	—	—	—	—	0,05	5	0,02	5
DbIa	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
DbJa	—	—	0,01	1	0,26	25	0,09	26
DbJd	—	—	0,01	2	—	—	0,01	2
Dj	—	—	0,36	72	0,36	34	0,36	106
DjGa	—	—	—	—	0,04	4	0,01	4
DjGb	—	—	1,80	359	0,06	6	1,24	365
DjGn	—	—	0,05	10	—	—	0,03	10
DjHc	—	—	0,41	82	0,05	4	0,29	86
DjIa	—	—	0,01	1	—	—	<0,01	1
DjJa	—	—	0,02	5	—	—	0,02	5
DjJb	—	—	0,02	4	0,18	17	0,07	21
DjJd	—	—	0,81	161	0,31	29	0,65	190
DjKc	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
DjLa	—	—	0,02	4	—	—	0,01	4
DjLc	—	—	—	—	0,05	4	0,01	4
DjLx	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
DjMa	—	—	—	—	0,38	35	0,12	35
DjMb	—	—	0,03	6	0,19	18	0,08	24
DjMe	—	—	0,04	7	0,09	8	0,05	15
DjNa	—	—	1,25	250	—	—	0,85	250
Fa	—	—	0,02	5	0,73	68	0,24	73
FaIn	—	—	0,02	4	—	—	0,01	4
FaJb	—	—	—	—	0,01	<1	<0,01	<1
FaJd	—	—	—	—	0,34	31	0,11	31
Ga	—	—	3,21	640	7,61	713	4,61	1353
GaGb	—	—	—	—	0,10	10	0,03	10
GaJa	—	—	—	—	0,06	5	0,02	5
GaMb	—	—	0,04	7	0,07	7	0,05	14

TABLEAU I (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N + S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
Gb	—	—	1,57	313	1,15	108	1,44	421
GbJa	—	—	—	—	0,70	65	0,23	65
GbJc	—	—	—	—	0,17	16	0,06	16
GbJd	—	—	0,05	10	1,57	147	0,54	157
GbNa	—	—	0,02	4	—	—	0,01	4
GbJdMa	—	—	—	—	0,04	4	0,01	4
Gn	—	—	0,08	17	—	—	0,06	17
GnIa	—	—	0,21	43	—	—	0,15	43
Ha	0,03	<1	0,02	3	0,22	20	0,08	23
HaKa	—	—	0,02	4	—	—	0,01	4
HaKb	—	—	—	—	0,08	8	0,03	8
Hb	0,05	<1	0,14	28	—	—	0,10	28
HbKa	—	—	0,04	7	—	—	0,03	7
Hc	—	—	0,01	3	0,03	3	0,02	6
HcNa	—	—	—	—	0,04	3	0,01	3
Hd	—	—	—	—	—	—	—	—
Ia	—	—	0,02	3	—	—	0,01	3
In	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
Ja	9,73	59	2,34	568	3,47	326	3,05	894
JaJc	—	—	—	—	<0,01	<1	<0,01	<1
JaJd	—	—	0,23	47	0,50	46	0,32	93
JaLa	—	—	—	—	1,24	117	0,40	117
JaMb	—	—	0,05	10	—	—	0,04	10
JaNa	—	—	0,29	58	—	—	0,20	58
JaNb	—	—	—	—	0,13	12	0,04	12
JaLaMe	—	—	—	—	0,30	28	0,10	28
Jb	7,99	48	0,02	5	0,12	11	0,05	16
JbJc	0,54	3	—	—	0,01	1	<0,01	1
JbJd	0,65	4	—	—	0,07	6	0,02	6
JbKa	—	—	—	—	0,04	4	0,01	4
JbMa	—	—	—	—	0,06	6	0,02	6
Jc	0,86	5	3,63	725	0,71	67	2,70	792
JcKc	—	—	0,76	151	0,12	11	0,55	162
JcLc	—	—	—	—	0,75	70	0,24	70
JcLm	0,95	6	—	—	—	—	—	—
JcMa	—	—	—	—	0,03	3	0,01	3
JcMe	—	—	—	—	0,31	29	0,10	29

TABLEAU I (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
Jd	0,13	<1	0,77	153	1,84	172	1,11	325
JdKb	1,19	7	—	—	—	—	—	—
JdKc	—	—	—	—	0,01	<1	<0,01	<1
JdLc	—	—	—	—	2,03	191	0,65	191
JdLn	—	—	—	—	0,22	21	0,07	21
JdMe	—	—	—	—	0,12	12	0,04	12
JdNa	—	—	—	—	0,10	10	0,03	10
JdLcMe	—	—	—	—	0,41	38	0,13	38
Ka	—	—	0,21	43	0,61	58	0,34	101
KaLm	—	—	0,02	4	—	—	0,02	4
KaLs	—	—	—	—	0,04	4	0,01	4
KaLt	—	—	0,06	12	0,06	6	0,06	18
KaLx	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
Kb	4,56	28	0,20	39	0,10	9	0,16	48
Kc	0,06	<1	0,35	70	0,92	87	0,53	157
KcLa	—	—	0,02	4	1,58	148	0,52	152
KcLb	—	—	—	—	0,08	7	0,02	7
KcLc	—	—	—	—	1,45	136	0,46	136
KcLn	0,48	3	0,35	69	0,64	60	0,44	129
KcLx	—	—	0,04	7	0,95	89	0,33	96
KcLaNa	—	—	—	—	0,25	23	0,08	23
La	—	—	0,30	60	13,11	1229	4,40	1289
LaLc	—	—	—	—	0,07	6	0,02	6
LaLl	—	—	—	—	0,80	75	0,26	75
LaNa	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
Lb	0,42	3	0,70	140	1,27	119	0,88	259
LbNa	—	—	0,53	106	0,84	78	0,63	184
Lc	—	—	1,59	317	5,37	504	2,80	821
LcNa	—	—	—	—	0,07	6	0,02	6
Ll	—	—	1,08	216	0,86	80	1,01	296
Lm	1,39	8	0,29	57	0,02	2	0,20	59
Ln	8,96	54	1,09	217	1,00	94	1,06	311
LnNa	—	—	0,10	20	—	—	0,07	20
Ls	0,19	1	0,04	8	0,62	58	0,23	66
LsLt	—	—	—	—	0,07	7	0,02	7
Lt	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2

TABLEAU I (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
Lx	17,34	105	0,78	156	1,83	172	1,11	328
LxNa	—	—	0,03	6	—	—	0,02	6
Ma	—	—	—	—	0,41	38	0,13	38
Mb	—	—	0,14	28	0,01	1	0,10	29
Mc	—	—	0,17	33	—	—	0,11	33
Md	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
Me	—	—	0,08	16	—	—	0,05	16
MeNb	—	—	0,08	16	—	—	0,05	16
Na	—	—	0,09	18	—	—	0,06	18
Nb	0,32	2	0,30	59	0,25	24	0,28	83
Oa	—	—	0,01	1	0,02	2	0,01	3
Eau	0,06	<1	0,32	63	1,70	159	0,76	222

TABLEAU II

Pourcentage des surfaces totales et surface en milliers de kilomètres carrés occupé par chacun des éléments d'unités cartographiques

Madagascar
N Afrique continentale au nord de l'équateur
S Afrique au sud de l'équateur
C Afrique continentale entière (N + S)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
Aa	—	—	2,12	423	0,04	4	1,46	427
Ab	—	—	0,90	180	—	—	0,62	180
Ab'	—	—	0,65	130	—	—	0,44	130
Ac	—	—	7,20	1437	1,58	148	5,40	1585
An	—	—	6,78	1353	0,72	67	4,84	1420
Ao	—	—	0,84	167	—	—	0,57	167
Ap	—	—	10,34	2062	—	—	7,03	2062
Ap'	—	—	0,97	195	—	—	0,66	195
Ar	—	—	10,16	2027	0,45	42	7,05	2069
Ba	—	—	0,12	23	0,03	2	0,09	25
Bb	0,60	4	0,16	33	0,20	19	0,18	52
Bc	0,21	1	4,44	887	5,60	525	4,80	1412
Bc'	—	—	0,37	73	0,96	90	0,56	163
Bd	19,61	119	5,01	999	7,62	715	5,84	1714
Bf	—	—	9,02	1800	2,17	204	6,83	2004
Bh	1,96	12	0,15	31	0,47	44	0,25	75
Bn	—	—	0,01	1	0,33	31	0,11	32
Bo	1,91	12	1,80	360	1,68	157	1,76	517
Bp	1,07	6	0,24	47	0,10	9	0,19	56
Bq	0,68	4	0,06	12	0,04	4	0,05	16
Ca	0,25	1	0,59	118	0,18	17	0,46	135
Cb	1,29	8	—	—	—	—	—	—
Cc	—	—	0,36	72	—	—	0,25	72
Da	—	—	0,63	125	0,95	89	0,73	214
Db	1,31	8	0,13	26	0,31	29	0,19	55
Dj	—	—	2,84	567	1,33	125	2,36	692

TABLEAU II (*suite*)

Unité	Madagascar		Continent					
			N		S		N+S	
	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$	%	$10^3 km^2$
Fa	—	—	0,08	16	1,12	105	0,41	121
Ga	—	—	3,46	691	8,75	820	5,15	1511
Gb	—	—	3,42	683	4,11	385	3,64	1068
Gn	—	—	0,63	125	—	—	0,43	125
Ha	0,03	<1	0,03	5	0,33	31	0,12	36
Hb	0,05	<1	0,30	60	—	—	0,20	60
Hc	—	—	0,22	43	0,08	7	0,17	50
Hd	—	—	—	—	0,02	2	0,01	2
Ia	1,29	8	0,17	35	—	—	0,12	35
In	—	—	0,12	24	0,09	9	0,11	33
Ja	9,88	60	3,34	667	5,09	477	3,90	1144
Jb	9,62	58	0,04	7	0,42	40	0,16	47
Jc	1,66	10	4,25	847	1,43	134	3,35	981
Jd	6,28	38	2,53	504	6,60	619	3,83	1123
Ka	—	—	0,70	139	0,82	76	0,74	215
Kb	5,15	31	0,46	92	0,15	14	0,36	106
Kc	0,30	2	1,13	225	3,96	371	2,03	596
La	—	—	0,37	74	15,29	1434	5,14	1508
Lb	0,42	3	0,97	193	1,73	162	1,21	355
Lc	—	—	1,68	336	10,06	944	4,36	1280
Ll	—	—	1,08	216	1,26	118	1,14	334
Lm	1,87	11	0,41	81	0,02	2	0,28	83
Ln	9,21	56	2,63	525	1,73	162	2,34	687
Ls	0,19	1	0,04	8	0,76	71	0,27	79
Lt	—	—	0,03	6	0,16	15	0,07	21
Lx	22,93	139	2,42	483	5,41	508	3,38	991
Ma	—	—	—	—	0,78	73	0,25	73
Mb	—	—	0,21	42	0,51	48	0,31	90
Mc	—	—	0,17	33	—	—	0,11	33
Md	—	—	<0,01	<1	—	—	<0,01	<1
Me	0,97	6	0,48	96	0,79	74	0,58	170
Na	0,88	5	2,07	412	1,63	153	1,93	565
Nb	0,32	2	0,34	67	0,48	45	0,38	112
Oa	—	—	0,01	1	0,02	2	0,01	3
Eau	0,06	<1	0,32	63	1,70	159	0,76	222

INDEX

*Pour les noms d'*auteurs, *on se réfèrera à l'Avant-Propos (p. 9) et aux Bibliographies (pp 25, 47, 218, et 281), pour les noms des* pays, *on consultera les chapitres 2 et 3, dûment indexés, de la quatrième partie (pp 285-288 et 290-294).*

A

Accumulation, zones d', 28
Aleurite, 107
Allophane, 92
Alpins, plissements, 26
Andept, 93
Approximations, méthode des, 12
Aquerts, 80
Aquods, 85
Arachide, 100
Aridisols, 61
Atlas, 24, 30

B

Bananes, 93, 125, 126
Basaltes, 23
Basiques, venues, 21
Bassins tectoniques, 26
Bénoué, 22
Bio-rhexistasie, 39
Bruns, sols,
  arides et subarides, 87
    régions tropicales sur sables, 88, 154
      non différenciés, 89, 155
    régions méditerranéennes, 91
  calcaires, 77, 142
  eutrophes
    non différenciés, 94
    sur dépôts alluvionnaires, 94
    sur efflata, 92, 156
    sur roches riches en min. ferromagn. 93, 158
  méditerranéens, 97, 160

C

Cacao, 94, 128
Café, 93, 112, 118, 128
Canne à sucre, 82, 121, 125, 128
Carapaces calcaires, 56
Cartes
  détaillées, 74
  générales, 14
Céréales, 82, 87, 97
Chari, 59
Chasse, réserves de, 68
Chotts, 122
Climats
  distribution, 30
  régionaux, 29
  répartition zonale, 26
  variations au cours du Pleistocène, 38
Colluvionnement, apports par, 27
Complexes caténaires, 115
Complexe de base, 20, 24, 57, 101
Concrétions
  calcaires, 91, 135
  ferro-manganiques, 86
  ferrugineuses, 65, 99
Continental
  intercalaire, 22
  terminal, 22
Coton, 82, 121, 119
Couvert végétal
  action protectrice, 40
  fixation de matériaux originels, 41
Croûte calcaire, 56, 66, 133
  sols à, 78, 143
Cuirasses ferrugineuses, 23, 26, 54, 101, 119
  démantèlement, 39, 42, 65
  enfouies, 27
  tertiaires, 46

D

Dattier, 76
Décapage par érosion, 27
Départ, zones de, 28
Dépôts alluvionnaires, 23
  colluvionnaires, 27
Dépressions continentales, 26, 28
Désalinisation, 85
Déserts, 41, 58
Désert pavement (regs), 60
Displuvial, 39
Dolines, 97
Drainage externe, 27

E

Encens, 70
Endoréisme, 28

Entisols, 61
Ergs, 58
Érosion 36, 68, 87, 102, 128
Exoréisme, 28
Extrapolations, 15, 81

F

Fentes de retrait, 80
Ferrallitiques, sols, 109
  à horizon sombre, 117, 176
  humifères, 116, 175
  jaunes et rouges sur mat. originels divers, 118
  jaunes non différenciés, 112, 172
    sur sédiments plus ou moins argileux 112, 170
    sur sédiments sableux, 110, 169
  rouges non différenciés, 115
    sur roches riches en min. ferromagn. 114, 173
    sur sédiments sableux, 114
Ferrisols, 42, 104
  humifères, 106, 166
  non différenciés, 107, 168
  sur roches riches en min. ferromagn. 107, 167
Ferrugineux tropicaux, sols, 42, 43, 98
  non différenciés, 103
  sur mat. orig. sableux, 99, 161
  sur roches cristallines acides, 101, 164
  sur roches riches en min. ferromagn. 100, 163
Feux, 40, 42, 65, 126
Filiation, 43
Forêts, 40, 42
Fractures, 25
Frange sédimentaire côtière, 28, 111

G

Gels, 80, 105
Gibbsite, 99, 110
Gilgai, 80
Gomme d'Arabie, 70
Gypse, sols à, 79

H

Halomorphes, sols, 42, 43
  non différenciés, 119, 123
Hautes plaines, 24
Hévéa, 112, 119
Highveld pseudo-podsolic soils, 86, 153
Hydromorphes, sols
  minéraux, 42, 124
organiques, 125, 180

I

Illite, 66, 86
Inceptisols, 77
Isopluvial, 39

J

Jachères, 103, 112, 119
Jeunes, sols
  sur alluvions fluviales et lacustres, 42, 72
  sur dépôts fluvio-marins, 74, 139
  sur efflata, 71, 138
  sur sables éoliens, 75

K

Kalahari, 22, 66, 89, 111
Kaolinite, 105, 109
Karroo, 21

L

Légumes, 76, 97, 126
Lessivés, sols, 86, 153
Lithosols
  non différenciés, 67
  sur carapaces calcaires, 65, 133
  sur cuirasses ferrugineuses, 63
  sur laves, 62
  sur roches riches en min. ferromagn., 63
Lunettes, 122

M

Machongos, 126
Mangrove, 74, 126
Matériaux originels, 38, 43
Minéraux altérables, 44-46
Mollisols, 77
Montmorillonite, 66, 80, 86

N

Nappes
  de gravats, 43
  de recouvrement, 40, 109
Niger, 22
Non-sols, 19

O

Oasis, 59, 75, 140
Organiques non hydromorphes, sols, 126, 181

Oscillations thermiques, 27
Oxisols, 110

P

Paléosols, 40, 54, 60
Palmier à huile, 112, 119
Papyrus, 126
Pâtures, 66, 68, 70, 82, 93
Pédiplanation, 25
Pédogenèse, 19, 27, 34, 40, 43
Pentes, orientation, 27
Peu évolués sur mat. meubles non récents, sols, 70, 136, 137
Phragmites, 126
Plaines
  alluviales, 28
  argileuses, 59
Plateau continental, 25
Podzols, 85, 151
Polygénétiques, matériaux, 28, 41, 109
Profil tronqués, 40
Profils-type, 133

Q

Quinquina, 107

R

Rapport Si02/A1203, 99, 105, 110
Réafforestation, 65
Réjuvénation, 92, 109
Regs, 60
Rendollic eutrochrepts, 77
Rendolls, 77
Rendzines, 77, 141
Revêtements argileux, 105
Rhizophora, 74, 126
Relief tertiaire, 26
Réserve minérale, 80, 88, 92, 105, 110, 119
Résines, 70
Rhodustalf, 96
Rift, 25
Riz, 75, 125
Roches non différenciées, 57
Roches riches en minéraux ferromagnésiens, 53
Rosée, 71
Rouges méditerranéens, sols, 96, 159

S

Sables éoliens, 23, 66, 86
Savane, 40, 42, 119
Salins, sols, 121, 179
Schistes, 20
Sebkhas, 122
Sédiments primaires, 21
  secondaires, 21
  tertiaires, 22
  quaternaires, 23
Self mulching, 80
Slickensides, 80
Solifluction, 44, 81, 82
Solonetz, 120, 178
Solutions vasculaires, 41
Steppes, 41
Stone line, 43
Subdésertiques, sols, 69, 134, 135
Sulfures, 74, 126
Superficies, 19, 42, 194
Surfaces tertiaires, 23

T

Takyrs, 121
Température du sol, 35
Termites, 39
Tertiaire,
  surface, 23, 26
  relief, 26
Thé, 107, 118
Translation, zones de, 28
Typustalfs, 97

U

Ultisols, 105, 110
Ultustalfs, 99
Usterts, 80

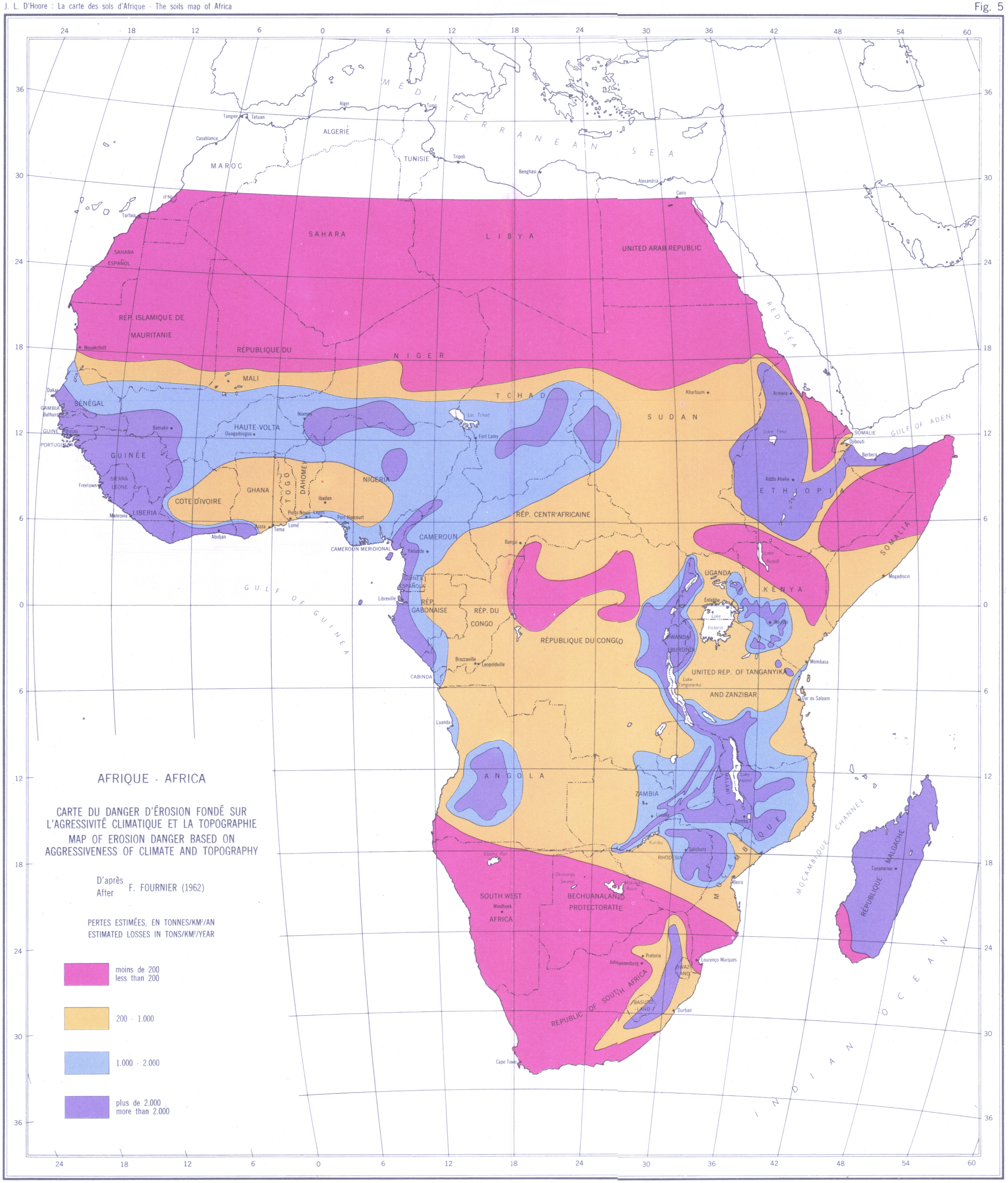
V

Vertisols, 42, 43, 79
  des dépressions topographiques, 83, 146
  dér. de roches calcaires, 82, 145
  dér. de roches riches en min. ferromagn., 80, 143
Vigne, 57, 76, 97
Volcaniques, îles, 24, 53

IMPRIMÉ EN BELGIQUE

(B 330) Imprimerie Ceuterick, s.c., 153, rue de Bruxelles, Louvain
Dir. L. Pitsi, 25, rue Dagobert, Louvain (Belgique)

4117-5



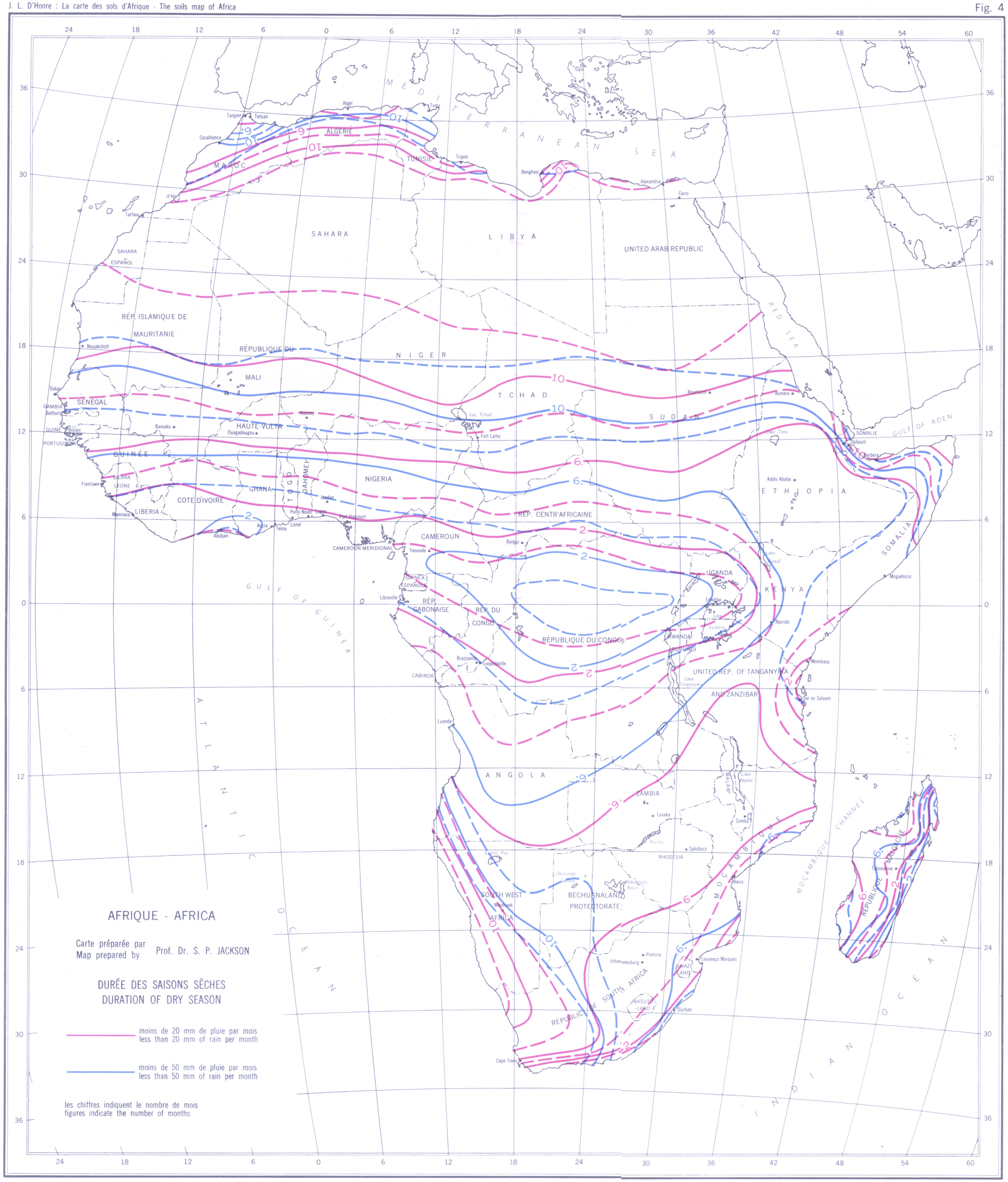
University of the Witwatersrand

Institut Géographique Militaire - Bruxelles 1964

KILOMÈTRES 200 100 0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 KILOMETRES

1:30,000,000

4117-4



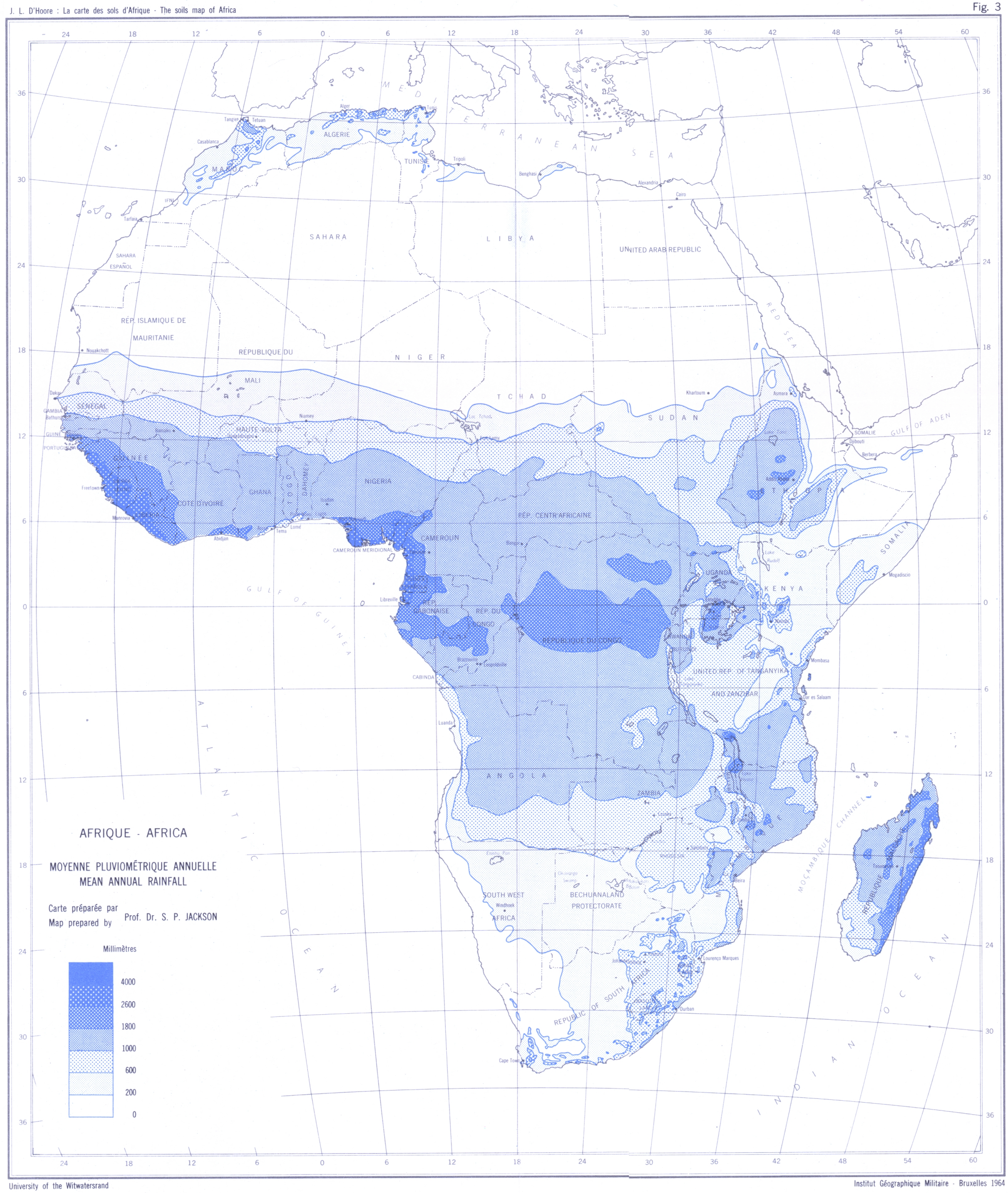
University of the Witwatersrand

Institut Géographique Militaire - Bruxelles 1964

4117 - 3

J. L. D'Hoore : La carte des sols d'Afrique - The soils map of Africa

Fig. 3



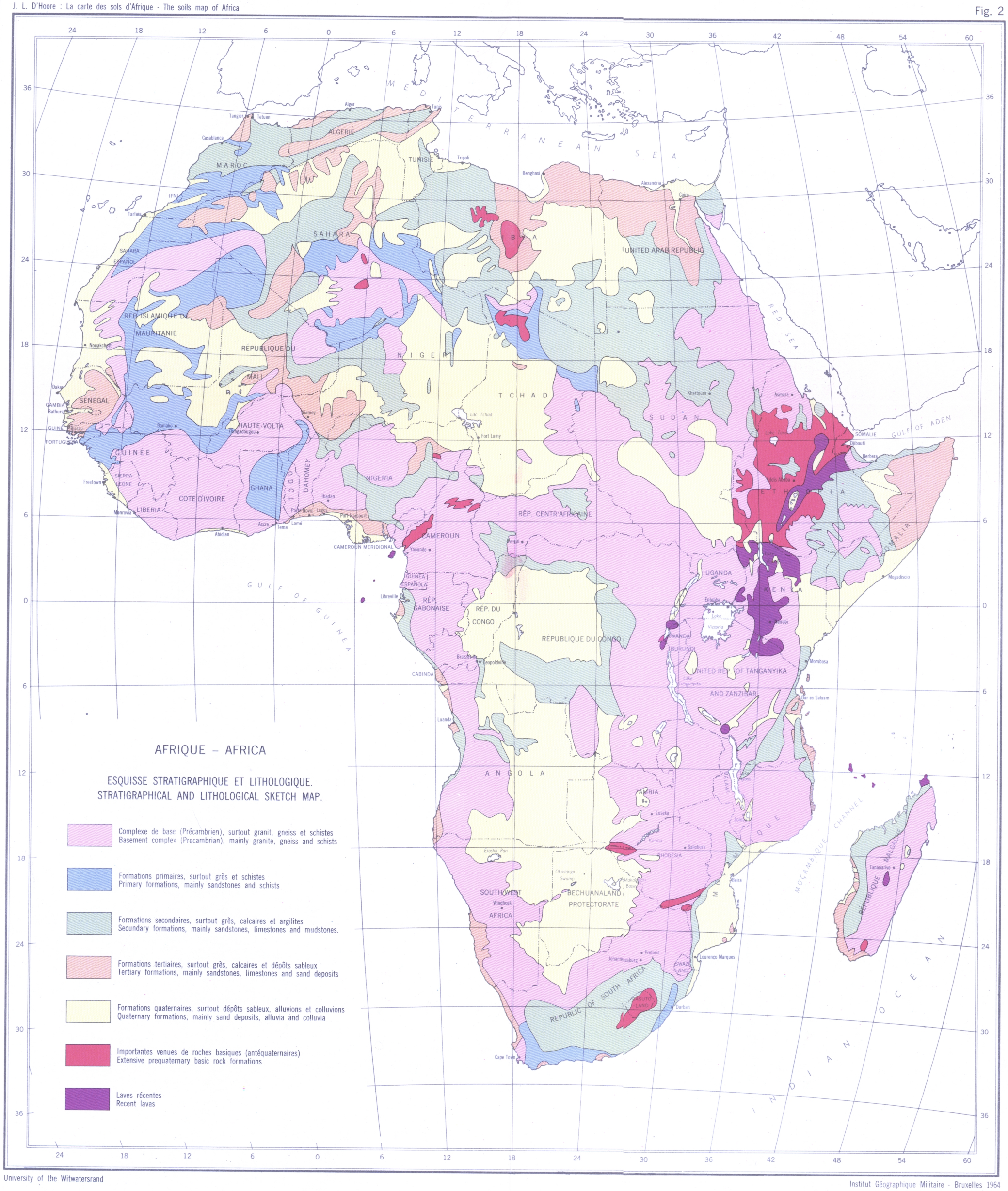
University of the Witwatersrand

Institut Géographique Militaire - Bruxelles 1964

417-2

J. L. D'Hoore : La carte des sols d'Afrique - The soils map of Africa

Fig. 2



University of the Witwatersrand

Institut Géographique Militaire - Bruxelles 1964

4117-1

Fig. 1

J. L. D'Hoore : La carte des sols d'Afrique - The soils map of Africa

Institut Géographique Militaire - Bruxelles 1964

University of the Witwatersrand

KILOMÈTRES 200 100 0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 KILOMETRES

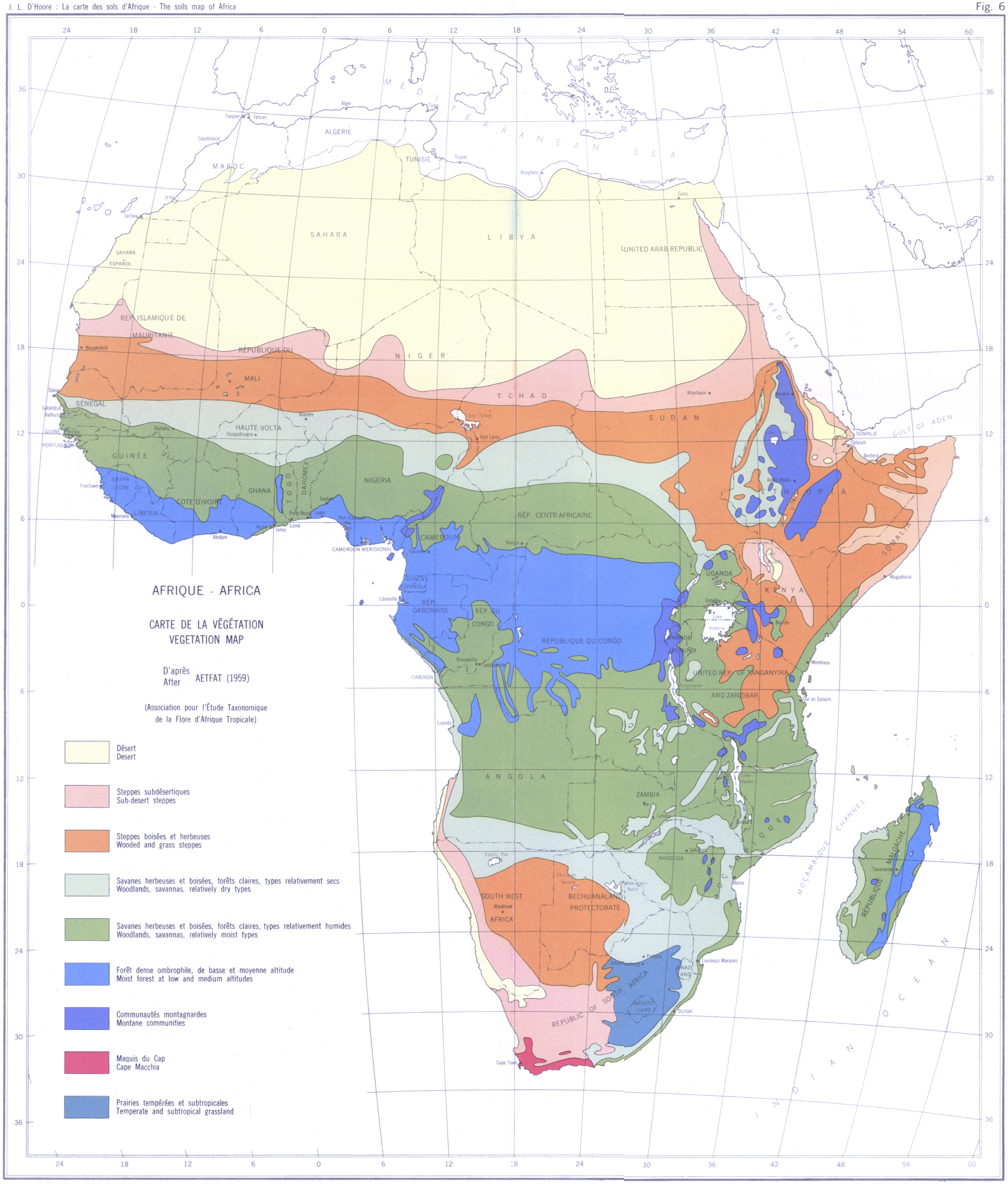
1:30,000,000

30x36

4117-6

J. L. D'Hoore : La carte des sols d'Afrique - The soils map of Africa

Fig. 6



University of the Witwatersrand

Institut Géographique Militaire - Bruxelles 1964

KILOMÈTRES 200 100 0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 KILOMETRES

1:30,000,000