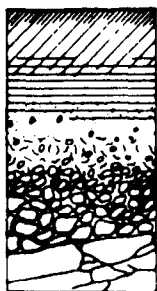


NOTICE EXPLICATIVE
N° 82

A. LÉVÊQUE

CARTE PÉDOLOGIQUE DU TOGO
A 1/200 000

Socle granito-gneissique limité à l'ouest et au
nord par les Monts Togo



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER



PARIS 1979

NOTICE EXPLICATIVE
N° 82

CARTE PÉDOLOGIQUE DU TOGO
A 1/200 000

Socle granito-gneissique limité à l'ouest et au
nord par les Monts Togo

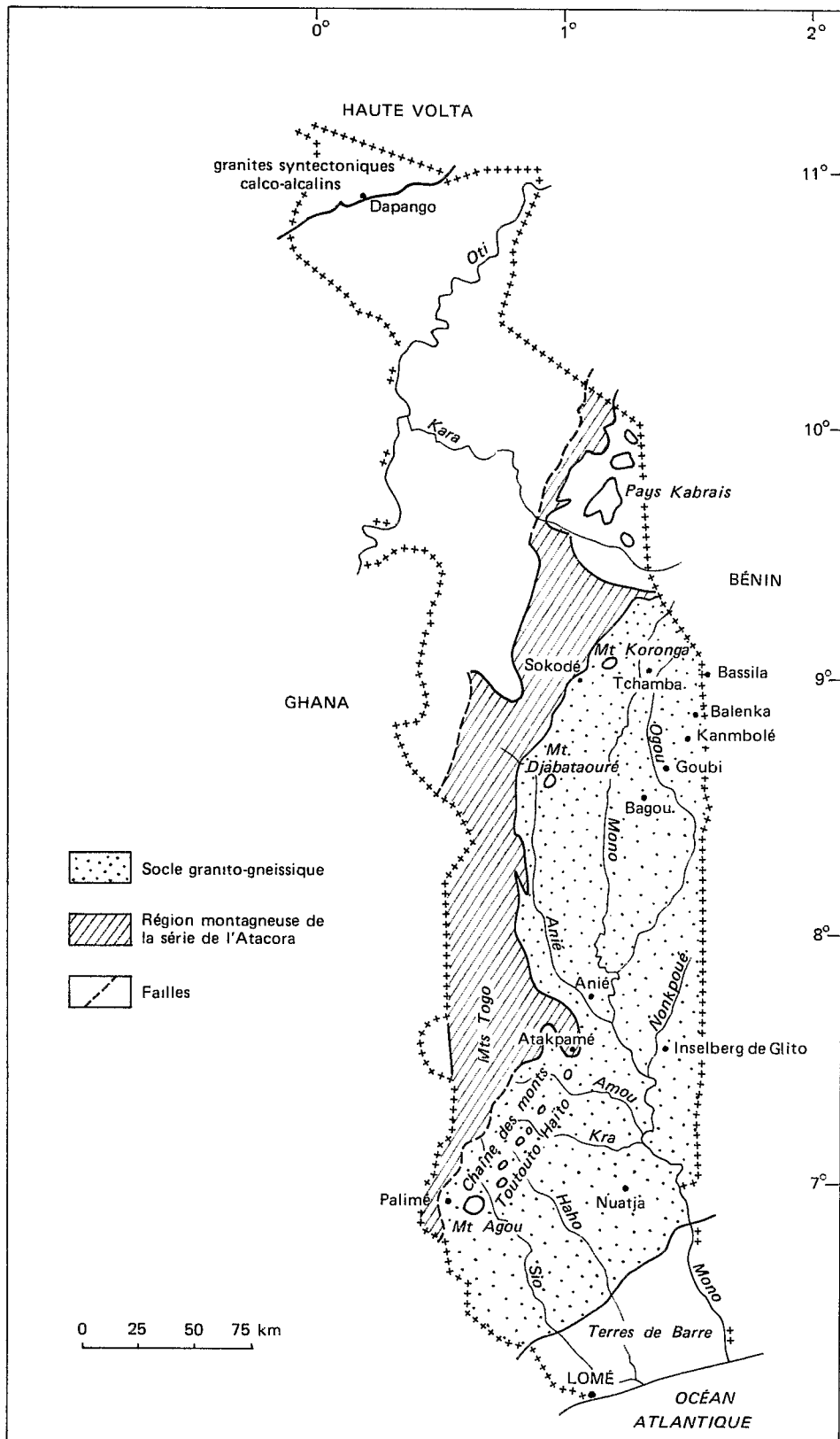
par
André LÉVÊQUE

ORSTOM
PARIS
1979

© ORSTOM 1979
ISBN 2.7099-0552-3

SOMMAIRE

INTRODUCTION-	1
I – LE MILIEU NATUREL	3
– La géologie.	3
– Le climat	5
– Le modelé	9
– Les matériaux originels	13
– La végétation	14
– L'érosion et l'action de l'homme	16
– L'agriculture	17
II – LES SOLS	19
– Les grands processus de la pédogenèse	19
– Principes de la classification des sols	27
– Etude monographique des sols	28
1– Classe des sols minéraux bruts	28
2– Classe des sols peu évolués	29
3– Classe des vertisols et des paravertisols	34
4– Classe des sols à mull	36
5– Classe des sols à sesquioxides de fer	37
6– Classe des sols ferrallitiques	59
7– Classe des sols hydromorphes	68
CONCLUSION	73
BIBLIOGRAPHIE	75



INTRODUCTION

GÉNÉRALITÉS

Le socle granito-gneissique couvre, avec près de 27.000 km², environ la moitié de la superficie du Togo. Il se répartit en trois ensembles d'étendue inégale :

- la partie togolaise de la pénéplaine granitique de Haute-Volta, à l'extrême nord-ouest (1 150 km²),
- le Pays Kabrais, entre 9° 20' et 10° 05' de latitude nord, encadré par la chaîne atacorienne et dominé en son centre par un massif basique (1 700 km²),
- la région dite des « Plateaux » limitée au sud par les Terres de Barre et la frontière ghanéenne, à l'ouest et au nord par la chaîne atacorienne des Monts Togo, et à l'est par la frontière dahoméenne (24 000 km²).

Cette dernière région a fait l'objet d'une cartographie à l'échelle de 1/200 000 dont traite la présente notice. La carte jointe comprend trois coupures. La première coupure couvre le socle au nord du 8ème parallèle et correspond partiellement aux feuilles I.G.N. de FAZAO, SOKODE et DJOUGOU. La seconde concerne les régions situées entre le 7ème et le 8ème parallèles (feuilles I.G.N. BADOU et ABOMEY) et la troisième, le sud du socle entre le 7ème parallèle et les Terres de Barre (feuille PALIME et LOME).

L'établissement de la carte de cette région naturelle des « Plateaux » rentre dans le cadre de l'inventaire systématique des sols du Togo, travail entrepris par la section de Pédologie du Centre de LOME de l'O R S T O M. Cet inventaire s'est déjà concrétisé, après de nombreuses études locales détaillées, par la publication en 1969, de la Carte Pédologique à 1/1 000 000 (M. LAMOUREUX, 1969).

Les prospections débutèrent en 1968 pour se terminer en 1972. Elles furent menées conjointement à une étude générale de la pédogenèse du socle granito-gneissique et donnèrent lieu à l'observation de près de 6 000 fosses pédologiques.

Les analyses d'échantillons de sols furent effectuées soit au laboratoire du Centre O.R.S.T.O.M. de LOME, soit aux Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M. pour les déterminations minéralogiques des argiles.

Le fond topographique est constitué des documents suivants : carte I.G.N. à 1/200 000 de l'Afrique de l'Ouest — feuilles de DJOUGOU, FAZAO, SOKODE, BADOU, ABOMEY, PALIME et LOME — et coupures I.G.N. à 1/50 000. La couverture aérographique I.G.N. est à l'échelle de 1/65 000 pour le Nord du 7ème parallèle (missions NC 31-VIII, NC 31-I, NC 31-II, NB 31-XIX et NB 31-XX) et à 1/30 000 pour le Sud du 7ème parallèle (missions NB 31-XIII-300 et NB 31-XIV-300).

REMARQUE

Bien que la densité des observations soit assez élevée pour une cartographie à une telle échelle, plusieurs points méritent d'être soulignés.

1. L'observation stéréoscopique ou directe des photographies aériennes est certes, d'une aide précieuse quand il s'agit, en conclusion du travail, de tracer sur la carte, les limites des différentes unités de cartographie pédo-

logique. Cependant, cette procédure repose sur le postulat que, pour des situations topo-géomorphologiques semblables, pour une même roche-mère, et pour une même image de la surface du terrain (aspect de la végétation, grisé, degré d'homogénéité de la nuance, distribution des axes de drainage, etc...), on a les plus grandes chances d'avoir à faire à des sols semblables. Ceci peut être entièrement faux et l'on pourrait citer de nombreux cas de confusion a priori, au seul vu des clichés aériens, entre des sols très différents : sols ferrugineux à cuirasse peu profonde et vertisols par exemple.

D'autre part, l'action humaine, telle qu'elle affecte, entre autres, cette région naturelle d'une façon intense depuis plusieurs siècles (ou pour le moins depuis plusieurs dizaines d'années) a profondément altéré la physionomie du couvert superficiel des formations pédologiques, soit par des défrichements épisodiques et anarchiques, soit par des feux de brousse. Dans ces conditions, les photographies aériennes traduisent très difficilement les traits fondamentaux de la pédogenèse. La difficulté d'interprétation arrive à son maximum quand il s'agit de damiers de champs à divers stades d'exploitation ou de jachère, comme on peut en observer en de nombreuses régions.

2. Le socle granito-gneissique, dans la région des « Plateaux » se révèle d'une remarquable hétérogénéité dans les trois dimensions. Il n'est pas rare de trouver côte à côte, en une même situation dans le paysage, par exemple : un sol ferrugineux lessivé à concrétions et un sol ferrallitique peu désaturé remanié faiblement rajeuni ou pénévolué selon que la roche-mère est un gneiss leucocrate massif ou une passée d'amphibolite diaclasée. Un sol ferrugineux hydromorphe sur recouvrement colluvial argilo-sableux peut voisiner avec un vertisol sur hornblendite, etc...

Il semble bien que l'hétérogénéité lithologique ne soit pas seule en cause et qu'un autre facteur, d'appréciation fort difficile malheureusement, joue un rôle plus important qu'on ne le soupçonne. Il s'agit du drainage profond susceptible d'orienter la pédogenèse et qui dépend de la densité des diaclases, fissures et fractures de ce socle à tectonique cassante.

3. Enfin, comme le note MAIGNIEN (1969), « la cartographie pédologique a ceci d'essentiel qu'elle permet de mettre en évidence des unités dont l'homogénéité est déterminée par un ensemble de facteurs généraux liés au climat, à la géologie, à la physiographie, à la végétation et à l'action humaine ». Ce caractère a pour corollaire le fait que toute carte pédologique, aussi nombreuses les observations de profils puissent être, comprend toujours un degré de généralisation.

En conclusion, l'attention doit être attirée sur trois conséquences :

- même avec une densité de plus de 2 500 profils observés par degré carré (environ 12.000 km²), la carte présentée ne peut être tenue que pour un document de première approximation.
- à l'intérieur de chaque contour délimitant, d'après la légende, une seule unité pédologique, il est bien évident qu'en fait, nous avons affaire, dans de nombreux cas, à une association de plusieurs catégories de sols. L'une de ces catégories est cependant dominante, occupant entre 70 et 85 % de la superficie totale. Cette notion d'association avec dominance sera précisée dans l'étude monographique des sols.
- tout projet de mise en valeur devra, en se fondant sur la carte à 1/200 000 pour faire un choix préliminaire, s'étayer de prospections complémentaires à échelle plus fine.

- I -
LE MILIEU NATUREL

LA GÉOLOGIE

Le socle granito-gneissique appartient dans sa presque totalité à la même série, définie par ROQUES (1946, in AICARD, 1957) sous le nom de Dahomeyen. Toutefois, dans la région de Sokodé, où le passage à la chaîne des Monts Togo s'effectue graduellement, le substrat de la pénéplaine est constitué d'une puissante série de quartzites et de micaschistes : l'Atacorien. Il semble que les limites de ces dernières formations débordent vers le sud-est et vers l'est, celles que leur assigne la carte d'AICARD dressée à l'échelle de 1/500 000. Il serait donc plus convenable, de faire référence à un socle granito-cristallophyllien pour la région étudiée, mais le terme granito-gneissique, consacré par l'usage, sera conservé.

1. Série du Dahomeyen

Le Dahomeyen représente une partie d'une zone mobile au flanc du vieux craton d'Afrique Occidentale. D'après les données recueillies par plusieurs auteurs et synthétisées par GRANT (1969), cette zone mobile s'est déprimée, a accueilli des formations sédimentaires et volcano-sédimentaires, a été métamorphosée, granitisée et à son tour, cratonisée lors de la grande orogénie panafricaine de 700 à 500 M.A. La série du Dahomeyen comprend, en outre, des noyaux anciens respectés, vieux de 2 000 à 2 600 M.A.

Les formations métamorphosées ou granitisées présentent une orientation SSO-NNE avec des pendages voisins de 90°.

AICARD (1957) a reconnu dans cette série, six groupes, classés les uns par rapport aux autres d'après leur métamorphisme. Une dizaine de faciès principaux sont distingués, qui sont les suivants :

- des micaschistes, parfois feldspathiques, à biotite et à muscovite (groupe d'Alamagney) ;
- des paragneiss à muscovite seule (groupe d'Agbandi), présentant un faciès clair et se classant très fréquemment dans les leptynites ;
- des gneiss à deux micas (groupe d'Agbandi), où l'on trouve des grenats, de l'épidote et de la zoïzite, plus grossiers que les précédents.

Par rapport aux autres formations du socle, ces trois premiers faciès sont, en général, moins profondément altérés.

- des orthogneiss mélanocrates à amphibole (hornblende verte) et à biotite (groupe d'Anié). Ils sont cantonnés dans un seul massif à 800 km², au confluent de l'Anié et du Mono ;
- des orthogneiss à muscovite abondante et à biotite (groupe d'Anié). Ils sont peu représentés. Très fracturés, ils donnent à l'affleurement, des chaos rocheux. L'altération de ces gneiss est moins aisée que celle des orthogneiss mélanocrates ;
- des gneiss plagioclasiques à biotite (groupe de l'Ofé) ;
- des gneiss plagioclasiques à biotite et amphibole (hornblende verte), également du groupe de l'Ofé. Ce sont des gneiss mélanocrates, d'extension beaucoup plus large que celle du faciès précédent. Ils présentent de grandes analogies avec le faciès mélanocrate du groupe d'Anié, mais ils sont plus acides et plus riches en quartz ;

– des orthogneiss à pyroxènes avec ou sans amphibole (groupe du Kabrais). Ils sont mélanocrates et pauvres en quartz. Les pyroxènes sont l'augite et l'hypersthène. Les amphiboles, quand elles sont présentes, sont la hornblende verte et l'actinote. Les feldspaths, plus ou moins abondants, vont de l'oligoandésine au labrador. La présence de grenats est générale. On trouve dans le groupe du Kabrais : des orthoamphibolites, des orthogneiss à amphibole, des orthoamphibolo-pyroxénites, des orthogneiss à pyroxènes. Ces roches forment quatre massifs, souvent maintenus en relief, qui sont du Sud au Nord : le Mont Agou, les Monts Haïto, les Monts Djabataouré et le massif Kabrais. On rattache à cet ensemble, des interstratifications d'amphibolites et des enclaves de hornblendite, très disséminées dans le socle :

– des migmatites (groupe de Kra). Comme leur nom l'indique, ce sont des roches hétérogènes, caractérisées par des porphyroblastes de plagioclases (oligoclase le plus souvent) et de microcline. Les faciès principaux sont des embréchites (gneiss œillés ou rubannés à biotite et muscovite, ou à biotite seule, ou à amphibole et biotite) ou des anatexites. Ces dernières sont, en général, plus homogènes mais plus leucocrates ;

– des roches éruptives grenues. Dans ce socle, principalement cristallophyllien, affleurent des roches éruptives grenues syntectoniques, mais beaucoup moins représentées qu'au Bénin et au Nigeria (1 600 km²) au total). On trouve, pour l'essentiel, des granites calco-alkalins à deux micas ou à biotite seule et des diorites à amphibole et biotite ainsi que des microgranites associés en filon dans les migmatites.

2. Série de l'Atacorien

Les formations de l'Atacorien sont tectonisées et discordantes sur celles du Dahomeyen. Elles sont considérées (GRANT, 1969) comme appartenant au Précambrien supérieur, mais pris lui aussi dans la réactivation tectonique du socle à la période panafricaine. Ces formations sont beaucoup moins variées que celles du Dahomeyen. Pour les zones de la pénéplaine dont l'Atacorien forme le soubassement (850 km² environ) les principaux faciès sont les suivants :

– des quartzites à grain fins, accharoïdes, à muscovite et parfois avec quelques paillettes de biotite,
 – des micaschistes à muscovite en intercalations dans les quartzites avec quelques paillettes de biotite et de chlorite.

Enfin KOURIATCHY (1934, in AICARD, 1957), signale dans les Monts Togo, des quartzites à hématite ainsi que des niveaux à minerais de fer (hématite). La présence de ces formations particulières prend une certaine importance si l'on note que c'est au pied de la région montagneuse que se sont développées les cuirasses les plus épaisses et les plus étendues.

En résumé, la lithologie de ce socle est caractérisée par la dominance de formations assez acides, riches en quartz. Les feldspaths les plus courants sont des plagioclases assez peu calciques (qui ne dépassent guère, en moyenne 25 % d'anorthite), le microcline et l'orthose. De plus, les micas sont, en fait, plus souvent de la muscovite que de la biotite. Quant aux amphiboles, leur teneur est souvent modeste et font classer les gneiss qui en contiennent, dans des faciès plus leuco-mésocrates que mésocrates ou mélanocrates.

On peut classer les différents faciès du socle en trois ensembles qui sont, du pôle le plus basique vers le plus acide :

– les gneiss d'Anié (dérivant d'une granodiorite), les roches basiques du groupe du Kabrais et les intercalations d'amphibolites,
 – les gneiss du groupe de l'Ofé et les migmatites du groupe de Kra,
 – les gneiss très leucocrates du groupe d'Agbandi, les micaschistes du groupe d'Alamagney, les micaschistes et les quartzites de l'Atacorien.

3. Les autres roches-mères

En plus des roches-mères qui viennent d'être citées, nous avons quelques formations sédimentaires meubles. Celles-ci sont représentées par des alluvions, des colluvions et des complexes des unes et des autres.

Les terrasses alluviales sont discontinues et de faible largeur (souvent inférieure à 200 m). Dans la majorité des cas, tous les grands cours d'eau, auxquels sont liées les terrasses alluviales, coulent pour une grande part, sur la roche nue. Les grands biefs intercalés entre les rapides, sont l'exception. Ces terrasses alluviales sont basses et souvent inondées au cours des crues. On peut les observer le long du Mono, de l'Anié, de l'Amou, du Sio en particulier. Les matériaux sont principalement sablo-argileux avec des niveaux de galets en profondeur. Dans la fraction fine, la kaolinite domine largement sur l'illite et les phyllites gonflantes. Mais les formations alluviales les plus généralisées consistent en des bourrelets de berge très étroits, constitués de sables fins ou assez fins, à dominance de quartz et accessoirement, à fines paillettes de muscovite. Les pourcentages d'argile sont inférieurs à 10 %.

Les formations colluviales les plus étendues se trouvent au pied de la région montagneuse ou aux abords de celles-ci. Elles sont constituées de matériaux sablo-argileux ou argilo-sableux. La fraction argileuse est constituée de kaolinite à laquelle sont associés des sesquioxides de fer.

Les complexes colluvio-alluviaux s'observent dans la zone de raccord des versants avec les axes de drainage. Bien qu'ils représentent les formations sédimentaires les plus fréquentes, ils sont toujours discontinus et de largeur inférieure, en moyenne, à 200 m comme les terrasses alluviales. Selon la granulométrie de l'ensemble des matériaux des sols que l'on trouve sur les bassins versants, ces formations sont constituées de sables, quartzeux, dont la gamme des tailles est semblable à celle des sols de versants, ou d'argiles plus ou moins sableuses dans lesquelles les phyllites à réseau 2/1, et la montmorillonite en particulier, dominent assez fréquemment.

Dans la plupart des cas, ces formations sédimentaires s'individualisent très difficilement dans une cartographie à l'échelle de 1/200 000.

Enfin, pour terminer la revue des principales roches-mères, on doit citer les cuirasses ferrugineuses mises à l'affleurement par l'érosion dans le nord de la région étudiée.

LE CLIMAT

1. Généralités

La région étudiée se trouve dans une zone climatique de transition. Celle-ci réalise un équilibre entre la mousson humide venant du Golfe de Guinée au sud-ouest et l'harmattan, très sec, soufflant des régions sahariennes du nord-est.

On peut distinguer, sur le socle, deux régimes climatiques (AUBREVILLE, 1949). Le premier est le sous-type baouléo-dahoméen du climat Forestier Guinéen et règne en gros au sud de la latitude d'Anié (7° 45'). Dans une étroite bande de piedmont de la région des Monts Togo, entre Palimé* et Atakpamé, on trouve un climat Forestier Guinéen plus franc, où les contrastes entre les saisons sont atténués par des précipitations plus abondantes et des valeurs de l'humidité relative plus élevées en saison sèche.

Le second régime, Soudano-Guinéen, à saisons plus contrastées, intéresse toutes les régions situées au nord d'Anié.

Les Annales des Services Météorologiques de la France d'Outre-Mer (1960) permettent de préciser les caractères climatiques par quelques données chiffrées.

2. Les différents éléments du climat

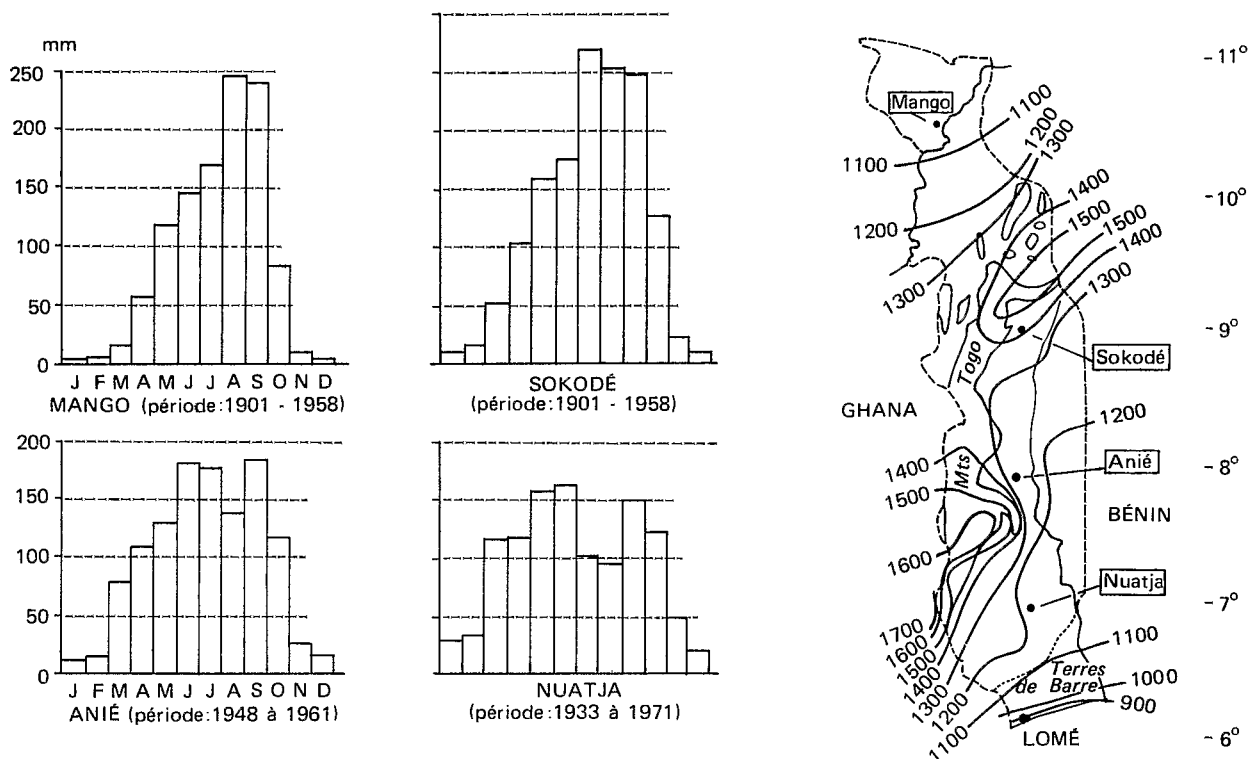
Pluviosité

La moyenne annuelle des précipitations est, pour la plus grande partie de la région, comprise entre 1 100 et 1 300 mm. Elle répercute l'influence des Monts Togo en atteignant, toujours sur le socle, au voisinage de cette chaîne,

* nouveau nom depuis 1979 : Kpalimé.

des valeurs qui dépassent fréquemment 1 400 mm (1 454 mm en moyenne à Atakpamé, par exemple). Les isohyètes sont grossièrement parallèles aux Monts Togo.

Figure 2
Répartition mensuelle des pluviométries et isohyètes annuelles normales



La répartition mensuelle des précipitations fait apparaître pour le sud, une petite saison sèche centrée sur les mois de juillet et août (respectivement 111 mm et 95 mm contre 163 mm et 151 mm pour les mois de juin et septembre à la station de Nuatja* située à quelques kilomètres au sud du 7ème parallèle). Il faut remarquer toutefois que cette atténuation des pluies n'entraîne aucune sécheresse écologique puisque nous avons toujours, en moyenne plus de 50 mm de pluies par mois.

Vers le nord, cette petite saison sèche disparaît progressivement : à la station de Sokodé, le mois d'août est l'un des deux mois les plus arrosés (moyenne de 254 mm). Parallèlement, la grande saison sèche qui n'est que de 4 mois (début novembre à fin janvier) dans le sud, atteint 5 mois dans le nord où elle s'étend jusqu'à la fin mars.

Toutes ces données sont basées sur des moyennes. En particulier, la pluviométrie totale d'un même mois peut présenter, d'une année à l'autre d'importantes variations et le rapport entre minimum et maximum peut dépasser 1/5. Ceci entraîne de grands risques pour les semis et plantations effectués en début de la saison des pluies.

Le nombre de jours de pluies est, de même, extrêmement variable.

Le tableau 1 donne la moyenne calculée pour la période 1901-1958 pour les deux saisons de Nuatja (au sud) et de Sokodé (au nord).

* nouveau nom depuis 1979 : Notsé.

Tableau 1

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NUATJA période : (1901-1958)	Nombre de jours de pluie < 0,1 mm	3	4	7	10	12	11	10	7	18	9	2	4
	Nombre de jours de pluie > 10 mm	2	1	1	6	1	5	4	2	10	4	0	1
SOKODE période : (1901-1958)	Nombre de jours de pluie < 0,1 mm	5	0	9	12	9	26	24	24	26	13	3	2
	Nombre de jours de pluie > 10 mm	1	0	2	3	5	11	4	7	11	6	1	0

Températures

Les moyennes annuelles des températures oscillent entre 26°1 (Sokodé) et 27°4 (Nuatja). Il n'existe aucune saison fraîche. L'écart entre les moyennes des mois le plus chaud (février ou mars) et le moins chaud (août) ne dépasse pas 5° sur le socle (dont l'altitude est toujours inférieure à 500 mètres sauf en quelques points).

Le tableau 2 mentionne les moyennes mensuelles des minima et maxima (T_x et T_n moyennes), ainsi que la température moyenne annuelle pour ces deux stations.

Tableau 2

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T_x	NUATJA (période : 1937-1949 et 1951-1957)	34°1	35°9	35°6	34°5	33°2	31°4	29°7	29°7	31°2	32°0	33°6	34°0
	SOKODE (période : 1937-1957)	35°9	35°1	35°4	34°0	32°1	30°0	28°2	27°5	29°0	30°9	33°4	33°7
T_n	NUATJA	21°7	23°1	23°0	22°8	22°5	21°8	21°7	20°6	21°1	21°0	21°1	21°4
	SOKODE	17°3	20°7	22°1	21°8	21°3	20°9	20°6	20°6	20°5	20°4	19°4	18°0
$\frac{T_x + T_n}{2}$	NUATJA	27°9	29°5	29°3	28°7	27°8	26°6	25°7	25°1	26°2	26°5	27°4	27°7
	SOKODE	25°6	27°9	28°7	27°9	26°7	25°5	24°4	24°0	24°8	25°6	26°4	25°9

Les maxima et minima absolus sont respectivement de 40°6' (mars 1941) et 12°8 (décembre 1955) à Nuatja, de 41°2' (mars 1950) et 11°2' (décembre 1955) à Sokodé. De ces données, nous pouvons retirer que les extrêmes s'accusent vers le nord, c'est-à-dire à mesure que l'on s'éloigne des influences maritimes.

Nébulosité

La moyenne annuelle de la nébulosité est de 4,7 et 5,1 octas respectivement pour les stations de Nuatja et Sokodé. Le mois d'août est celui qui présente les plus fortes valeurs dans le sud, tandis que c'est juillet qui est le moins ensoleillé dans le nord. Les minima moyens de nébulosité sont également décalés entre sud et nord : février et janvier respectivement.

Humidités relatives

Les humidités relatives sont en général assez fortes bien que les « poussées » de l'harmattan vers le sud puissent les amener passagèrement à de très faibles valeurs (10 % en janvier 1945 à Nuatja, 6 % du 16 au 31 janvier 1952 à Sokodé).

Tableau 3

Humidité relative moyenne en %		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	NUATJA (période : 1937-1954 et 1953-1957)	72	72	79	80	83	86	86	83	85	87	83	82
	SOKODE (période : 1936-1957)	49	41	59	71	75	81	82	83	83	78	64	60

Les données du tableau 3 soulignent encore ici, les différences entre le sud et le nord.

Evaporation

De toutes les données précédentes on peut s'attendre à ce que l'évaporation soit élevée. Le tableau 4 consigne quelques valeurs pour les principales stations de la zone qui nous intéresse.

Tableau 4
Evaporation Piche en mm

Année	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	Moyenne
NUATJA	—	—	760	697	770	—	—	—	—	—	—	742
ATAKPAME	1380	1383	1075	1310	1268	1252	1243	1037	1173	—	—	1235
ANIE-MONO	1413	1346	1093	—	—	1175	1240	1056	—	—	—	1220
SOKODE	1557	1313	1078	1136	1262	1181	1096	1046	1040	—	—	1189

En résumé, l'évaporation, relativement faible dans l'extrême sud de la région considérée (station de Nuatja) s'élève rapidement vers le nord pour osciller aux environs de 1200 mm par an. Si l'on se réfère aux données mensuelles, qui ne sont pas portées ici, on note que cette évaporation peut varier du simple au double entre le mois le plus sec et le mois le plus humide, dans le sud, et du simple au triple dans le nord.

3. Indices climatiques

En fonction des températures et des précipitations, nous pouvons calculer certains indices climatiques et pédo-climatiques qui permettent de situer la région considérée :

— Indice d'aridité de MARTONNE : $\frac{\text{Pmm}}{\text{T}^\circ + 10}$
 Nuatja : 31,3 Sokodé : 40,3

— Coefficient de LANG : $\frac{\text{Pmm}}{\text{T}^\circ}$
 Nuatja : 43 Sokodé : 56

– Indice de l'action érosive du climat, établi par FOURNIER : $\frac{p^2}{p}$

où p est le total moyen de précipitations du mois le plus arrosé et P la pluviosité moyenne annuelle, les deux paramètres étant exprimés en mm.

La relation mise en évidence par cet auteur, permet d'estimer à l'aide d'abaques la dégradation spécifique des bassins versants (DS). Nous avons, par exemple : pour la région de Nuatja : 150 T/ha/an et pour la région de Sokodé : 830 T/ha/an.

– Drainage calculé de AUBERT et HENIN :

$$D \text{ en mètres} = \frac{C P^3 \text{ mètres}}{1 + C P^2 \text{ mètres}} \quad \text{avec} \quad C = a \frac{1}{0,15 T - 0,12}$$

. a = 0,5 pour l'argile, ce qui donne D = 0,171 pour Nuatja et 0,318 pour Sokodé.

. b = 1 pour les sols limoneux ; D = 0,298 pour Nuatja et 0,522 pour Sokodé.

. c = 2 pour les sols sableux ; D = 0,475 pour Nuatja et 0,733 pour Sokodé.

4. Conclusion

Les données calculées de l'indice d'érosion sont des moyennes : des zones cultivées aux flots forestiers denses de l'EST-MONO, la susceptibilité des sols est sans aucun doute très différente. Il semble, d'autre part, qu'on ait beaucoup exagéré les phénomènes d'érosion en savane. En effet, dans les zones protégées, le couvert végétal devient rapidement dense. D'autre part, là où elle n'est pas détruite par les feux de brousse, la strate herbacée couvre parfaitement le terrain à tel point qu'un épais paillage naturel de la surface peut se constituer et protège très efficacement le sol. Nous pouvons même nous demander si l'efficacité d'un couvert de *Panicum maximum* n'atteint pas celle d'une forêt dense équatoriale.

Quant aux valeurs trouvées pour le drainage calculé, retenons qu'elles traduisent les possibilités offertes par l'ensemble climat-sol à l'infiltration des eaux de pluies. Il faut naturellement les pondérer par toute une série de facteurs : topographie, couvert végétal, répartition mensuelle des précipitations, etc... Ces valeurs, supérieures à 200 mm dans la majorité des cas, permettent de penser qu'une quantité d'eau non négligeable est disponible pour l'altération et la redistribution de matière dans les sols. Ces données théoriques du drainage calculé s'accordent avec les faits d'observation : tous les sols sont, en saison des pluies, affectés sur leur profil entier, par la descente du front d'humectation. Quant la roche-mère est suffisamment imperméable, les horizons profonds et, en particulier, les zones d'altération sont très souvent engorgés et des nappes, au moins temporaires, s'installent. La pédogenèse est donc actuellement partout fonctionnelle.

D'autre part, le contraste entre saisons pluvieuse et sèche est un facteur fondamental de l'évolution des sols. Il permet une alternance répétée de la mise en mouvement de matière et de sa concentration. La résultat, sous l'effet cumulatif du temps, ne peut qu'être une forte différenciation des profils.

LE MODELE

1. Les traits essentiels

Le socle granito-gneissique se présente, pour l'essentiel, comme une infinité de molles ondulations qui se succèdent, en moyenne tous les deux kilomètres environ. L'altitude à laquelle culminent ces ondulations croît progressivement du sud au nord : de 100 m environ au voisinage des Terres de Barre, elle atteint 420 m à la source du fleuve Mono à 320 km plus au nord.

Le modelé du socle contraste avec la vigueur du relief des Monts Togo dont les sommets quartzitiques dominent, à l'ouest et au nord, de plusieurs centaines de mètres. De loin en loin, la monotonie du paysage est rompue par des inselbergs ou par de petits massifs de roches diverses : formations basiques, gneiss ou quartzites. Les inselbergs se retrouvent presque exclusivement au sud de la latitude 8°20'. Les petits massifs se groupent en un chaînon très lâche, parallèle aux Monts Togo, à une distance de ces derniers qui est le plus souvent inférieure à 20 km : le Mont Agou (altitude : 986 m), les Monts Toutouto, Haïto, entre Palimé et Atakpamé (altitudes comprises entre 520 et 650 m), les Monts Djabataouré (altitude : 640 m) dans la région de Sotouboua, le Mont Koronga (altitude 787 m), etc... Ces inselbergs et ces petits massifs s'alignent en gros selon les directions structurales du socle. Leur mise en relief témoigne que l'ensemble de la région naturelle étudiée a subi l'abrasion d'une importante épaisseur de terrains.

2. L'hydrographie

Trois systèmes fluviaux drainent la région étudiée : la rivière Mò, tributaire du fleuve Oti dans l'extrême nord-ouest, le Mono et son principal affluent, la rivière Anié, pour la quasi-totalité de la région comprise entre les 7ème et 9ème parallèle, l'ensemble des petits fleuves côtiers qui descendent des Monts Togo et des petits reliefs, qui leur sont associés, des Monts Toutouto-Haïto (Sio et Haho). Le débit de ces cours d'eau est très variable au long de l'année. Celui du Mono, par exemple, de 86m³ environ de moyenne annuelle, oscille entre 1,40 m³ en février et près de 320 m³ en septembre. Avec l'Amou et l'Amoutchou dont une grande partie du cours s'effectue dans les Monts Togo plus arrosés, le Mò, le Mono, l'Anié et, à la rigueur, le Sio peuvent être considérés comme les seuls cours d'eau permanents. La moyenne du coefficient d'écoulement de tous ces cours d'eau est très faible : 5 % environ pour le Mono, par exemple.

Tous ces axes de drainage se présentent comme une succession de biefs et de rapides et sont relativement encaissés.

Le profil en long des axes de drainage accuse une pente générale sensible : de 0,1/1 000 pour le Mono (collecteur principal du socle) et supérieure à 1,2/1 000 pour les autres cours d'eau. Ces valeurs sont proches de celles des rivières des régions semi-montagneuses dont la pente est généralement comprise entre 0,8/1 000 et 1,6/1 000 (DER-RUAU, 1962). Ceci donne à penser que le bombement du socle est assez récent et que les fleuves et leurs affluents sont en période de creusement actif, d'où l'importance des phénomènes de rajeunissement du paysage à l'époque actuelle : installation du lit des plus importants cours d'eau en roche nue, reprofilage des versants.

Le réseau de drainage est très dense. Son extrême ramification reflète l'imperméabilité du soubassement ainsi que le volume et l'intensité des précipitations. La surface élémentaire d'écoulement concentré (TRICART, 1965), c'est-à-dire celle du bassin versant des ruisseaux du premier ordre, est le plus souvent, inférieure à 2 km². Elle dépasse très rarement 3 km².

La dissection du socle est donc prononcée et nous sommes loin des longs glacis soudaniens. Etant donné que l'évolution pédologique dépend étroitement du régime hydrique des matériaux, conditionné en grande partie par la situation topographique, cette dissection aboutit généralement à l'association d'une grande variété de sols sur de petites superficies.

Très fréquemment, le tracé des cours d'eau souligne l'altération différentielle qui caractérise le modelé du socle. L'exemple le plus frappant nous en est donné par la confluence du Mono et de l'Anié sur des diorites et des gneiss très basiques alors que l'interfluve qui les sépare est « armé » de nombreuses zones de roches plus acides, telles que des gneiss et des micaschistes à muscovite.

3. Les interfluves

Les interfluves sont très surbaissés. En leurs points les plus élevés, ils ne dominent, dans l'ensemble, de guère plus de 20 à 25 m les axes de drainage qui les délimitent.

L'axe de certains interfluves, principalement de ceux qui sont les plus éloignés des principaux cours d'eau, présente un aplanissement qui tranche avec l'ondulation du reste du paysage. Pour une même latitude, ces zones aplan-

nies se situent sensiblement à la même altitude. Elles présentent, pour la plupart, des altérations intenses et puissantes, dont l'épaisseur peut atteindre 20 m. Les sols qui s'y sont développés sont assez fréquemment indurés en profondeur sur 0,5 à 2 m d'épaisseur par une cuirasse ou une carapace nodulaire et discontinue. Cette formation ferrugineuse est, en général, en conformité avec le modelé de détail et se termine en biseau sous la surface du sommet des versants adjacents. Cependant, au nord d'une ligne Sotouboua-Kanbolé (figure 3) la cuirasse est parfois mise en affleurement sous forme de petites buttes ou de petits plateaux, limités par un ressaut de un à quelques mètres. Du sud au nord du socle, le faciès de ces cuirasses ou de ces carapaces ne présente de variations particulières qu'en fonction de la lithologie du soubassement.

Figure 3

Limite méridionale des buttes et plateaux à cuirasse affleurante

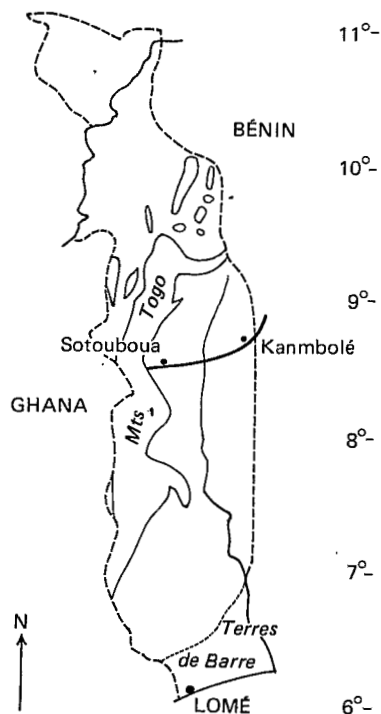
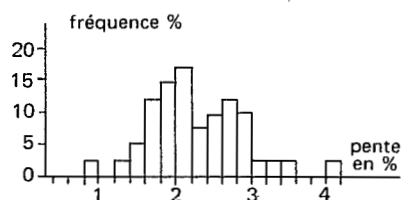


Figure 4

Fréquences relatives de la pente des versants



Les versants présentent une pente généralement inférieure à 3 % (figure 4). Leur raccord avec les cours d'eau s'effectue dans la très grande majorité des cas, directement, sans l'intermédiaire d'un plancher alluvial. La morphologie des versants est assez remarquablement constante et caractérisée par la rectitude d'une grande partie de leur profil en long. Avec DE MARTONNE et BIROT (1944), on peut voir dans cette « tension » des versants, la marque d'une accélération de l'enfoncement du réseau hydrographique et du rajeunissement des terrains encaissants.

Dans le détail, en se fondant sur les variations de pente et sur la pédogenèse, on peut distinguer sur les versants les plus complexes, trois sections qui passent graduellement les unes aux autres :

- la première section, à l'amont, est caractérisée par un profil en long convexe, par des altérations profondes et par la présence assez fréquente d'horizons à carapace ou à cuirasse discontinue, généralement peu épaisse. Cette section assure la transition avec les zones aplanies d'axe d'interfluves auxquelles elle est liée ;

- la seconde section présente un profil en long rectiligne. La profondeur des altérations ne dépasse pas 4 m en général. Les sols sont également très riches en sesquioxydes de fer. Mais l'induration se limite au carapacement localisé d'horizons concrétionnés ou, tout au plus, au cuirassement, sous forme d'étroites bandes parallèles aux courbes de niveau. La kaolinite est, en général, comme pour la section précédente, la seule phyllite ou la phyllite dominante des horizons A et B, mais les horizons BC et C sont beaucoup plus riches en minéraux altérables et comprennent généralement des taux importants d'argiles à réseau 2/1 ;

— la troisième section, à l'aval, présente un profil en long qui s'adoucit vers l'axe de drainage selon une concavité peu marquée en général. Une légère rupture de pente sépare, sur certains versants, cette section de la précédente. Elle coïncide dans de nombreux cas, avec une discontinuité lithologique. C'est dans les formations basiques du socle que cette partie des versants prend la proportion la plus importante. Des zones de roche-mère à structure conservée apparaissent, dans la plupart des profils, avant 2 m de profondeur et, dans les horizons B ou (B) l'altération laisse subsister d'abondants minéraux altérables. Dans la fraction argileuse des horizons A et B, des phyllites à réseau 2/1, la montmorillonite en particulier, dominant. L'individualisation des sesquioxydes de fer se limite à la formation de concrétions. Les carapaces et les cuirasses sont exceptionnelles, très localisées et minces. La distinction de cette unité géomorphologique que nous appellerons les « bas de pente » est difficile à première vue sur le terrain. Elle ne ressort pas immédiatement de l'observation des versants qui sont, en majorité, rectilignes. L'extension de cette unité peut, toutefois, être facilement précisée par l'examen des photographies aériennes. Sur ces dernières, les « bas de pente » apparaissent en teintes plus claires, avec des mouchetures qui reproduisent le dessin d'un réseau très dense de fines griffures d'érosion.

La plupart des versants ne présente pas cette complexité. Les plus nombreux sont rectilignes sur plus de 80 % de leur longueur à partir du sommet. Ils se recoupent alors sur les axes d'interfluves, selon un angle bien marqué et pour une latitude donnée se situent entièrement en dessous du niveau des zones aplanies que l'on trouve sur d'autres interfluves.

En résumé, nous pouvons distinguer, dans le modelé des interfluves, trois unités fondamentales qui, des points hauts vers les points bas, sont les suivants :

- les zones aplanies de l'axe d'interfluves, auxquelles se rattachent la section convexe supérieure des versants adjacents, à cuirasse fréquente et aux profondes altérations,
- les versants rectilignes, à rares cuirasses et aux altérations peu profondes,
- les « bas de pente » à profil en long légèrement concave, aux altérations ménagées et, sur lesquels l'induration en masse ne se développe pratiquement pas.

Nous ne traiterons ici, des formations fluviales des fonds de vallées, que pour mémoire, rappelant seulement que les terrasses sont rares, de faibles superficies et discontinues. Elles se situent en général sur toute leur étendue, au niveau atteint par les plus fortes crues.

4. Les différentes séquences d'érosion

Les caractères du relief du socle de même que ceux des diverses formations indurées, ne permettent de retrouver aucun témoin des anciennes surfaces étagées que les géomorphologues datent du Tertiaire. L'absence de tels vestiges concorde avec ce que signalent DELVIGNE et GRANDIN (1969) en Côte d'Ivoire et BOULET (1970) en Haute-Volta, sur des formations géologiques semblables.

Les inselbergs et les petits massifs matérialisent de simples flots de résistance à l'érosion subie, tout au long de sa très longue histoire, par le socle. Nombre de ces reliefs présentent, en effet, des caractères pétrographiques très différents du soubassement environnant et s'alignent d'autre part sur les directions structurales du socle. Mis à part ces quelques reliefs, il apparaît en définitive, que le façonnement du paysage actuel peut être resitué entièrement au Quaternaire, c'est-à-dire dans la période d'élaboration des trois générations de glacis reconnues dans divers pays d'Afrique de l'Ouest par les géomorphologues. De par leurs caractères intrinsèques et leur disposition relative, les trois unités fondamentales distinguées dans les interfluves peuvent être mises en parallèle avec ces trois générations de glacis de la façon suivante :

- l'ensemble des zones aplanies d'axe d'interfluve et des sections supérieures convexes des versants adjacents, se rattache à la génération, la plus ancienne, du haut glacis ;
- les versants rectilignes sont les équivalents du moyen glacis ;
- les « bas de pente » procèdent de la même génération que celle du bas glacis, le plus récent.

5. Conclusion

Le « paysage pédologique » actuel s'est façonné au cours de plusieurs cycles d'érosion successifs. Du sommet des interfluves aux axes de drainage, les sols, dont l'association forme une toposéquence, se sont développés dans des matériaux de moins en moins altérés, mis en affleurement au fur et à mesure de l'approfondissement des vallées, à une époque de plus en plus récente. La toposéquence est donc aussi une chronoséquence.

De plus, la variété des roches-mères influe sur la vitesse du couple altération-érosion. Comme les dépressions ou excavations s'effectuent de préférence sur les roches les plus altérables, la toposéquence est très souvent, aussi, une lithoséquence. On peut donc parler de chrono-litho-toposéquence (LÉVÊQUE, 1969).

LES MATÉRIAUX ORIGINELS

Les caractères du matériau originel des sols qui dérivent du socle granito-gneissique sont fréquemment sous la dépendance étroite de la composition des roches-mères.

Il en est ainsi au premier chef de la texture que conditionnent étroitement les pourcentages de quartz et d'autres minéraux résistant à l'altération de la roche-mère.

— Dans les gneiss assez basiques, du groupe d'Anié et du groupe du Kabrais, nous avons des altérites où les sables grossiers sont rares alors que les sables les plus fins et les fractions limoneuses sont abondants dès quelques décimètres au-dessus des zones de départ. Les sables grossiers sont constitués de quartz et parfois de feldspaths les moins altérables et ceux des fractions moyennes, des mêmes minéraux et surtout de ferromagnésiens et des plagioclases à des stades divers d'altération. Quand on se rapproche du sommet des zones d'altération, les sables fins et les limons, qui sont pour une grande part, constitués de silicates, cèdent la place à un pourcentage croissant d'argile qui se forme à leurs dépens.

— Dans les gneiss leucocrates, les leptynites et les granites, nous trouvons au contraire, des arènes fréquemment bien caractérisées, dans lesquelles les sables grossiers ou de taille moyenne dominant et qui sont constitués de quartz et de feldspaths assez résistants (orthose, microcline, oligoclase, principalement). Dans ces altérites, assez perméables, les pourcentages d'argile sont, dans la majorité des cas, inférieurs à 15 % jusqu'au sommet des zones d'altération. L'argilification des silicates de la roche-mère semble freinée par la prédominance de la lixiviation de la silice et peut-être aussi par le départ de complexes alumino-silicatés sous forme de fins glomérules pseudo-cristallins ou colloïdaux dans les eaux d'infiltration profonde. Le manque d'argilisation et la perméabilité de ces arènes se renforcent d'ailleurs mutuellement.

— Dans les micaschistes à muscovite (groupes d'Alamagney et Atacorien) ainsi que dans les paragneiss à muscovite et les gneiss à deux micas du groupe Agbandi, les zones d'altération présentent des caractères aréniformes moins prononcés que ceux des formations précédentes. Le pourcentage d'argile est en moyenne, fréquemment plus élevé et peut atteindre 30 à 40 % avant le sommet des zones d'altération. Les sables des fractions moyennes dominant et sont riches en paillettes de muscovite, minéral qui se retrouve également dans les sables fins et dans les limons grossiers.

La minéralogie des argiles est sous la dépendance de plusieurs facteurs. Le plus important d'entre eux est l'âge des formations d'altération. La kaolinite est exclusive sur une épaisseur plus ou moins grande, au sommet des altérites les plus anciennes. Plus profondément, on retrouve toujours des phyllites à réseau 2/1 qui dominent sur la kaolinite dans de nombreux cas. Par contre, dans les formations les plus jeunes, la kaolinite ne s'observe qu'à l'état de traces associées à des phyllites à réseau 2/1, ceci s'accompagnant par ailleurs d'une richesse assez élevée en silicates primaires.

L'un des caractères communs à tous les matériaux originels est de présenter généralement une différenciation verticale progressive, sans discontinuité marquée de leur base vers le sommet. Ceci n'est toutefois plus vrai quand une nappe s'installe à un niveau donné, laissant le reste des altérites plus ou moins librement drainé. Les redistributions de constituants sont discrètes. Les bases libérées par l'altération sont exportées par les eaux de drainage ou ad-

sorbées sur les phyllites. La silice est également exportée ou participe sur place à la formation d'argile. L'alumine est peu exportée et rentre, comme une partie de la silice, sur place, dans le réseau des phyllites. La redistribution d'argile est rare. Elle ne porte que sur une très faible part de la fraction fine et seulement au sommet des altérites les plus anciennes, dans les pores tubulaires laissés par d'anciennes racines. Quant au fer, très facilement exprimé du réseau des silicates primaires, il peut se retrouver sous quatre formes : adsorbé sur la kaolinite, inclus dans le réseau de phyllites 2/1, dans des montmorillonites principalement, à l'état de fines particules de sesquioxydes et enfin sous forme d'éléments grossiers que sont les nodules et les concrétions. Cette dernière forme traduit la redistribution la plus poussée, mais il faut noter que celle-ci reste cantonnée au sein d'un même horizon, sans transfert sensible d'un niveau à un autre de l'ensemble des altérites.

LA VÉGÉTATION

1. Généralités

Le couvert végétal présente une physionomie diversifiée. Les causes de ces variations sont loin d'être éclaircies, mais elles peuvent être de plusieurs ordres : paléo-climatiques, climatiques, édaphiques et anthropiques. Aucune d'entre elles ne semble exclusive et les interactions sont probablement fort nombreuses.

Nous sommes au Togo, dans une zone de transition entre la forêt dense semi-décidue et la savanne au sens originel du terme, c'est-à-dire une étendue dépourvue d'arbres (AVENARD, 1969).

Il est fort probable que la cause du remplacement de la première par la seconde fut d'ordre climatique (AUBREVILLE, 1962). Cet auteur fait correspondre le changement, d'une manière brutale, à la dernière phase glaciaire, il y a 20 000 ans. Depuis lors, les activités humaines auraient profité de l'équilibre instable des conditions édaphiques et climatiques pour empêcher toute recolonisation par des formations forestières denses.

La majeure partie du pays est couverte de ce qu'il est convenu d'appeler une savane arborée ou arbustive dont la densité de la strate ligneuse est très variable. Les étendues exclusivement herbeuses sont rares et apparaissent très localement surtout dans le nord.

La forêt dense semi-décidue typique se localise dans le sud-ouest au contact des Monts Togo plus arrosés. AUBREVILLE (1962) situe à 1 250 mm minimum de pluies moyennes annuelles et à 3 mois maximum de saison sèche, les conditions extrêmes de survivance de cette formation végétale. C'est sensiblement ce que nous confirme sa limite géographique dans le Sud Togo.

2. Les diverses formations végétales

La forêt dense semi-décidue est un faciès de dégradation de la forêt dense humide sempervirente. Elle présente une certaine continuité avec celle des Monts Togo mais dès que l'on s'éloigne de la zone de piedmont, elle se restreint à des reliques cantonnées aux profondes altérations des témoins du haut glacis. Encore ces derniers ne sont pas tous, complètement couverts.

Cette forêt signale en général des sols très épais, bien drainés, suffisamment riches en argile dès une faible profondeur, c'est-à-dire le plus souvent ceux de la classe ferallitique. La strate arborescente comprend principalement les espèces suivantes : *Ceiba pentandra*, *Chlorophora excelsa*, *Albizia zygia*, *Antiaris africana*, *Triplochytton scleroxyton* (localisé surtout aux abords des Monts Togo), *Anogeissus leiocarpus*, etc..., cette dernière étant plus fréquente dans le nord.

Le fourré est un type de végétation arbustif, fermé, peu pénétrable. Il semble être un faciès de dégradation récent ou de régénération du peuplement ligneux rendue difficile par des conditions édaphiques défavorables (pédoclimat trop sec, présence de cuirasse, etc...).

La forêt claire est un peuplement ouvert, décidu, à cimes plus ou moins jointives et la strate graminéenne est assez claire et discontinue.

Cette formation occupe au total une assez grande étendue bien que sous forme de massifs discontinus. Elle est fréquente dans les régions peu peuplées à l'ouest de l'Anié et surtout entre les latitudes 7°45' et 9° à l'est du fleuve Mono. Elle se développe préférentiellement sur les axes d'interfluves plus ou moins surbaissés par rapport aux témoins du haut glacis mais peut subsister sur une grande partie des versants. Les espèces caractéristiques sont : *Anogeissus leiocarpus*, *Isobertinia doka*, *Cola cordifolia*, *Khaya senegalensis*, *Uapaca togoensis*, *Uapaca somon*, *Azelia africana*. Elles sont souvent indicatrices de sols bien drainés, épais, mais riches en nodules ferrugineux, voire en zones carapacées ou cuirassées.

La savane boisée est composée d'arbres et d'arbustes qui constituent un couvert généralement clair, dominant une strate herbacée graminéenne continue d'au moins 80 cm de hauteur. Elle présente à peu près les mêmes caractéristiques de répartition de la composition floristique de la précédente formation. On y trouve le *Pterocarpus erinaceus*, qui marque un abaissement de la hauteur générale et dénote une dominance de sols sablo-argileux et riches en éléments grossiers ferrugineux et quartzeux. L'*Isobertinia dalzielli* signale souvent les zones indurées.

La savane arborée présente un couvert ligneux très clair, discontinu. Les cimes des arbres et arbustes ne se joignent jamais. La strate graminéenne est très dense et en général plus haute que dans la précédente. Il semble que ce couvert végétal soit typique du domaine soudanien (TROCHAIN, 1952).

Elle couvre la majorité du pays entre les liserés de savane herbeuse, qui la séparent des galeries forestières, et les points hauts du paysage fréquemment couverts des formations précédentes. Les espèces caractéristiques sont au sud et dans le centre : *Daniellia oliveri* et au nord : *Parkia biglobosa*, le *Lophira allata* se retrouvant avec le premier aux latitudes intermédiaires. Ces essences plus fréquentes en bas de pente poussent le plus souvent sur des sols profondément lessivés ou appauvris en argile et fortement concrétionnés.

La savane arbustive offre à peu près la même physionomie que la précédente. Elle n'en diffère essentiellement que par la hauteur du peuplement ligneux. Elle semble très souvent, dans ce pays, traduire l'influence d'actions anthropiques récentes de dégradation de couverts plus élevés et plus denses.

Sur les sols les plus appauvris, les plus acides, mais drainés, domine *Hymenocardia acida* tandis que *Detarium senegalensis* indique généralement des horizons cuirassés ou carapacés de faible profondeur et entraînant une certaine hydromorphie en saison des pluies.

La savane herbeuse semble procéder de deux origines bien distinctes. Dans le nord, une certaine conjonction de facteurs climatiques et anthropiques (densité démographique) assure son maintien. Dans le sud, les facteurs édaphiques apparaissent déterminants par la plus grande extension des sols à montmorillonite dominante. Leur engorgement ou bien leur sécheresse, selon la saison, réalisent des conditions extrêmement défavorables à leur colonisation par des espèces ligneuses. Les feux, par suite de cette fragilité annihilent en permanence toute tentative en ce sens.

Les galeries forestières sont des formations cantonnées aux principaux axes de drainage et leur composition floristique est assez homogène. Elles sont disséminées sur tout le socle.

On y trouve souvent de très beaux arbres qui forment une strate élevée : *Cola cordifolia*, *Ceiba pentandra*, *Chlorophora excelsa*, accompagnés d'*Antiaris africana*, *Khaya senegalensis*, *Diospyros sp.*, *Elaeis guineensis*, etc... Ils se développent de préférence sur les bourrelets de berge finement sableux, dont les sols sont peu évolués.

3. Végétation et pédogenèse

La plupart des sols étudiés se sont développés sur de très longues périodes. Ils ne reflètent donc que bien peu leur couvert végétal actuel et ceci d'autant plus que les activités humaines entraînent de rapides et profondes modifications. A mesure de l'approfondissement des zones d'altération, l'évolution fondamentale devient de plus en plus indépendante de la végétation. Celle-ci ne peut alors agir que sur les processus secondaires : cuirassement, lessivage, etc... (AUBERT, 1961).

L'étude du développement des sols togolais peut se fonder sur le fait que le climax est manifestement une formation forestière d'arbres ou d'arbustes, car la saison des pluies est assez marquée et suffisamment longue (AUBREVILLE, 1949). Il n'est pour nous en convaincre, que de parcourir les régions les moins peuplées, c'est-à-dire celles qui sont le moins dégradées par l'homme. Les expériences menées dans divers pays à climat semblable (MENBRUGE et al., 1958 ; TILLON, 1961) montrent qu'une quinzaine d'années suffit, en général, pour que le terrain se recouvre d'un recru arborescent continu dans les zones mises en défens. Comme le souligne AUBREVILLE (1948), le couvert forestier continu élimine alors les graminées et recrée l'ambiance microclimatique nécessaire à sa survie, malgré l'agressivité des conditions climatiques régionales. Il est donc très probable que le Togo fut, pendant une très longue période du développement des sols actuels, couvert par des peuplements forestiers pratiquement continus et denses. On peut imaginer que sous cette végétation, l'érosion fut ralentie et l'apport de matière organique, abondant. Les déplacements sous forme solide n'ont alors vraisemblablement porté que sur les matériaux les plus fins des tranches superficielles des profils.

Certaines données laissent à penser, d'autre part, que la distinction faite généralement entre la forêt et la savane quant au rôle respectif de ces deux formations dans l'évolution des sols semble devoir être nuancée. LEMEE (1961) rapporte les résultats suivants, relatifs à la production de matière sèche :

- 50 tonnes/hectare/an dans le Bas Congo pour des savanes herbeuses à *Andropogon gaboneuse* et à *Nephrolepis cordifolia*,
- 70 tonnes/hectare/an dans une jachère à *Pennisetum purpureum* à Yangambi (LAUDELOUT et GERMAIN, 1956),
- en forêt pluvieuse colombienne : 12 tonnes/hectare/an en moyenne (JENNY et al.).

On peut donc noter que la savane herbeuse non brûlée peut fournir beaucoup plus de matière organique que les formations forestières. Par ailleurs, la strate des hautes herbes des savanes ouvertes forme après la fin de la saison des pluies, un paillis très épais à la surface du sol. Cette couverture protège, lors des premières averses ultérieures, le sol contre le choc des gouttes d'eau et ralentit fortement la vitesse de l'écoulement superficiel éventuel. En basse Côte d'Ivoire, des expériences ont, de fait, montré (DABIN et LENEUF, 1958 ; ROOSE, 1973) que des couverts herbacés denses offrent contre le ruissellement et l'érosion, une protection aussi efficace que celle de la forêt.

4. Conclusion

Les interactions sol-végétation, extrêmement compliquées par l'histoire récente, sont assez difficiles à saisir. On ne peut s'appuyer sérieusement sur l'étude du couvert végétal actuel, pour apprécier son importance passée dans le développement des sols. Mais peut-être s'agit-il d'un faux problème dans la mesure où, malgré l'importance du cycle biogéochimique des éléments, l'influence de la végétation sur le développement des profonds sols tropicaux se révèle assez modeste. On retiendra seulement que la plupart des sols a, selon toute vraisemblance, évolué sous un couvert dense à dominance ligneuse. Suffisamment protégée contre l'érosion, pourvue d'apports organiques abondants, une pédogenèse élaborée a pu marquer cette région naturelle jusqu'à une date, assez récente, qui correspond à « l'explosion » des activités humaines.

L'ÉROSION ET L'ACTION DE L'HOMME

La pente moyenne des versants présente partout, sauf sur les inselbergs et les petits massifs qui s'alignent parallèlement aux Monts Togo, des valeurs assez faibles ou faibles. Celles-ci, en effet, oscillent entre 1,6 et 3 % dans 80 % des cas. D'autre part, la densité de population, qui est le principal facteur actuel du développement de l'érosion, est, en général, faible (20 habitants/km² environ). Le peuplement se concentre principalement le long des grands axes routiers, dans la région de Sokodé et dans une bande qui s'allonge entre Palimé et Atakpamé, au pied de la région montagneuse. Le plus clair des actions destructrices est réalisé par les feux de brousse, pour les besoins de la chasse. Ces feux sont très souvent allumés assez tard en saison sèche. Ceci empêche une repousse suffisamment dense de la végétation herbacée, avant l'arrivée des premières averses, violentes, de la saison des pluies.

La forme d'érosion la plus fréquente est celle qui se développe en nappe, c'est-à-dire qui résulte du ruisselle-

ment d'une lame d'eau très peu épaisse (quelques centimètres au maximum) et qui couvre entièrement le terrain. Ce ruissellement non concentré présente une compétence limitée par rapport à la taille des particules. Les matériaux arrachés et transportés sont pour l'essentiel, des argiles, des limons et des sables fins. L'étude détaillée de nombreuses toposéquences montre que ces matériaux ne sont pas redistribués dans le paysage. Ils ne donnent lieu à aucun atterrissement sensible en bas de pente et sont finalement rapidement exportés jusqu'à l'Océan par le réseau fluvial. Le résultat principal de cette érosion en nappe est une concentration relative, qui s'effectue pour l'essentiel sur place, des sables grossiers et de taille intermédiaire dans les horizons supérieurs. Ces sables, très déliés les uns des autres, constituent alors un matériau à structure particulière. Quand l'action de cette érosion en nappe est suffisamment prolongée, et pour des matériaux pauvres en sables grossiers ou de taille intermédiaire, les éléments grossiers (nodules ferrugineux et gravats de quartz) des horizons profonds peuvent affleurer, se concentrer à la surface et former un « mulch ». L'érosion se bloque alors d'elle-même, mais au prix d'une baisse importante de la fertilité. Ce dernier phénomène s'observe rarement dans la région étudiée alors qu'il tend à se généraliser plus au nord, dans le pays Kabrais et dans les régions de Kandé et de Dapango.

L'érosion en nappe est favorisée par la formation, que l'on constate fréquemment, d'une pellicule de battance, voir d'une croûte en saison sèche. Cette formation découle de l'abaissement du pourcentage de matière organique et, partant, de la stabilité structurale. Elle se renforce d'elle-même au fur et à mesure de l'exportation des couches superficielles les plus humifères et de l'argile puisque cette fraction fine contribue grandement à la formation des agrégats.

Une autre forme de dégradation est l'érosion en rigoles. Elle est très rare dans la région étudiée. Elle ne se développe que sur les glacis, plus ou moins imperméables, à dominance de montmorillonite et quand le couvert végétal a été brûlé. Elle s'étend à partir des axes de drainage et remonte sur les versants à la faveur d'inégalités de surface du terrain, inégalités qui permettent au ruissellement de se concentrer. La compétence du ruissellement est assez forte pour exporter les matériaux du sol, sauf les débris dont la taille dépasse quelques centimètres. L'approfondissement des rigoles s'effectue, en général, jusqu'à l'arène à sables assez grossiers et à fragments de roches, voire jusqu'à la roche-mère.

L'AGRICULTURE

Les activités sont essentiellement agricoles, aucune ressource minérale naturelle ne permettant de créer sur place d'autres industries que celle de l'usine textile d'Atakpamé. Les cultures pratiquées dans cette région du Togo sont :

- caféiers, cacaoyers, quelques palmiers à huile au pied de la région montagneuse et, accessoirement, du chañon parallèle des Monts Toutouto-Haïto ;
- l'igname et le coton cultivés partout ailleurs, surtout sur les terres récemment défrichées des zones d'immigration kabraise. L'igname assez exigeant, y trouve des terres encore relativement riches et suffisamment pourvues en matière organique. Cette culture vivrière est, souvent associée, en plus du coton, au maïs, au riz et parfois au haricot.

Les autres cultures, toutes vivrières, sont : le manioc de préférence dans la moitié sud, le mil et le sorgho dans la moitié nord. On peut observer, toutefois d'assez belles cultures de manioc jusqu'au 9ème parallèle et même au-delà.

Les seules cultures exportatrices restent : le coton et l'arachide pour l'ensemble de la région, et le caféier ainsi que le cacaoyer cantonnés au piedmont des régions montagneuses.

L'élevage est partout fort limité. La plupart des troupeaux sont conduits par les Peuhls à qui les confient les cultivateurs togolais.

— II —
LES SOLS

LES GRANDS PROCESSUS DE LA PÉDOGENÈSE

1. Généralités

L'évolution de la matière minérale aussi bien que de la matière organique tend vers la transformation totale des matériaux soumis à la pédogenèse. Elle aboutit dans la majorité des cas, à l'apparition de forts pourcentages de kaolinite et d'hydroxydes de fer ainsi que d'acides humiques et fulviques. C'est principalement le cas des sols du haut glacis.

Cependant, certaines catégories de sols, développés au Quaternaire récent, à partir de la roche-mère mise préalablement à nu (ou du moins des termes inférieurs de zones d'altération plus ou moins anciennes) sont loin d'être arrivés au stade atteint par ceux des témoins du haut glacis. Des minéraux primaires subsistent encore dès une faible profondeur dans les profils. Ils permettent pour certaines situations topographiques plus « confinantes » que la moyenne, la formation d'argiles du type 2/1 accompagnées souvent d'une évolution de la matière organique plus proche de celle que nous connaissons en régions tempérées.

Les processus pédogénétiques les plus largement représentés sont : la ferrallitisation, la « ferruginisation » (terme que nous emploierons ici pour exprimer le développement des sols ferrugineux tropicaux) et l'hydromorphie. Le lessivage, la lixiviation, l'appauvrissement, l'induration, les remaniements, etc... sont des phénomènes actifs dans tous les grands groupes de sols. Si nous devons résumer par quelques mots la pédogenèse de ce socle, nous pourrions le faire en soulignant que nous avons, presque partout, des sols très remaniés, dont les horizons supérieurs tendent vers un appauvrissement total en argile et en fer tandis que les sesquioxydes de ce dernier élément s'indurent en profondeur, soit sous forme de carapace (ou de cuirasse) soit, le plus souvent, sous forme de concrétions ou de nodules.

2. Les principaux grands types d'évolution

a - La ferrallitisation

Caractérisée par la prédominance absolue des actions de dissolution, d'hydrolyse et d'oxydation, la ferrallitisation aboutit à la transformation complète de la roche-mère. Les produits finaux consistent en un ensemble à forte proportion de matériaux plastiques (argilification complète) : kaolinite (à faible capacité d'échange de cations), hydroxydes de fer et parfois d'aluminium restant amorphes ou bien évoluant vers une cristallisation de plus en plus nette et dominante (goethite, hématite, gibbsite éventuellement, etc.). A ces minéraux secondaires, est associé un résidu de minéraux primaires très résistants à l'altération tels que le quartz et des minéraux accessoires alumino-silicatés : zircon, rutile, grenat, tourmaline, etc. Tous les minéraux les plus sensibles à la dissolution et à l'hydrolyse disparaissent naturellement en premier et comme ce sont eux qui fournissent normalement la charge des cations nécessaires au développement végétal, nous aboutissons à des sols chimiquement pauvres. Un autre élément minéral, indispensable aux plantes est lui, en principe, assez bien retenu par les sols soumis à la ferrallitisation : il s'agit du phosphore. Mais sa persistance dans les profils n'est que le reflet de son insolubilisation par les hydroxydes de fer ou d'aluminium et par conséquent de son inassimilabilité théoriquement totale par les plantes. Il faut tempérer cette notion par la possibilité de certains sols suffisamment pourvus en matière organique, de rendre ce phosphore plus accessible à la vie végétale, grâce à divers phénomènes tels que la complexation ou la chélation.

Les horizons C des sols ferrallitiques cartographiés dans le présent travail, offrent des morphologies diverses.

— **Le bariolage ferrallitique** est un type morphologique dans lequel les zones diversement colorées se calquent sur l'hétérogénéité minéralogique de la roche-mère. Les zones les plus vivement colorées (violet, rouge, etc.) correspondent à celles des ferromagnésiens, par exemple.

La lixiviation de la silice se trouve, dans ces horizons bariolés, assez poussée, car ce genre de milieu est rarement engorgé en saison des pluies. Les rapports silice/alumine sont voisins de 2 ou légèrement inférieurs à cette valeur.

— **Le matériau** que nous appellerons ici **kaolinique**, est marqué par une certaine hydromorphie si bien que le bariolage ferrallitique, si tant est qu'il existait auparavant, n'est plus reconnaissable, les sesquioxides de fer ayant été redistribués. On le trouve le plus souvent sur micaschistes. Très généralement, la granulométrie du matériau est fine et les roches-mères sont minéralogiquement assez homogènes. Ces caractères peuvent expliquer la facilité du développement d'un certain engorgement et la difficulté pour le bariolage de s'individualiser. Le milieu se trouvant plus confiné, les rapports silice/alumine sont un peu plus élevés que précédemment. Ils atteignent, dès une faible profondeur en dessous de l'horizon B, des valeurs voisines et même supérieures à 2,2. Mais en général, par suite de l'enfoncement du réseau de drainage, ces formes d'hydromorphie ne correspondent plus à des phénomènes actuels.

Dans les horizons C de nombreux sols ferrugineux très développés, profonds, le matériau originel présente une morphologie voisine de ce dernier type, mais plus nettement, ou du moins plus actuellement hydromorphe.

La ferrallitisation est le processus caractéristique de la pédogenèse des hauts glacis mais, bien qu'elle ait pu s'effectuer sur une période relativement longue, elle n'a pas abouti à une évolution géochimique extrême identique à celle des zones équatoriales. La présence d'alumine libre est très rare.

Les sols ferrallitiques sont souvent très argileux dès une faible profondeur et, sauf induration ferrugineuse, présentent en général une assez bonne structure. L'argile est très fortement « stabilisée » par la présence d'un pourcentage élevé d'hydroxydes libres de fer et ceci permet, en effet, à une structure grumeleuse nuciforme ou, plus fréquemment, polyédrique fine de se développer. Les argiles de ces sols présentent ainsi une assez grande résistance vis-à-vis des phénomènes d'appauvrissement ou de lessivage sous l'action des eaux d'infiltration ou même de ruissellement. Les sols ferrallitiques présentent des profils relativement peu différenciés dans l'ensemble.

Les caractères agronomiques des sols ferrallitiques de ce socle sont, en principe, assez bons mais il n'en est pas de même pour les zones dont la dégradation du couvert végétal remonte à fort longtemps. Le pédoclimat, de même que l'équilibre des complexes organo-minéraux furent affectés profondément par ce bouleversement si bien que la structure s'est dégradée. Cohésion, compacité, massivité augmentent en profondeur, ce qui se traduit d'abord par un enracinement contrarié, d'où une gêne sérieuse, quand il s'agit de plantes cultivées. On connaît encore très mal le déterminisme de ces modifications de la structure sous l'action de la disparition du couvert forestier originel et de l'assèchement saisonnier du pédoclimat.

Par ailleurs, par relation de cause à effet, ou en concomitance avec cette dégradation de la structure, la mobilité de l'argile et des hydroxydes de fer s'accroît. Nous assistons, rapidement semble-t-il, à l'apparition d'horizons supérieurs appauvris en argile et ceux-ci sont souvent accompagnés d'horizons profonds concrétionnés voire carapacés, sans toutefois qu'il soit possible de préciser la chronologie relative des deux phénomènes. La dégradation de ces sols est, bien entendu, accélérée par l'implantation humaine.

La question de savoir si la ferrallitisation est encore, sur le socle, un processus actuel n'a pu recevoir jusqu'à ce jour, que des réponses contradictoires, étant donné le manque d'études fondamentales relatives à cet aspect de l'évolution géochimique. Il est certes probable qu'elle s'effectue encore dans les zones les plus arrosées de la région montagneuse et de son piedmont. Sur l'ensemble de la plaine, l'observation des sols qui couvrent les versants développés depuis probablement le début du Quaternaire ne permet pas de supposer que la ferrallitisation ait pu apparaître au cours de cette ère. Nous avons, bien entendu, sur une portion parfois importante de l'amont des versants, des altérations ferrallitiques bien typées mais elles ne sont toujours que le prolongement de celles que nous avons sur les témoins du haut glacis auxquels aboutissent ces versants. Ces altérations ont vraisemblablement débuté avant

l'élaboration de la plus ancienne surface d'érosion en partie conservée. Le façonnement des versants n'a pu aboutir qu'à leur tronçuration incomplète.

On peut se demander, cependant, si la ferrallitisation affectait absolument toute l'ancienne pédiplaine, ou du moins d'une façon égale. En effet, sous certains témoins du haut glacis, la profondeur de l'altération « plonge » en altitude absolue. Ce fait ne traduit-il pas un certain contrôle lithologique ou structural, tectonique de l'altération ferrallitique ?

b - La « ferruginisation »

Il n'existe pas, à proprement parler, d'altération typique des sols ferrugineux tropicaux. Ceux-ci, en effet, se développent, en polyphasage ou non, dans des matériaux très divers, d'origine ferrallitique ou, à l'inverse, dans des matériaux riches en minéraux primaires altérables et en argiles de type 2/1, montmorillonitiques bien souvent. Autrement dit, si l'on peut sur le terrain, reconnaître sans hésitation un horizon C ferrallitique, on ne peut diagnostiquer un horizon C ferrugineux. La pédogenèse de ces sols n'est donc typique que dans les horizons A et B. Elle aboutit (G. AUBERT, 1965) à « des sols riches en sesquioxides de fer individualisés répartis sur l'ensemble du profil ou, le plus souvent, accumulés dans ses horizons inférieurs. Ces sols sont caractérisés par leur couleur rouge, rouille ou ocre et, souvent, par leur richesse en concrétions réparties sur une assez grande épaisseur. Leurs matériaux argileux comprennent de l'illite en plus de la kaolinite. Ils ne comportent pas d'alumine libre. Leur complexe absorbant n'est que faiblement désaturé (S/T supérieur à 50 % dans le B). Leur structure est fréquemment dégradée en surface ; la compacité y est alors élevée ».

Si nous reprenons l'ensemble de ces caractéristiques, qui correspond par ailleurs à une notion bien individualisée sur le terrain et sur laquelle la plupart des pédologues se mettent finalement rapidement d'accord, il faut convenir que par rapport aux sols ferrallitiques et en particulier ceux de la sous-classe faiblement désaturée, les critères de différenciation sont assez peu nombreux. Certains sont inaccessibles à l'observation tels que la saturation du complexe et l'absence d'alumine libre. Par ailleurs, la présence de concrétions n'est pas l'exclusivité de ces sols car elle se retrouve très fréquemment dans ceux de la classe ferrallitique.

Quoiqu'il en soit, si le passage entre les horizons successifs sont graduels dans un sol ferrallitique, le profil des sols ferrugineux est au contraire très différencié. Dans ces derniers, le matériau originel subit, en général, sinon des transformations géo-chimiques, du moins des modifications morphologiques importantes quand il est livré à la pédogenèse des horizons supérieurs A et B. Couleur, granulométrie, structure sont extrêmement différenciées d'un horizon à l'autre et traduisent des processus de redistribution de l'argile et des hydroxydes de fer soit à l'intérieur des horizons, soit à l'échelle du profil, voire de toposéquences entières dans certaines régions d'Afrique.

En définitive, ces sols ferrugineux tropicaux se distinguent des sols ferrallitiques par un ensemble de processus aisément reconnaissables sur le terrain : modification de la couleur par éclaircissement vers les teintes jaunes ou beiges et souvent, à plus ou moins grande profondeur, processus d'hydromorphie caractérisés, lessivage-appauvrissement de l'argile des horizons supérieurs, pouvant parfois affecter le profil sur une très grande épaisseur, mobilité des hydroxydes de fer pouvant parfois être très complète et se réaliser sur des distances verticales (et latérales ?) très importantes. Cette mobilité peut donner lieu, dans le paysage à des concentrations ou des accumulations intenses : concrétions ou nodules, carapace ou cuirasse. Quand l'ensemble de ces caractères n'est pas réuni, le diagnostic peut être difficile et il faut bien dire que parfois, on a recours à l'observation des zones d'altération, qui permet soit de rattacher les sols en question à la classe ferrallitique, soit de les en exclure. Dans ce dernier cas, la démarche n'est évidemment que négative.

La majorité des sols du socle (environ les trois quarts) procède d'une pédogenèse du type ferrugineux tropical. Nous sommes, ici, semble-t-il dans les conditions idéales pour qu'elle s'effectue : pluviométrie ne dépassant pas 1300 mm en général mais suffisante pour une évolution géochimique assez poussée des minéraux primaires, contraste accentué entre saisons sèches et pluvieuses facilitant l'apparition de phénomènes d'hydromorphie, roches-mères en moyenne suffisamment acides, suffisamment riches en quartz, donnant par altération, des matériaux assez perméables pour des redistributions d'éléments, topographie assez molle, permettant des engorgements prolongés et ne permettant, du moins sous couvert végétal naturel pas trop dégradé, qu'une érosion assez modérée pour que le bilan du développement des horizons supérieurs soit orienté en faveur d'une évolution poussée des minéraux ainsi qu'en faveur de l'individualisation nette de ces horizons.

La profondeur des sols jusqu'à la roche-mère encore assez cohérente, atteint souvent 4 mètres.

Les sols ferrugineux ne se sont vraisemblablement développés qu'après le début du Quaternaire. Il est peu probable que certains se soient formés auparavant sur la pédiplaine tertiaire car ceux qu'on peut y observer sont tous relativement minces et généralement peu typés. Ils sont pour la plupart, des stades de polyphasage, qui sont développés aux dépens de sols ferrallitiques.

Le domaine essentiel des sols ferrugineux est celui des versants.

Leur pédogenèse aboutit à des profils bien différenciés du type A1-A2 (ou A2_g)—B (ou B_g) — BC-C.

c - L'hydromorphie

L'hydromorphie implique l'influence de l'engorgement temporaire ou permanent qui affecte tout ou partie des profils. Elle ralentit ou peut ralentir certains processus : l'évolution de la matière organique et la lixiviation de certains éléments solubles, grâce à la concentration réalisée par le milieu. Elle peut également bloquer les déplacements de particules solides, colloïdales ou pseudo-solubles. Elle ralentit l'oxydation des minéraux ferrifères, donc leur altération. Elle peut, à l'inverse, accélérer certains processus : le cheminement ou la diffusion d'éléments solubles soit par mouvement de la nappe, soit par évaporation de l'eau en contact des horizons supérieurs. Elle peut accélérer par le déficit d'oxygène que sa présence entraîne, la mise en mouvement de fer et de manganèse sous formes réduites puis leur dépôt par oxydation consécutive à l'évaporation ou au contact à l'air libre.

L'hydromorphie est donc un phénomène à multiples facettes dont le résultat définitif peut être fort différent selon le milieu sur lequel porte son action. Elle affecte à divers degrés, une majorité des profils du socle. Même les sols ferrallitiques, les mieux drainés, présentent toujours en profondeur des signes d'hydromorphie sous forme de ségrégations ferrugineuses.

Les sols hydromorphes sont fréquents sur le socle, mais principalement dans les situations topographiques déprimées. Toutefois l'hydromorphie, de par l'existence d'une longue saison sèche et du profil des talwegs qui permet un ressuyage rapide, n'est que très rarement poussée jusqu'au stade de l'accumulation organique. Nous n'avons en pratique, toujours à faire qu'à des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères.

Entre sols ferrallitiques (au pôle très drainant) et sols hydromorphes, se situent les sols ferrugineux tropicaux quant à l'importance de l'hydromorphie dans la pédogenèse. Les actions de mise en mouvement y prédominent souvent sur celles de blocage et aboutissent finalement à des différenciations accusées entre horizons et même entre profils d'une même toposéquence. Leur situation sur les versants et leurs matériaux originels dans l'ensemble assez riches en sables quartzeux donc filtrants, se prêtent fort bien à cette dynamique. En dehors des sols ferrugineux et des horizons ferrallitiques profonds, l'hydromorphie affecte les vertisols (dans lesquels prédominent les actions de confinement), les rares sols bruns eutrophes ainsi que les quelques sols halomorphes (solonetz plus ou moins solodisés). Dans ces derniers, également, l'hydromorphie aboutit à des actions de blocage et de confinement.

3. Les processus de différenciation des horizons

a - Lessivage et appauvrissement

Le lessivage désigne pour de nombreux auteurs, une redistribution, sous forme colloïdale ou plutôt finement cristalline des minéraux argileux, ou de sesquioxydes de fer. En règle générale, cette acception implique deux stades. Le premier stade aboutit à la diminution du taux d'argile ou de fer des horizons supérieurs qui deviennent éluviés. Le second stade consiste en une accumulation des matériaux ainsi entraînés, dans des horizons plus profonds (horizons illuviés, B). Quand l'entraînement s'effectue hors des profils intéressés, par circulation latérale, sans accumulation « verticale » nous aboutissons au phénomène d'appauvrissement. Celui-ci peut être particulièrement intense et profond. En effet, le lessivage s'impose, de lui-même, une limite par le colmatage qu'il réalise le plus souvent à une profondeur restreinte. L'appauvrissement qui n'aboutit à rien de tel peut, alors, arriver à intéresser le profil entier jusqu'à l'horizon d'altération, pour ne laisser que des éléments grossiers « emballés » dans une matrice uniquement sableuse. Nous avons alors des profils de texture grossière, à structure particulière, généralement de cohésion faible ou

nulle. Ce sont des profils « boullants » à horizon A2 « hypertrophié » (HUMBEL, 1974). La limite d'action de cet appauvrissement, en profondeur, est souvent très tranchée. Parfois, ce phénomène peut succéder à une phase de lessivage. Il aboutit, en ce cas, à une troncature de l'horizon B, un horizon A2 se développant aux dépens du premier, avec un passage assez rapide, parfois brusque entre les deux.

Lessivage et appauvrissement sont, selon toute vraisemblance, favorisés, aussi bien en intensité qu'en puissance, par des roches-mères leucocrates. L'appauvrissement est, d'autre part, d'autant plus complet que les feldspaths sont moins rapidement altérables et ne permettent qu'une argilisation ralentie (orthose, microcline). Le peu d'argile formée en un temps donné est d'autant plus facilement entraîné.

Au Togo, presque tous les sols présentent des horizons supérieurs pauvres ou, le plus souvent, très pauvres en argile. Ceci est particulièrement net pour les sols ferrugineux dans certains desquels la matrice est purement sableuse jusqu'à l'horizon C. La plupart d'entre eux procède, selon les données analytiques, du seul appauvrissement (LÈVE-QUE, 1975), mais nous pouvons parfois noter un certain lessivage, très partiel en réalité. Les revêtements argileux, dans les horizons de profondeur, sont rares. Il faut certainement voir, par là, dans certains cas, la conséquence des remaniements intenses dont sont ou ont été affectés tous les sols.

b - Lixiviation

La lixiviation est le phénomène d'exportation hors du profil des éléments solubles, soit au niveau des zones d'altération, soit à celui des horizons sus-jacents. Elle porte essentiellement sur les bases et la silice des silicates, très accessoirement sur les autres éléments : fer, aluminium et silice du quartz. Elle contribue pour une part essentielle à l'appauvrissement chimique des sols et affecte à divers degrés, tous les grands groupes de la classification. Limitée dans les vertisols, les sols bruns eutrophes, les sols halomorphes et dans certains sols hydromorphes, c'est dans les sols ferrugineux et ferrallitiques que la lixiviation prend le plus d'ampleur. Les horizons A2 des sols ferrugineux tropicaux dits « lessivés », dans lesquels se combinent lixiviation et lessivage-appauvrissement, peuvent voir leur teneur en éléments solubles (ou soluvilisables) s'abaisser à des valeurs négligeables. La somme des bases échangeables, en particulier, peut-être inférieure à 1 milliequivalent/100 g dans cette partie du profil.

c - Induration

Les très sévères alternances de dessiccation et d'humidification des profils, les fortes variations du potentiel redox ainsi que la quantité des produits complexants issus de l'évolution de la matière organique sont des facteurs extrêmement propices à une redistribution marquée des hydroxydes de fer libérés de la roche-mère. La mobilité de ces constituants, en saison des pluies, est suivie en saison sèche, de leur immobilisation. Il s'ensuit une concentration des hydroxydes de fer, soit à l'échelle des horizons, soit à celle des profils, soit, peut-être à celle de toposéquences. La limite du déplacement dépend de la facilité offerte par le matériau de transit ainsi que de l'existence de « pièges ». Nous aboutissons à des normes de concentration qui sont, dans la plupart des cas, indurées. Celles-ci peuvent être des concrétions (au sens large) ou bien des carapaces ou cuirasses quand la totalité des horizons intéressés est « figée ».

Les concrétions sensu lato, ou plutôt les formes d'induration discontinue peuvent présenter divers faciès morphologiques : **pseudoconcrétions** (enrichissement en fer de fragments de roche-mère incomplètement « digérés » par l'altération), **nodules** (imprégnation « isotrope » d'une masse terreuse), **concrétions** (présentant des structures concentriques par apports successifs d'hydroxydes et des formes arrondies ou ovoïdes). Toutes les formes de transition entre ces trois grands types peuvent exister, sans compter des pseudomorphoses d'éléments cristallins de la roche-mère.

La morphologie des cuirasses et carapaces est variable : massive, concrétionnaire, nodulaire, vacuolaire, etc.

Au Togo, en particulier sur le socle granito-gneissique, l'induration du fer est, au même titre que l'appauvrissement en argile, un phénomène général et intense. Les cuirasses sont toutefois assez rares et limitées, en gros, aux témoins des hauts glacis les plus proches des Monts Togo. Certaines zones cuirassées sont évidemment visibles un peu partout, mais d'une façon très discontinue, sous forme de bandes parallèles aux courbes de niveaux sur un peu tous les versants, mais plus fréquemment dans le nord que dans le sud de la péninsule.

Les carapaces sont plus fréquentes, mais ne sont généralement, que des formes d'induration peu poussées

d'un emballage ou d'une matrice « noyant » un fort pourcentage de concrétions ou nodules. En saison sèche, il est parfois difficile de distinguer carapacement et concrétionnement intense.

En définitive, le concrétionnement est la principale forme d'induration sur la pénéplaine granito-gneissique. Il est omniprésent et intéresse à divers degrés tous les grands groupes de sols. Il se développe aussi bien dans certains vertisols que dans les sols ferrallitiques mais c'est dans les sols ferrugineux qu'il est le plus intense et le plus puissant. Combiné à l'appauvrissement en argile (facilité, d'ailleurs, par le développement d'une texture plus grossière qu'entraîne cette forme d'induration) il aboutit à transformer certaines parties de profils en un assemblage de concrétions et de sables quartzueux. Ces sols, chimiquement et physiquement très pauvres sont malheureusement extrêmement fréquents.

d - Remaniements

Les remaniements constituent un phénomène également très général, peut-être encore plus général que tous les autres processus pédologiques. Ils se reconnaissent à peu près partout, en toute position topogéomorphologique, sur toute formation pédologique, sous tout couvert végétal, grâce à la présence, en profondeur, d'une nappe de gravats plus ou moins épaisse et continue. Cette nappe de gravats souligne le passage, souvent brutal entre les horizons sus-jacents remaniés et ceux qui sont en place. Quand elle n'existe pas, ce qui est rare, il est difficile, sur le terrain de reconnaître l'existence d'horizons remaniés, à moins que la texture de leurs sables quartzueux présente des variations verticales d'évidence étrangères au développement normal, autochtone, d'un sol à partir du matériau sous-jacent. Il est donc nécessaire, en cas d'absence de cette nappe de gravats, de recourir à une analyse granulométrique fine, avant de se prononcer.

L'étude détaillée des matériaux des termitières a permis de montrer (LÉVÊQUE, 1975) que les remaniements superficiels des sols sont le fait des termites principalement. L'action de cette faune du sol aboutit aux phénomènes suivants :

— les particules les plus fines sont prélevées préférentiellement en profondeur et apportées en surface du terrain pour la construction des termitières. Il en découle en premier lieu un déficit de sables grossiers (de taille supérieure à 500 microns) dans la partie remaniée, dont les matériaux sont originaires des anciennes termitières effondrées. Mais d'autre part, le ruissellement des pluies sur la muraille de ces édifices, s'effectue d'une façon sélective au détriment des particules fines. Celles-ci sont exportées rapidement par l'érosion superficielle jusqu'aux axes de drainage sans donner lieu à des atterrissements sensibles sur les sols de l'aval. Ainsi l'a montré, dans chaque toposéquence étudiée, la comparaison de la granulométrie de l'ensemble de la partie remaniée des divers profils qui s'échelonnent sur les versants. Au bilan, l'ensemble de la partie remaniée présente, par rapport à la partie en place, un déficit de sables grossiers et de sables les plus fins (de taille inférieure à 80 ou à 100 microns) et un excédent de sables des fractions de taille moyenne (entre 500 et 100 microns).

Ces prélèvements sélectifs continuels par la faune aboutissent à une stratification très nette des matériaux sableux : les plus grossiers au plancher de la partie remaniée, les sables plus fins présentant leurs pourcentages maxima à une profondeur proportionnelle à leur taille, excepté pour les sables de taille inférieure à 100 ou 80 microns. Ceux-ci présentent leurs pourcentages maxima également au plancher de la partie remaniée, en conséquence de l'épuisement progressif de ces particules par le prélèvement par la faune et par l'érosion superficielle sélective, dans les horizons de surface ;

— l'argile, matériau plastique nécessaire à la construction des termitières subit le même sort que les sables les plus fins : prélèvement sélectif en profondeur et érosion superficielle. Au fur et à mesure de l'évolution d'un sol, ces deux mécanismes contribuent à l'appauvrissement en argile des horizons supérieurs et à leur approfondissement. De fait, si nous comparons la profondeur moyenne à laquelle se note le pourcentage maximum d'argile (c'est-à-dire, l'épaisseur moyenne des horizons éluviés) et l'épaisseur moyenne de la partie remaniée, nous voyons (tableau 5) que les données varient d'une façon parallèle d'un grand groupe de sol à l'autre ;

— le prélèvement des fines en profondeur et leur apport en surface a pour résultat la concentration à la base de la partie remaniée, de tous les éléments grossiers dispersés dans le profil, à l'origine. Le tableau 6 nous donne pour les différents niveaux (niveau I : recouvrement fin, niveau II : concentration des éléments grossiers en profondeur et niveau III sous-jacent, en place), les valeurs médianes de la densité apparente de la fraction fine des divers grands groupes de sols. Nous pouvons constater que ces densités apparentes sont les plus faibles dans le niveau II, ce qui confirme la liaison entre la concentration des grossiers et le prélèvement des fines ;

Tableau 5

Épaisseur affectée par le remaniement et profondeur des pourcentages d'argile dans les principales catégories de sols (valeurs médianes)

	Sols ferrallitiques	Sols ferrugineux tropicaux					Sols régoliques dans matériaux montmo.
		dans matér. kaolinique ± hydrom.	drainés	hydromorphes	faciès mince		
					drainés	hydromorphes	
épaisseur affectée par le remaniement	88	102	130	135	80	73	36
profondeur du maximum d'argile	86	126	111	135	83	74	60

Tableau 6

Valeurs médianes de la densité apparente dans les trois niveaux de sols

	Sols ferrallitiques	Sols ferrugineux du faciès profond		Sols ferrugineux du faciès mince
		drainés	hydromorphes	
niveau I	1,29	1,30	1,39	1,31
niveau II	1,24	1,08	1,21	1,12
niveau III	1,40	1,40	1,47	1,43

— le concrétionnement du fer s'observe presque exclusivement dans la partie remaniée des profils. Ceci peut être mis en relation avec deux phénomènes :

- d'une part, le mélange continu de la fraction minérale et des débris organiques, qui favorise la chélation du fer,
- d'autre part, l'amélioration du drainage qui est entraîné par l'action de la faune.

Les deux phénomènes aboutissent à une mise en mouvement du fer puis de sa concentration sous forme de nodules et de concrétions en profondeur.

En conclusion, on peut retirer de ce qui précède que les remaniements par les termites présentent une **importance considérable** dans l'individualisation des horizons A et B. De plus, comme ces remaniements s'effectuent indistinctement en toutes situations topographiques et dans tous les types de sols, l'évolution aboutit à une certaine uniformité de la pédogenèse sur l'ensemble du socle. Cette uniformité est caractérisée comme cela a déjà été souligné, par la généralisation de l'appauvrissement en argile et du concrétionnement. Les sols les plus jeunes sont les moins touchés et ce d'autant plus que leur roche-mère est basique. La conjonction de ces deux conditions aboutit à des matériaux très riches en argile montmorillonitique dont le confinement s'oppose à la différenciation des horizons.

Enfin, l'action des termites est en relation très étroite avec la densité du couvert végétal dont ils tirent leur subsistance. Ceci a pour conséquence, que le remaniement des sols peut être très inégal sur une faible distance, d'où l'hétérogénéité quantitative des caractères pédologiques secondaires tels que l'appauvrissement et le concrétionnement et, partant, de nombre de caractères de fertilité. Et cette hétérogénéité s'ajoute à celle que présente les diverses formations géologiques du socle.

Sur un plan plus général, l'ensemble des sols de versants peut être considéré comme autochtone, sans redistribution latérale sensible de matériaux, du moins à l'état figuré. Les seules exceptions notables à l'autochtonie sont les formations alluvio-colluviales des bas de pente, dans lesquelles se cantonnent les sols hydromorphes.

e - Processus Accessoires

Les processus accessoires peuvent se résumer à quatre : l'alcalisation, la carbonatation, la brunification et l'accumulation de la matière organique. Ils ne sont traités, ici, que pour mémoire car, sauf pour les sols bruns eutrophes, leur extension très réduite ne peut apparaître dans une cartographie à 1/200 000.

— Alcalisation

L'alcalisation ne concerne que des sites très localisés, le plus souvent dans le domaine des bas de pente (phase géomorphogénétique la plus récente) sur certains gneiss riches en sodium ou sur microgranites. Ces sites confinés ont donné lieu à une pédogenèse assez peu évoluée par rapport à l'ensemble de la pénélaine.

Nous trouvons là, des sols à alcalis « lessivés ». L'épaisseur des horizons éluviés varie entre 15 et 35 cm en général. Ce sont des solonetz (à structure de l'horizon B en colonnettes ou bien prismatique ou massive) dont certains évoluent vers les solods, par dégradation de l'argile dans un très mince horizon A2 blanchi, au contact du B. Le plus souvent, cette dégradation semble accélérée par l'action d'une nappe temporaire perchée qui s'installe à ce niveau. Ces sols, peut être assez ubiquistes au Sud du 8ème parallèle, sur les bas de pentes, n'en présentent pas moins une extension restreinte et discontinue. Ils ne sont pas cartographiables à l'échelle de 1/200 000. Assez souvent, d'autre part, l'analyse du complexe adsorbant ne confirme pas le diagnostic morphologique que nous pouvons en faire : le pourcentage de saturation en ions alcalins de la capacité d'échange se trouve nettement inférieur à 15 dans le B.

Enfin, une certaine alcalisation du complexe, peut se développer dans certaines zones d'altération argileuses, très confinée, de sols de divers grands groupes : hydromorphes, vertisols et parfois même ferrugineux.

— Carbonatation

Ce processus n'affecte également que les formations pédologiques des bas de pente, les plus récentes, riches en argiles 2/1 ou du moins en minéraux frais susceptibles, dans ce milieu confiné, d'engendrer ce type d'argiles. Il est nettement plus fréquent et d'extension locale plus importante, que le processus d'alcalisation. Tout comme lui, il est très dépendant de la nature des roches-mères et c'est sur les plus calciques d'entre elles (pourcentage en calcium généralement supérieur à 4 %) que nous l'observons. Il affecte indistinctement les horizons des sols peu évolués dans les argiles d'altération plus ou moins verticale, les horizons (B) de vertisols, de sols bruns eutrophes, de sols hydromorphes à gley, de solonetz et même la base du B ou du BC de certains sols ferrugineux développés à partir d'argiles d'altération riches en minéraux argileux 2/1. Cette concentration de carbonates se présente le plus souvent sous forme de nodules, beaucoup plus rarement sous forme de pseudomycélium ou diffuse, jamais sous forme de croûte.

— Brunification

La brunification n'affecte également que les formations riches en silice combinés et en bases (alcalino-terreuses) des bas de pentes. Elle consiste en la formation de complexes organo-minéraux dans lesquels le mull est la forme prédominante des acides humiques liés aux argiles. Elle donne naissance à des horizons A1 assez riches en matière organique (jusqu'à 4-5 % en moyenne) à rapport C/N bas (voisin de 10), dont la structure est généralement nu-ciforme assez fine, voire grumeleuse.

Cette brunification caractérise, en climat tropical, un groupe de sols : les sols bruns eutrophes. Ceux-ci à la différence des sols bruns tempérés présentent des horizons (B) à structure plus grossière (polyédrique ou cubique) et

sont marqués très souvent par une proportion sensible d'hydroxydes de fer libérés de la roche-mère.

Ces sols bruns eutrophes, sous leurs différents sous-groupes (modal, hydromorphe-vertique, ferruginisé, peu évolué) ne représentent, en superficie, qu'une très faible proportion de la région étudiée (nettement moins de 1 %). Ils sont cantonnés aux roches basiques, sous une extension réduite à quelques petites taches très éparses. Ils sont assez bien répartis sur l'ensemble de la pénéplaine, mais c'est dans l'extrême nord du Togo qu'ils sont les mieux représentés.

— Accumulation de la matière organique et son évolution

Sous couvert végétal aussi dégradé par l'homme, il est très difficile de se faire une idée de l'influence qui fut exercée par la matière organique sur les profils au cours de leur développement. Soulignons seulement que les taux de matière organique furent jusqu'à une période récente certainement plus élevés que ceux que nous relevons actuellement.

Actuellement, les taux de matière organique sont, en général, partout très faibles ; ils dépassent rarement 3 % pour les 20 premiers centimètres de la très grande majorité des profils. Ils sont très faibles dans les régions cultivées depuis un certain temps : 0,4 - 0,5 % de matière organique semble être un minimum rapidement atteint. Cette matière organique est en général bien ou assez bien évoluée. Les rapports C/N dépassent rarement 16 en dessous de 20 à 30 cm de profondeur. Encore faut-il tempérer la valeur diagnostique de ce rapport, par le fait qu'un certain pourcentage de carbone dérive en réalité des fragments de charbon de bois formé au cours des feux de brousse.

Le régime hydrique des sols de versants ne semble pas constituer un facteur très influent sur les teneurs ni même d'une façon sensible sur le type de produits organiques synthétisés tels qu'on peut les doser couramment en laboratoire sous forme des différents acides humiques et fulviques.

PRINCIPES DE LA CLASSIFICATION DES SOLS

La classification des sols utilisée est celle du Professeur G. AUBERT dans sa version de 1965 et modifiée par la refonte complète en 1966 (G. AUBERT et P. SEGALÉN) de celle des sols ferrallitiques.

En outre, fut retenue, pour cette présente étude, la notion d'appauvrissement dans les sols ferrugineux tropicaux, non pour en faire un groupe distinct tel que l'a établi la classification C.P.C.S. (1967) mais pour l'associer au lessivage jusqu'alors seul retenu pour les déplacements d'argile dans la classification de G. AUBERT.

Rappelons les principes retenus par G. AUBERT pour mettre au point la classification française des sols :

La Classe correspond à une communauté de caractères définissant un grand type d'évolution : par exemple la ferrallitisation, l'hydromorphie, etc. Ce type d'évolution est, en général, sous la dépendance d'un mode d'altération particulier des minéraux et d'une évolution caractéristique de la matière organique.

La Sous-Classe traduit un certain pédoclimat, ou plutôt les variations que subissent les grands processus qui définissent la classe, sous l'influence des conditions différentes de pédoclimat.

Le Groupe définit les variations morphologiques du profil, qui correspond à des processus d'évolution, ceux-ci faisant apparaître des horizons caractéristiques tels que : horizons lessivés, horizon d'accumulation, etc. Les groupes peuvent être également différenciés par l'intensité d'un processus.

Le Sous-Groupe est une notion qui introduit à l'intérieur du groupe la possibilité pour le processus fondamental d'évolution de présenter une intensité variable ou bien l'apparition d'un processus secondaire qui aboutit à des horizons fortement individualisés par des formations nouvelles : hydromorphie, induration, etc.

Le faciès est une unité taxonomique encore assez peu utilisée qui répond au besoin de traduire pour des études régionales, des intergrades entre deux sous-groupes ou bien des différences dans l'intensité des caractères de l'évolution à l'intérieur d'un sous-groupe.

La Famille définit les caractères pétrographiques et minéralogiques de la roche-mère ou du matériau originel qui en dérive, et à partir de laquelle ou duquel la pédogenèse s'effectue.

Le travail de cartographie présenté essaye de traduire, en descendant dans la mesure du possible jusqu'à la notion de faciès, l'énorme diversité des combinaisons de facteurs de l'évolution des sols. Dans un tel milieu naturel, il eût, peut-être, été préférable d'utiliser la notion d'association de sols mais celle-ci ne fut pas retenue. En effet, pour être utile à la compréhension de cette région, elle aurait dû être adaptée au degré de pédogenèse dominante dans chaque unité définie. Elle se serait ainsi éloignée de la synthétisation recherchée sans pouvoir préciser géographiquement l'extension des composantes. Pour cette raison, la notion d'association fut rejetée au profit d'unités homogènes de superficie plus restreinte tout en soulignant qu'elles ne peuvent correspondre, à cette échelle, qu'à une pédogenèse dominante mais non exclusive.

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE DES SOLS

1. Classe des sols minéraux bruts

Les sols minéraux bruts ne sont représentés, ici, que par la sous-classe d'origine non climatique, c'est-à-dire celle qui correspond à des climats ni trop secs ni trop froids et qui permettent, par ailleurs, des pédogenèses plus évoluées. Seul le groupe d'érosion a été retenu.

En outre, les lithosols constituent le seul sous-groupe possible car les roches-mères qui permettent l'enracinement n'existent pas.

Les lithosols les plus typiques se trouvent sur les inselbergs de gneiss ou de granites. Ces lithosols sur inselbergs se regroupent en une unité cartographique (N° 1) relativement pure et se présentent, en fait, sous forme d'affleurements de roche nue. Celle-ci réalise un pédoclimat sec, d'autant plus que les déclivités sont extrêmement fortes et ne permettent pas la stagnation des eaux de pluie. Par impossibilité pour un manteau d'altération d'y subsister (fortes déclivités et absence d'alternances de température suffisantes pour la désagrégation) ces formes vives se sont ainsi « auto-immunisées ». Elles ont échappé à toute altération ultérieure dès le moment où elles ont, en quelque sorte « émergé » du reste du socle en voie d'altération.

A ces lithosols sur inselbergs sont associés par place, dans les zones les moins pentues, quelques sols lithiques et des rankers tropicaux. Ces derniers se présentent sous la forme d'une accumulation organique accompagnée de quelques débris (graviers et sables) de la roche-mère sous-jacente sur laquelle elle repose comme un tapis.

Les lithosols sur quartzites (unité cartographique N° 2) couvrent de petits chaînons allongés parallèlement aux Monts Togo, proches de ceux-ci. Ils procèdent de l'érosion différentielle de la série atacorienne qui comprend, en outre, d'importantes assises de micaschistes à muscovite. Ces petits chaînons de quartzites subsistent principalement au nord de Sokodé ainsi que parallèlement à la faille qui délimite les Monts Togo au sud-ouest d'Atakpamé.

Cette unité cartographique est moins pure que la précédente et l'association avec des sols lithiques est plus fréquente. La cause en réside dans le fait que la résistance ou la composition de ces quartzites est assez variable d'où la mise en relief de multiples petites crêtes intermédiaires permettant aux produits de désagrégation de s'accumuler entre elles ou sur de petits replats.

Le pied de ces inselbergs et massifs de quartzites est souvent bordé d'une frange assez mince de sols peu évolués d'apport colluvial quartzo-sableux à hydromorphie de gley de profondeur et fortement teintés dans les 30 premiers centimètres par une matière organique relativement abondante, mais, semble-t-il assez peu évoluée.

Enfin, constituant la dernière famille de ce sous-groupe, les lithosols sur cuirasse affleurante (unité cartographique N° 3) sont localisés dans l'extrême nord de la région étudiée. Ils y apparaissent sous forme de bandes plus ou moins contournées et festonnées en bordure de vastes témoins du haut glacis. Ceux-ci sont affectés dans leur ensemble, d'une ferrallitisation assez poussée et par un cuirassement de plus ou moins grande profondeur.

Ces lithosols sur cuirasse affleurante sont associés fréquemment à des sols lithiques dont l'épaisseur peut atteindre 20 à 25 centimètres. Ces derniers sont très riches en débris ferrugineux et en nodules.

Vers l'aval, c'est-à-dire en direction des axes de drainage, ces lithosols et sols lithiques sur cuirasse passent rapidement par une corniche d'érosion, à des sols ferrugineux plus ou moins développés, dans une altération ferrallitique ou, plus fréquemment, kaolinique plus ou moins hydromorphe. Vers l'amont, en direction du centre de ces témoins de l'ancienne pédiplaine, ils passent d'une façon très irrégulière, aux sols ferrallitiques appauvris, indurés à cuirasse assez continue.

Possibilités d'utilisation de ces sols.

Elles sont très restreintes. La seule façon d'en tirer, dans un avenir très lointain, un certain revenu, est de mettre en défens toutes ces zones de lithosols afin que puisse se constituer un certain couvert végétal seul capable de faire démarrer une évolution en sols plus profonds.

2. Classe des sols peu évolués

De même que pour les sols minéraux bruts, l'existence des sols peu évolués procède des seuls facteurs topographiques, les caractéristiques climatiques n'ayant que peu d'effet, du moins direct, sur leur apparition. Ils sont, presque tous, le résultat des phases d'érosion géologique subies par la pénéplaine au cours du Quaternaire. Seuls, quelques sols peu évolués d'apport colluvial ou alluvio-colluvial se trouvent aux abords des Monts Togo mais sous une extension réduite et extrêmement discontinue.

— Groupe des sols d'érosion

+ Sous-groupe des sols lithiques

Généralités

Les sols lithiques couvrent de petits massifs mis en relief par l'érosion différentielle du socle granito-gneissique. Leur extension est réduite. Les ensembles principaux sont épars et s'alignent en gros, toujours selon la direction structurale SSW-NNE parallèle aux Monts Togo : Mont Koronga constitué de micaschistes à muscovite plus ou moins feldspathisés et de paragneiss à deux micas, au nord-est de Sokodé, Monts Djabataouré au sud-est de Sotouboua, constitués d'orthoamphibolo-pyroxénites passant soit à des roches voisines des gabbros, soit à des amphibolites, chaînon des Monts Toutouto-Haïto-Loboto au sud-ouest d'Atakpamé. Ces derniers sont constitués soit de quartzites avec intercalations de micaschistes à muscovite, soit de roches plus basiques (gneiss à biotite et amphibole) soit même d'orthoamphibolites (du groupe du Kabrais) accompagnés, pour les Monts Haïto, de quelques zones de serpentine. Les pentes sont très fortes (toujours nettement supérieures à 20 %) et la végétation est fréquemment fort dégradée : savane arborée plus ou moins dense dans le nord, quelques îlots de forêt très secondarisée et savanes herbeuses arbusives dans le sud.

— Familles des sols dérivés de roches basiques (unité pédologique N° 4) et des sols dérivés de roches acides (unité pédologique N° 5).

Morphologie

Ces sols présentent un profil assez constant avec les horizons suivants :

- de 0 à 10-20 cm : assez humifère, brun ou brun-rougeâtre, fréquemment argilo-sableux voire argileux pour les roches-mères les plus basiques, sableux pour les plus acides ; le pourcentage des éléments grossiers (fragment de roche-mère plus ou moins altérés, quartz, quelques concrétions) dépasse rarement 20 % ; la structure est finement nuciforme ou grumeleuse ; le passage à l'horizon sous-jacent est assez rapide.

- de 10-20 à 35-50 cm : encore assez humifère avec des teintes rouge ou brun-rougeâtre ; la texture reste à peu près identique à celle de l'horizon supérieur mais le pourcentage des débris de roche-mère s'accroît tandis que subsistent des blocs plus ou moins sains ; la structure est soit massive à tendance polyédrique ou nuciforme pour les textures argileuses, soit particulière à massive quand les sables sont très dominants. Le passage à l'horizon sous-jacent est irrégulier.
- en-dessous de 35-50 cm : très nombreux blocs et fragments de roche-mère entre lesquels les produits d'altération sont beaucoup plus fins pour les formations basiques que pour les formations acides.

Caractères généraux et analytiques des sols lithiques

Le drainage est toujours assuré d'une façon parfaite. Les raisons en sont les caractéristiques topographiques (drainage externe) et l'évolution propre (présence de nombreux éléments grossiers, minceur du sol, caractéristiques texturales-richesse en sables - ou structurales). Les couleurs sont le plus souvent vives, allant du brun au rouge selon la richesse en sesquioxydes de fer qui dépend de la roche-mère. Le profil est du type A1-C parfois du type A1-(B)-C pour les plus évolués d'entre eux. Les taux de matière organique sont assez élevés : ils dépassent souvent 5 % dans les 10 à 20 premiers centimètres. Cette valeur dépasse nettement la moyenne de celles de l'ensemble des sols du socle granito-gneissique, d'autant plus qu'en profondeur, jusqu'à la roche-mère, les pourcentages sont encore élevés (environ 2 %) sans grande différence d'un exemple à l'autre. Le rapport C/N est, en général, plus élevé (15 à 17) pour les sols lithiques sur roches acides, que pour ceux qui sont développés sur roches basiques (13 à 15). Les pH sont variables, plus élevés sur les roches-mères basiques (moyenne de 7) que sur roches acides (moyenne de 6) et dans l'horizon humifère que dans ceux de profondeur. Ces sols sont rarement acides.

Le taux de saturation du complexe est plus élevé sur roches basiques (où il est souvent saturé en surface) que sur roches acides où il dépasse rarement 70 % pour l'ensemble des horizons.

Aucun mouvement vertical d'argile n'est décelable. Les pourcentages de cette fraction fine sont très souvent bien inférieurs à ce que pourrait engendrer l'altération complète de la roche-mère. Deux raisons peuvent expliquer ce « déficit » : présence d'un fort pourcentage de minéraux primaires sous forme de sable, exportation très rapide, dans ce milieu très drainant d'une plus ou moins importante partie de la silice, au fur et à mesure de sa libération à partir des minéraux primaires.

Sols associés

Sur les roches basiques, de même que sur les micaschistes à muscovite, nous passons fréquemment à des sols ferrallitiques faiblement ou moyennement désaturés, rajeunis ou pénévolués. Sur des roches plus massives ou plus quartzueuses, l'association s'effectue avec des sols ferrugineux plus ou moins lessivés en fer et en argile, le plus souvent non ou peu concrétionnés, en général peu épais. Enfin le troisième grand groupe qui leur est associé est celui des sols minéraux bruts.

Propriétés agronomiques des sols lithiques et possibilités d'utilisation

Le facteur limitant est la profondeur du sol, ou plus précisément, le volume accessible aux racines. Si l'alimentation chimique des plantes n'a pas tellement à souffrir de cette restriction, par contre les besoins en eau ne sont généralement pas satisfaits pendant presque toute la durée de la saison sèche ; le pédoclimat est sec. Les propriétés physiques sont, par ailleurs, bonnes ou assez bonnes dans l'ensemble.

Il est bien entendu, exclus de pratiquer sur ces sols, quelque culture que ce soit, mais certains reboisements en essences susceptibles de résister à une longue période de sécheresse aussi bien édaphique que climatique pourraient être envisagés.

+ Sous-groupe des sols peu évolués régoliques

Généralités

Les sols régoliques correspondent par de nombreux caractères à ceux que D. MARTIN (1969) a défini dans le Nord Cameroun, sous le nom de sols hydromorphes à pseudo-gley lithomorphes ainsi qu'aux « pélosols » que les auteurs allemands décrivent sur les affleurements de formations géologiques argileuses (triasiques, en général). Ces pélosols sont, semble-t-il, dans la zone tempérée, ceux qui ressemblent le plus aux vertisols (P. DUCHAUFOR, 1972) mais la classification française ne semble leur donner de place que dans la classe hydromorphe.

Les sols qui ont été classés régoliques dans cette étude sont développés dans des matériaux d'altération argileux dont on peut suivre les différents stades de formation à partir de la roche-mère sous-jacente. Les caractères de ces matériaux sont les suivants :

- une forte proportion d'argile de type montmorillonitique,
- une forte cohésion des unités structurales à l'état sec et une forte plasticité à l'état humide,
- de fréquentes faces de glissement obliques en profondeur,
- une structure massive à l'état humide et polyédrique ou prismatique à l'état sec,
- un pourcentage de matériaux primaires altérables de plus en plus élevé en profondeur,
- des couleurs généralement vertes, verdâtres ou vert-gris. Celles-ci traduisent bien davantage la présence de montmorillonites ferrifères que l'hydromorphie de ces matériaux confinés. D'ailleurs cette hydromorphie n'est que temporaire et des gleys ne peuvent se former.

Les profils sont relativement peu différenciés : du type A1-C ou A1-(B)-C. Mais l'individualisation d'un horizon (B), à laquelle s'ajoute, dans la majorité des cas, une forte éluviation de l'argile des horizons A s'oppose quelque peu à la classification de ces sols dans le sous-groupe régolique. Aussi l'adoption de cette unité taxonomique n'est, ici, qu'un pis-aller. Mais ce pis-aller est difficilement évitable car, si ces sols présentent une différenciation de leur profil plus marquée que celle de la plupart des sols peu évolués, du moins sont-ils tous affectés de tendances simultanées vers de nombreux type d'évolution : vertique, halomorphe, hydromorphe et ferrugineux, en particulier, sans qu'aucun d'eux ne prédomine véritablement. Or, l'existence d'une multiplicité de tendances évolutives sans qu'aucune ne s'affirme sur les autres peut être considéré comme le signe d'une faible évolution.

L'argile d'altération, dont les caractères se retrouvent à très faible profondeur dans ces sols, s'est, dans la très grande majorité des cas, formée en place. Elle est autochtone malgré la présence, en son sommet, d'éléments étrangers tels que des quartz émoussés. Ceux-ci ont pu être incorporés, à la suite de phases d'érosion (qui les ont concentrés à la surface du terrain par exportation des particules plus fines) et de remaniements superficiels. Très souvent, ces éléments grossiers ont été inclus dans ce matériaux par la seule gravité à la suite de l'ouverture (souvent assez large) de fentes de dessiccation. En-dessous de cette argile d'altération, dont la puissance peut atteindre 2 mètres, nous passons assez rapidement dans la plupart des cas, à une arène très riche en minéraux primaires altérables : ferromagnésiens et feldspaths.

Les sols régoliques couvrent les bas de pente qui correspondent à la phase d'érosion géologique la plus récente. Cette morphogénèse de bas glacis a intéressé en premier lieu le sud du Togo, pour remonter d'abord par les grands axes du réseau hydrographique, en direction du nord du pays (jusqu'à la latitude d'Ayengré) sous une extension de plus en plus réduite dans le paysage. Nous les trouvons principalement sur les formations lithologiques les plus basiques. Leur extension maxima s'effectue dans les vallées du Mono et de l'Anié dont le creusement du cours a précisément profité de la rapidité plus grande avec laquelle l'altération a pu progresser dans ces formations basiques, riches en minéraux fragiles, facilement solubilisables. C'est au confluent de ces deux derniers cours d'eau qu'ils constituent l'ensemble le plus vaste, grâce à un soubassement en général très basique.

- Le faciès vertique de profondeur et appauvri en argile avec intergrades vers les solonetz ou vers les sols hydromorphes à redistribution de calcaire (unité pédologique N° 6).

Morphologie

Le type le plus général de profil est le suivant :

- de 0 à 40 ou 50 cm : ensemble d'horizons marqués par la matière organique, de couleur gris ou gris-brunâtre puis beige ou brun-gris en profondeur, de texture sablo-argileuse passant fréquemment à argilo-sableuse à partir de 30-35 cm ; les éléments grossiers sont rares et représentés par quelques petits graviers de quartz et de petites concrétions ; la structure est massive à tendance nuciforme grossière plus nette en surface ; le passage à l'horizon sous-jacent est généralement progressif mais dans certains cas peut s'effectuer en 1 à 2 cm.
- de 40-50 cm à 100-150 cm : gris-verdâtre ou vert-gris ; argileux passant fréquemment à argilo-sableux en profondeur tandis que la proportion de feldspaths et de ferromagnésiens croît ; à profondeur variable, le plus souvent de 80 à 100 cm, d'abondants quartz grossiers émoussés ou anguleux forment une nappe de gravats ; en sec la structure est polyédrique et la cohésion des unités structurales est forte ; les faces de glissement obliques sont d'autant plus nombreuses que la roche-mère est basique.
- en-dessous de 100-150 cm : passage progressif à une arène qui se développe entre les blocs de roche-mère de plus en plus jointifs en profondeur.

Caractères généraux

Bien que nous ne soyons pas en conditions hydromorphes caractérisées, le drainage interne de ces sols confinés dès une faible profondeur, est très déficient. Les propriétés physiques sont également très défavorables : structure grossière faisant apparaître, en profondeur, des unités sans grande porosité et difficilement accessibles aux racines. Celles-ci se limitent le plus souvent, à former un feutrage sur les faces des unités structurales. L'instabilité structurale est forte et, en présence d'eau, l'argile se disperse très facilement. Ceci peut expliquer le développement d'horizons A relativement appauvris. Le perpétuel remaniement biologique, brassant les horizons superficiels permet à cet appauvrissement de gagner en profondeur, sur plusieurs décimètres. Cet appauvrissement s'accompagne d'une lixiviation des bases, si bien qu'en dessous de l'horizon le plus humifère, où leur total atteint en moyenne 8 à 10 mé/100 g, elles ne représentent plus, fréquemment, que 2 à 3 mé dans un horizon intermédiaire sus-jacent à l'argile d'altération II en est de même pour le pH qui s'abaisse de 6,6 à 5,6 en moyenne et pour le taux de saturation qui proche de 90 % en surface peut s'abaisser à moins de 50 %. Dans l'argile d'altération, c'est-à-dire à partir de 50 cm de profondeur au plus, la somme des bases échangeables, le taux de saturation et le pH s'élèvent dans la majorité des cas à des moyennes respectives de 15 à 20 mé/100 g, près de 100 % et de 7 à 8. Cette richesse chimique plus élevée s'accompagne dans certains profils d'une alcalisation du complexe avec des rapports Na/T qui peuvent atteindre 35 % dès 60 cm et de la présence de nodules calcaires. Notons que les rapports C/N parfois assez élevés en surface, s'abaissent fortement ensuite : des valeurs de 13 et 10 à 11, respectivement à 30 et 50 cm de profondeur sont fréquentes et apportent un argument supplémentaire pour écarter l'hypothèse d'un développement hydromorphe. Notons également les valeurs élevées (de 2,8 à 3,0) du rapport moléculaire silice/alumine dans l'horizon superficiel appauvri. Elle traduit une faible évolution géochimique des minéraux argileux. Quand les horizons sus-jacents à l'argile d'altération dépassent une épaisseur totale de 50 cm, les tendances évolutives vers des profils de sols ferrugineux ou de sols hydromorphes s'affirment dans la plupart des cas. C'est pour cette raison que la profondeur maxima de 50 cm de l'apparition de l'argile d'altération a été retenue pour ranger les sols étudiés dans la classe peu évoluée.

Propriétés agronomiques

Ces sols présentent dans l'ensemble, des propriétés chimiques favorables ou assez bonnes. Le facteur limitant réside dans la structure de l'horizon d'argile d'altération, d'autant plus que, dans de nombreux cas, le gradient textural à partir des horizons appauvris superficiels est assez rapide voire même brutal. Ceci introduit une discontinuité très défavorable à l'enracinement. Restent donc, pour le développement des plantes, les possibilités offertes par les horizons appauvris, beaucoup plus meubles, plus légers, qui permettent une pénétration facile des racines. Les possibilités de culture sur ces sols semblent se résumer à deux : l'igname dont la culture en butte est appropriée à un tel genre de sol, à condition que les horizons appauvris, meubles, soient suffisamment épais, et le riz pluvial. Celui-ci peut s'accommoder de sols dans lesquels l'argile d'altération « remonte » à la surface et l'expérience menée pendant

quelques années à Anié par une mission chinoise montre que les résultats peuvent être rentables. Les possibilités de pâturages ne sont pas négligeables par ailleurs.

– Faciès à tendance superficielle ferrugineuse, appauvri en argile et à concrétions (unité pédologique N° 7).

Par rapport aux sols du premier faciès des sols régoles, ceux de ce second faciès de sols régoles diffèrent uniquement par leurs horizons supérieurs.

Ces différences portent principalement sur :

- le développement, de 15-25 cm à 40-50 cm, en moyenne d'un horizon de forte concentration ferrugineuse dans lequel les concrétions peuvent représenter jusqu'à 70-80 % du matériau total,
- l'appauvrissement en argile plus poussé dans l'horizon superficiel,
- une structure plus nettement particulaire en surface,
- des manifestations assez fréquentes d'hydromorphie au niveau de l'horizon Bfe.

Les caractéristiques chimiques sont voisines de celles du premier faciès, avec un pH et un taux de bases échangeables un peu plus faibles dans l'horizon superficiel.

Tous les intermédiaires existent vers les sols ferrugineux plus profonds mais des ensembles de ce type de sol se sont, au cours des prospections, individualisés avec une homogénéité suffisante, par la limitation de leur évolution ferrugineuse aux 50 premiers centimètres des profils. Il était donc justifié d'en faire une unité cartographique particulière.

Les caractéristiques agronomiques et les possibilités d'utilisation sont sensiblement du même ordre que celles des sols précédents, avec cependant une certaine limitation du volume accessible aux racines quand le concrétionnement est abondant et puissant.

– **Groupe des sols peu évolués d'apport**

+ **Sous-groupe à pseudo-gley (unité cartographique N° 8)**

Morphologie

Seul est représenté sur le socle, sous une extension rendant possible sa cartographie, le sous-groupe hydro-morphe des sols d'apport, sous un faciès à pseudogley de profondeur. Il se développe presque uniquement dans des colluvions de matériaux ferrallitiques issues du démantèlement des sols de la chaîne atacorienne. Les caractéristiques hydrodynamiques du socle affectent les matériaux ainsi déposés d'une hydromorphie variable en puissance mais qui aboutit presque partout à l'apparition d'un pseudogley qui remonte souvent assez haut dans les profils. Ce pseudo-gley se traduit par une redistribution du fer assez prononcée avec, pour résultat final, un concrétionnement souvent intense en gros nodules de formes irrégulières et riches en sables quartzeux. Dans ce milieu beaucoup moins drainant que celui d'origine, les matériaux des parties supérieures des profils se décolorent plus ou moins, virant vers des teintes ocre clair, jaunâtre ou beige. Il est vraisemblable que le fer ainsi mobilisé participe à la formation des concrétions ou de la carapace des horizons inférieurs. Il est possible que la plus grande partie du fer immobilisé à ce niveau soit d'origine externe au profil, en provenance des parties amont des unités morphodynamiques que constituent glaciaires ou versants, par circulation de nappe. D'autre part, les horizons supérieurs s'appauvrissent en argile jusqu'à une profondeur variable. Cet appauvrissement atteint souvent plusieurs décimètres en profondeur et dépassent même le mètre dans certains cas.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

En général, ces sols possèdent des propriétés physiques relativement favorables à un enracinement profond et mettent à la disposition des plantes, un volume de sol important car les formations indurées se situent le plus

souvent à des profondeurs importantes (souvent 2 mètres et plus). La porosité totale est élevée (atteignant fréquemment 60 %) et la cohésion d'ensemble est assez faible. Leurs caractéristiques hydriques sont bonnes et la présence d'une hydromorphie temporaire n'est pas une gêne à la profondeur à laquelle elle se situe.

Leurs caractéristiques chimiques sont beaucoup moins favorables. Le taux de saturation et le pH ne dépassent le plus souvent pas 40 % et 5,0 respectivement. La somme des bases échangeables n'excède pas 3 mé/100 g en-dessous de l'horizon superficiel le plus organique. Ils peuvent convenir à des reboisements, ainsi qu'à des cultures assez peu exigeantes, le sorgho par exemple ou bien l'arachide, sans compter les possibilités de pâturage.

3. Classe des vertisols et des paravertisols

L'extension des vertisols et des paravertisols se révèle, en définitive, assez réduite au Togo. Ces sols se localisent sur les roches-mères les plus basiques : amphibolites, pyroxénites, hornblendites et sur certains gneiss les plus mélanocrates des différents groupes de la Série du Dahomeyen. Certains des faciès les plus vertiques des sols régoliques développés dans l'argile d'altération montmorillonitique ont été souvent, avec quelques raisons, inclus dans cette classe des vertisols. Leur structure n'est cependant pas suffisamment développée et leur appauvrissement superficiel en argile est souvent trop poussé pour qu'on puisse les assimiler à ce grand groupe.

Les vertisols et paravertisols couvrent des zones restreintes et dispersées, surtout le long du Mono. Les deux principales sont : celle de Kolokopé (sur laquelle est installée la station I.R.C.T.) et celle qui s'étend, toujours le long du Mono, à la latitude d'Ayengré, du fleuve jusqu'à mi-distance avec le village du Diomé, situé à l'est.

Les vertisols et les paravertisols sont tous des formations pédologiques de bas de pente, donc à rattacher à la phase morphogénétique la plus récente. Ils sont également tous lithomorphes, c'est-à-dire développés sur place, à partir de la roche-mère sous-jacente sans apport de matériaux solubles ou solides et en milieu à drainage externe assuré. Les remaniements ont incorporé à leur profil des éléments grossiers étrangers, surtout des quartz plus ou moins émoussés ou anguleux.

Bien qu'un certain « self-mulching » amenuise la taille des unités structurales de nombre d'entre eux dans leur horizon superficiel, ce phénomène n'est jamais assez développé en puissance, ni surtout constant sur d'assez grandes surfaces pour que l'on puisse retenir dans leur classification, un groupe grumosolique. Enfin, le développement d'une large structure polyédrique à prismatique et les mouvements internes sont, en général, peu poussés. On n'observe des vertisols francs, par petites zones de quelques hectares au plus, que sur des passées très basiques, comme les serpentines, le long de la piste que longe les Monts Togo, au nord-ouest d'Atakpamé. Partout ailleurs, on a, dans la très grande majorité des cas, des vertisols du sous-groupe à caractères moyennement accentués. En outre, pour de nombreux profils, une tendance superficielle s'individualise dans les horizons supérieurs, vers une organisation de sols ferrugineux : horizon A1 massif et assez fortement éluvié, horizon Bfe riche en concrétions. On peut retenir pour ces dernières formations pédologiques, le terme de paravertisols.

- **Sous-classe : lithomorphe**

- **Groupe : non grumosolique**

- + **Sous-groupe : à caractères moyennement accentués**

- **Faciès sans dégradation superficielle (unité pédologique N° 9)**

Caractères généraux

La morphologie des horizons sus-jacents à la zone d'altération est peu différenciée. La couleur est noirâtre, passant fréquemment à verdâtre-foncé en profondeur et la structure polyédrique, localement prismatique assez large est affirmée, s'affinant fréquemment en surface. Malgré cette uniformité d'ensemble, les valeurs données par l'analyse

granulométrique traduisent fréquemment un certain appauvrissement en argile des horizons supérieurs : le pourcentage de cette fraction fine, de 60-70 % en profondeur des profils les plus argileux peut s'abaisser à 45 % en surface. D'autre part, nous pouvons observer jusqu'à 10-15 % de concrétions ferrugineuses dans certains profils malgré le fait que ces sols, de par leurs mouvements internes devraient s'opposer, en principe, à la formation de telles concentrations. Nous pouvons donc voir que ce que nous classons sur le terrain, à la seule observation de la morphologie d'ensemble, s'éloigne encore un peu plus du concept des vertisols modaux quand nous précisons les caractères. C'est le cas général au Togo et nous pouvons nous demander si ces sols ne sont pas également en début d'évolution ferrugineuse. Ceci étant, il est préférable de classer ce genre de sols dans la classe IV car il n'en reste pas moins vrai qu'ils présentent les caractéristiques essentielles des vertisols :

- profil plus ou moins homogénéisé par des mouvements internes de gonflement et rétraction de l'argile selon les alternances d'humidité, d'où une certaine indifférenciation des horizons,
- très faible macroporosité des éléments structuraux, dont la consistance et la cohésion sont fortes à l'état sec,
- structure polyédrique à prismatique assez largement exprimée en saison sèche,
- couleur foncée,
- richesse en magnésium du complexe d'échange.

Ces sols, assez peu évolués géochimiquement (rapports moléculaires Silice/alumine fréquemment supérieurs à 3,4 pour l'ensemble du profil) présentent un pH neutre ou basique dès une faible profondeur grâce à une saturation élevée, supérieure à 75 % de la capacité d'échange. Celle-ci est également forte : plus de 40 mé/100 g, en général.

Sols associés

Les plus fréquents sols associés sont les sols régoïques dans une argile d'altération plus ou moins vertique, qu'ils soient à tendance ferrugineuse ou non, dès que le soubassement passe à des faciès moins mélanocrates. Sur de très petits ressauts de terrain, c'est-à-dire en position de drainage externe mieux assuré, mais toujours sur roches-mères très basiques, nous trouvons des sols bruns eutrophes (d'extension très réduite). Ceux-ci peuvent céder la place à des sols ferrugineux lessivés-appauvris et concrétionnés, peu profonds, dès que les ressauts de terrain s'accusent et que la roche-mère est moins basique, plus riche en quartz et en feldspaths. Enfin sur les passées riches en sodium, nous avons quelques tâches de solonetz parfois en début de solodisation.

Le passage avec ces différentes catégories de sols s'effectue le plus souvent très rapidement.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Bien pourvus en bases échangeables (avec une forte proportion de calcium), en matière organique ainsi qu'en phosphore peut-être plus assimilable que ne le traduisent les valeurs données par le dosage selon la méthode Truog, bien pourvus également en réserves de minéraux altérables, ces sols ne présentent guère de problèmes de fertilité chimique. Il est nécessaire cependant d'entretenir cette fertilité dans le cas d'exploitation intensive comme c'est le cas sur certaines parcelles cultivées par l'I.R.C.T. Les propriétés physiques sont beaucoup moins favorables. Ce sont des sols suffisamment profonds, mais dont les caractéristiques mécaniques les rendent très sensibles aux différents états d'humidité ; trop secs, ils opposent une résistance énorme aux outils, et trop humides, leur adhésivité est telle qu'elle empêche tout travail. C'est pour ces raisons, qu'en définitive, ces sols les plus riches et les plus fertiles sont délaissés par l'agriculture traditionnelle. Retenons que, dans le cadre d'une mise en valeur selon des méthodes modernes, ces sols peuvent donner de forts rendements. Leur vocation principale est le coton, mais peuvent y être pratiquées avec succès des cultures de maïs, haricot, riz pluvial et plantations fourragères.

- Faciès à tendance superficielle ferrugineuse, appauvri en argile et plus ou moins concrétionné (unité pédologique n° 10)

Morphologie

Les sols de l'unité n° 10 se présentent souvent comme des formes de dégradation des précédents, aux sens géochimique et pédologique du terme.

L'ensemble de leurs caractères présente tous les intermédiaires entre les vertisols et les sols ferrugineux jeunes (c'est-à-dire peu profonds) et n'ayant pas épuisé toutes les possibilités d'évolution et de différenciation de leurs horizons offertes par le matériaux dans lequel ils se développent et par le pédoclimat qui les régit.

Les termes les moins typés de ce faciès de transition se limitent à une dégradation de la structure qui devient massive en surface. Dans les profils les plus différenciés, les variations de couleur s'affirment en profondeur avec d'assez fréquentes taches d'hydromorphie temporaire, le taux d'argile s'abaisse dans l'horizon superficiel à moins de la moitié de ce qu'il est au maximum et les concrétions ferrugineuses peuvent représenter une moyenne de 50 % du matériau total de 40-50 cm à 100-120 cm de profondeur.

On trouve ces sols dans les mêmes situations topogéomorphologiques que les vertisols mais ils se développent généralement aux dépens de roches-mères moins basiques.

Caractéristiques générales et analytiques

Parallèlement à l'abaissement général du rapport moléculaire silice/alumine (nettement inférieur à 3) dans l'horizon Bfe, nous assistons à une libération, une ségrégation ainsi qu'une concentration importantes du fer. Cependant, les caractéristiques chimiques (saturation presque totale du complexe et pH basique presque dès la surface) peuvent n'être pratiquement pas affectées. Certains profils, cependant, accusent une désaturation plus poussée.

Caractéristiques agronomiques et possibilités d'utilisation

Les caractéristiques agronomiques sont voisines de celles des vertisols du faciès précédent mais la massivité et la plus grande fragilité de la structure les rendent plus asphyxiants. D'autre part, la présence de concrétions, peut réduire de beaucoup le volume accessible aux racines.

Le riz pluvial est l'une des cultures qui peut donner les meilleurs résultats sur ces sols.

4. Classe des sols à Mull

- **Sous-classe : des pays tropicaux**

- **Groupe : des sols bruns eutrophes tropicaux**

Les caractères essentiels

Le groupe des sols bruns eutrophes tropicaux présente un pourcentage de matière organique assez élevé dans l'horizon A1, matière organique dont une assez forte proportion est évoluée en acides humiques bruns et gris liés à la matière minérale par l'intermédiaire de cations Ca et Fe. Le complexe d'échange est en grande partie saturé par le calcium et le magnésium. La réserve de silicates primaires (feldspaths et ferromagnésiens) pouvant libérer des bases et de la silice, est abondante. La richesse en bases et en acides humiques permet à une structure grumeleuse à nuciforme

assez stable de se développer dans l'horizon A1 d'autant plus que ces sols présentent dans la majorité des cas, un pourcentage d'argile assez élevé jusqu'au sommet de leur profil. Dans l'horizon sous-jacent (B), la structure est souvent cubique ou polyédrique fine. La couleur est brune ou brun-rouge dans l'horizon A et plus rouge dans l'horizon (B), mais des taches d'hydromorphie apparaissent dans la plupart des profils développés sur pentes faibles, avant 50 cm de profondeur. En outre, des concrétions ferrugineuses s'observent fréquemment de 15-20 à 40-50 cm de profondeur. Au plus fort de leur concentration elles peuvent représenter 60 % du matériau total. C'est le cas principalement des profils les moins bien drainés en profondeur, à structure assez massive en surface et dont l'appauvrissement en argile est marqué dans les dix à vingt premiers centimètres.

Le développement des sols brun eutrophes tropicaux nécessite un équilibre difficilement réalisable entre un drainage interne et externe suffisant d'une part, et la permanence de minéraux riches en silice combinée et d'un complexe d'échange saturé en cations alcalino-terreux d'autre part. On trouve ces sols dans des conjonctions très particulières : des roches-mères basiques, riches en fer, des sites affectés d'un rajeunissement récent et favorables à un resuyage assez rapide.

Les sols classés dans le groupe brun eutrophe tropical couvrent à peine, au total, 1 % de la superficie du socle granito-gneissique. Ils se groupent en petits ensembles dont la surface dépasse rarement quelques dizaines d'hectares et dont les plus vastes se situent au pied sud du Mont Agou. Ces derniers, qui sont par ailleurs les seuls cartographiables à l'échelle de 1/200 000, se développent aux dépens de roches basiques, soit dans des matériaux d'altération autochtones, soit dans des complexes colluvio-alluviaux qui en sont dérivés.

Sols associés et répartition géographique

Vers l'amont, ces sols font fréquemment place à des sols ferrallitiques rajeunis ou pénévulés, et vers l'aval, à des sols régoïques ou à des sols hydromorphes à gley dans des complexes colluvio-alluviaux argileux ou argilo-sableux. Au sein des ensembles dans lesquels ils dominent, nous trouvons des sols ferrugineux peu profonds sur les passées les moins basiques et des vertisols à caractères moyennement accentués sur les passées les plus basiques.

Comme cela a été noté antérieurement, c'est au pied du Mont Agou qu'ils forment les ensembles les plus vastes, mais ils s'observent également sur des serpentines au pied des Monts Haïto et en bas de versants, au sein du complexe montmorillonitique des bas glacis, le long des axes de drainage.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les sols bruns eutrophes présentent, au même titre que les vertisols, de bonnes propriétés chimiques. Mais ils se distinguent de ces derniers par des propriétés physiques favorables à l'enracinement et aux méthodes culturales traditionnelles. Sous réserve des conditions climatiques, ils peuvent supporter un large éventail de cultures mêmes les plus exigeantes. Leur vocation principale semble devoir être le palmier à huile, dans la région du Mont Agou.

5. Classe des sols à sesquioxydes de fer

● **Sous-classe : des sols ferrugineux tropicaux**

Seuls, seront traités, dans cette étude, les sols ferrugineux tropicaux du groupe lessivé. On peut, certes, observer, au cours des prospections, des sols ferrugineux tropicaux à teneurs en sesquioxydes de fer et en argile à peu près constantes sur toute l'épaisseur des horizons A et B, ou d'autres sols de la même sous-classe, plus ou moins lessivés en les seuls hydroxydes de fer, dans les horizons superficiels. On peut relever la présence de tels sols un peu partout sur le socle, mais préférentiellement dans les zones qui présentent les marques d'une certaine érosion géologique assez récente, en particulier au voisinage de pointements rocheux, soit sur les versants, soit sur les axes d'interfluves assez surbaissés. Ils sont, en général, assez profonds, de l'ordre de 3 mètres et, bien entendu, présentant un profil assez peu différencié. Leur drainage interne aussi bien qu'externe est assuré et les couleurs sont généralement assez

vives : rouge, ocre, etc... La libération du fer à partir des minéraux primaires est assez complète et celui-ci forme avec les argiles des complexes assez stables pour ne donner lieu à aucune ségrégation notable. Ce sont des sols morphologiquement assez proches des fersiallitiques que l'on observe dans les régions méditerranéennes. Leurs caractéristiques agronomiques sont, en général, bonnes grâce à des propriétés physiques favorables ainsi qu'un assez bon bilan chimique. Ils peuvent supporter quantité de cultures aussi bien pérennes qu'annuelles, le seul facteur limitant restant évidemment le climat. Toutefois, ne représentant même pas 0,4 % de la superficie et d'autre part, très dispersés en ensembles minuscules, leur cartographie au 1/200 000 est impossible. On les trouve régulièrement associés à des sols ferrugineux lessivés.

— Groupe : des sols ferrugineux tropicaux lessivés (appauvris)

Le second groupe des sols ferrugineux tropicaux est représenté, sur le socle granito-gneissique, par chacun de ses quatre sous-groupes : sans concrétion, à concrétions, hydromorphe et induré.

La multitude des types pédologiques rattachés à chacun de ces sous-groupes et la fréquence de certains caractères secondaires a entraîné la nécessité d'adopter pour la cartographie, des critères de classification plus détaillés. C'est pourquoi seront, dans les trois premiers sous-groupes, distingués des faciès fondés sur la profondeur du profil ainsi que sur les processus d'éluviation en argile des horizons superficiels, et de concrétionnement des horizons sous-jacents.

Le faciès peu profond qui a été individualisé correspond à une évolution limitée par le temps pendant lequel a pu s'effectuer la pédogenèse. Ceci ne signifie pas que l'intensité des processus de différenciation des horizons se révèle plus faible que dans les autres sols ferrugineux. Les différences essentielles portent sur la puissance des horizons A et B et le rapprochement de la surface des zones d'altération riches en minéraux altérables et en argiles à fort pourcentage de silice combinée. L'évolution géochimique du matériau originel est par ailleurs moins poussée. La mise en évidence d'unités géographiques de profils basées sur l'épaisseur de leurs horizons A et B fait situer la limite maximum de puissance de ces derniers à 100 cm. Ce faciès peu profond se situe sur les terres les plus élevées dans le paysage, de la surface d'érosion que composent les bas glacis et qui est la phase morphogénétique la plus récente. Les facteurs pédogénétiques qui ont affecté les matériaux mis en affleurement ont été assez actifs pour amener une évolution très poussée en surface mais sur une période trop restreinte pour que le profil puisse s'approfondir.

Les sols du faciès peu profond se développent aux dépens de roches-mères très diverses, mais en général, un peu plus basiques que la moyenne. Selon la lithologie et le drainage propre au soubassement (diaclasses) nous avons des zones d'altérations plus ou moins argileuses ou aréniformes selon les possibilités d'argilisation des minéraux et de confinement. Ce faciès de faible profondeur prend place dans la chronologie relative des événements pédologiques qui ont affecté ce socle, entre les sols ferrugineux lessivés concrétionnés développés sur l'ensemble des versants (et souvent sur les axes d'interfluves) pendant une grande partie du Quaternaire et le complexe [sols peu évolués régolitiques-vertisols]. On les trouve sur tout le socle, mais préférentiellement le long des cours d'eau principaux, les plus actifs dans les diverses phases d'érosion, et sous une extension plus grande dans le sud que dans le nord (c'est-à-dire en fonction de la distance avec le niveau de base général).

Les mouvements d'argile qui ont affecté les profils constituent également un important critère de classification.

De nombreux sols présentent de la surface jusqu'au sommet de leur horizon C des taux d'argile extrêmement faibles malgré des possibilités certaines pour le matériau originel d'évoluer en un profil à texture beaucoup plus équilibrée. Toute ou presque toute l'argile éventuellement formée ou bien la silice combinée (des minéraux primaires altérables) a été exportée des horizons supérieurs (A et Bfe) sans pouvoir alimenter un horizon d'accumulation plus profond. Le mouvement s'est alors effectué latéralement pour faire apparaître des horizons fortement appauvris. Ce phénomène semble sous la dépendance du type de roche-mère : les faciès assez leucocrates, plus riches en feldspaths difficilement altérables qu'en plagioclases (plus rapidement argilisables) semblent, rappelons-le, favoriser l'appauvrissement. On peut, en effet, supposer qu'une certaine rapidité dans l'argilisation des minéraux primaires est nécessaire pour le développement d'un horizon argileux, par effet de blocage des mouvements. L'apparition très mesurée d'argile ne pourrait, par contre, aboutir qu'à son exportation totale hors du profil.

Pour les sols dans lesquels l'exclusivité de l'appauvrissement en argile n'a pu être reconnue avec certitude, la notion de lessivage a été liée à la permanence d'un horizon intermédiaire à maximum d'argile assez net. Cependant l'étude des bilans géochimiques montre dans tous les cas examinés, que l'apport illuvial n'explique pas la distribution de l'argile et, en particulier l'éluviation des horizons supérieurs. C'est pourquoi fut retenu le concept de sols « lessivés-appauvris. »

+ Sous-groupe : des sols non ou peu concrétionnés

Dans cette unité taxonomique, seront classés des sols dont soit l'intensité, soit la puissance de l'horizon à concrétions est faible (ou presque nulle). Il semble que l'on ne puisse, d'un point de vue génétique, introduire de distinction entre les deux cas. En effet, tous ces sols sont extrêmement remaniés et le degré de concentration des concrétions (ou nodules) en un horizon bien distinct dépend de la présence de quartz grossiers résiduels d'anciennes phases d'érosion géologique et incorporés ensuite aux profils par ces remaniements. Si ces quartz sont abondants, les concrétions seront en quelque sorte « diluées » sur une assez grande épaisseur, dans ce niveau grossier de la nappe de gravats. S'ils sont rares, les concrétions pourront, toujours par remaniement, se concentrer en un petit horizon dont elles occuperont un fort pourcentage volumique. Mais au total, dans les deux cas, le bilan géochimique du profil traduit une perte très importante de fer par rapport aux éléments considérés comme plus stables tels que les sables quartzeux dérivés de l'altération sous-jacente.

— Faciès peu profond des sols moyennement appauvris

Famille : matériaux d'altération riches en argile 2/1, de gneiss ou de micaschistes (unité pédologique N° 12).

Morphologie

Le profil type de cette unité pédologique comporte les horizons suivants :

- de 0 à 25-35 cm : horizon A1 passant de brun foncé à brun et de sableux à sablo-argileux ; rares éléments grossiers (petites concrétions, petits graviers de quartz) ; structure massive à particulaire ; la cohésion s'affirme en profondeur ; passage assez rapide à l'horizon sous-jacent.
- de 25-35 à 60-75 cm : horizon B ocre plus ou moins brunâtre ; argilo-sableux ; petites concrétions peu nombreuses dispersées dans une concentration de graviers et cailloux de quartz accompagnés dans certains profils de débris de roche-mère ferruginisés ; structure massive et cohésion moyennement affirmée ; passage assez rapide à l'horizon sous-jacent.
- de 60-75 à 80-100 cm : horizon BC constitué d'une argile d'altération à petites taches gris, vert-gris et ocre, englobant des minéraux altérables à structure polyédrique assez fine et moyennement affirmée et à forte cohésion à l'état sec ; quelques petites faces de glissement oblique ; passage assez rapide et irrégulier.
- en-dessous de 80-100 cm : horizon C devenant progressivement sableux, se développant aux dépens de nombreux blocs de roche-mère.

Caractères analytiques

Le complexe d'échange de ces sols reflète très généralement le caractère ménagé de l'altération, la faible profondeur à laquelle apparaît l'horizon C et la fréquente richesse en bases des roches-mères. Nous notons en effet, dans de nombreux cas une somme des bases échangeables supérieures à 10 mé/100 g., un taux de saturation dépassant 70 % et des valeurs du pH comprises entre 6,5 et 7,1, ceci sur le profil entier.

Le rapport moléculaire silice/alumine est généralement supérieur à 3 dès une faible profondeur et traduit l'existence de phyllites à réseau 2/1, existence que confirme d'ailleurs le développement de faces de glissement oblique en profondeur. On peut donc retenir que l'évolution ferrugineuse n'exclut pas la permanence de minéraux secondaires facilement altérables. Ceci donne à penser que le développement des sols ferrugineux peut s'effectuer assez précocement dans la suite des phénomènes entraînés par le rajeunissement du paysage.

L'éluviation de l'argile est assez prononcée dans l'horizon superficiel et le rapport des pourcentages de cette fraction fine dans cette partie du profil et au maximum argileux dépasse dans la majorité des cas 1/3,5. Cependant, si l'on se réfère à l'ensemble des sols ferrugineux, les valeurs de ce rapport se situent parmi les plus faibles et n'intéressent d'autre part, qu'un horizon de puissance réduite. C'est pour cette raison que cette catégorie des sols a trouvé place dans un faciès « moyennement appauvri ».

Sols associés

Les sols de cette unité pédologique sont associés à des sols ferrugineux peu profonds hydromorphes, fréquemment plus concrétionnés, à des sols régoïques, parfois à des vertisols à caractères moyennement accentués (que l'on trouve dans les zones à pente moins accusée) et, à l'autre pôle géochimique et ceci plus en amont sur les versants, à des sols ferrugineux des faciès profonds.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les caractéristiques du complexe d'échange sont, nous l'avons vu, très satisfaisantes. Les réserves minérales sont, d'autre part, assez abondantes, du moins pour les alcalino-terreux puisque nous avons, en moyenne, 6 % de CaO totale et de 1 à 2 % de MgO totale dans les horizons C des sols développés sur les gneiss basiques. Le pourcentage de potassium total est toutefois assez faible avec des valeurs moyennes de 0,28 % de K₂O dans l'horizon C et de 0,24 % dans l'horizon A1, soit 5,9 mé/100 g et 5,1 mé/100 g respectivement, les différences étant peu significatives selon la nature de la roche-mère. Des déficiences risquent donc de se révéler pour cet élément. Il en est peut-être également ainsi du phosphore avec des valeurs de 0,13 pour mille et de 0,01 à 0,04 pour mille respectivement dans les 10 premiers cm et dans les horizons sous-jacents qui sont explorés par les racines.

La matière organique est assez abondante puisque ses pourcentages sont supérieurs à 2 % jusqu'à 60 cm environ. Mais son évolution semble assez peu poussée comme en témoignent les valeurs du rapport C/N qui sont fréquemment supérieures à 15 dans cette partie du profil.

Du point de vue physique, les caractères de fertilité sont moins favorables étant donné le manque de profondeur du sol et les risques d'un certain engorgement en saison des pluies.

Ces sols conviennent surtout aux cultures vivrières et en particulier à celles qui s'adaptent bien au buttage comme l'igname.

- Faciès peu profond, moyennement appauvri, sur altération kaolinique plus ou moins hydromorphe de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 13).

Ces sols procèdent d'une phase d'érosion plus ou moins ancienne. Nous les trouvons principalement au voisinage de la chaîne Atacorienne sur les portions de la pénéplaine les plus affectées par l'enfoncement du réseau hydrographique et dans un environnement à dominance ferrallitique. L'hydromorphie qui a marqué les zones d'altération des micaschistes n'est vraisemblablement plus en équilibre avec les conditions pédoclimatiques actuelles car l'ensemble de ces sols n'est actuellement, plus affecté par un engorgement sensible en saison des pluies. Cette morphologie hydromorphe des zones d'altération n'a pu se maintenir que dans la mesure où la pédoturbation et les remaniements n'ont pu s'exercer et ainsi homogénéiser le matériau en profondeur. Ces remaniements ont été, en effet, un élément déterminant de la différenciation des horizons supérieurs : accélération du drainage du matériau originel, concentration des éléments grossiers en un niveau bien distinct. Ils ont joué vraisemblablement un grand rôle dans les phénomènes d'appauvrissement en argile par tri textural.

Le profil de ces sols peut être schématisé de la façon suivante :

- Un niveau superficiel, d'épaisseur restreinte à 2 ou 3 décimètres, dépourvu ou pauvre en éléments grossiers, est composé des horizons A1 et A2, le premier généralement assez pauvre en matière organique (moins de 1,3 % pour l'ensemble des 10 premiers centimètres) et tous deux appauvris en argile et en fer. Les couleurs vont du gris au beige ou beige-jaunâtre. La structure, un peu meilleure dans les horizons A1 les plus organiques, est en général massive

et l'abondance des sables quartzeux fins ou très fins facilite la formation d'une croûte assez solide en saison sèche.

— En dessous de ce premier niveau, nous passons souvent rapidement, à une nappe de gravats quartzeux anguleux ou bien plus ou moins émoussés, parfois de grande taille (jusqu'à 10 - 15 cm) accompagnés de quelques nodules ferrugineux ou de pseudoconcrétions et parfois de petits blocs de cuirasse vraisemblablement résiduels. Le maigre remplissage de terre fine, ocre, avec quelques zones plus rouge ou plus jaune, présente une texture qui devient progressivement argilo-sableuse ou sablo-argileuse. Sa structure est massive à très finement nuciforme, de cohésion moyenne.

Souvent, l'horizon A2, sableux, « mord » sur ce remplissage du niveau grossier.

— Enfin à une profondeur moyenne de 70 à 80 cm, nous passons également très rapidement dans la plupart des cas, à l'horizon C d'altération, en place, à zones rouge, ocre, rouille, blanc-jaunâtre et quelques-unes gris-bleuâtre. Cet horizon est fréquemment, encore très riche en muscovite. La texture d'ensemble est argilo-finement sableuse. Les éléments grossiers sont rares et représentés seulement par de petits filonnets de quartz. La structure est massive à débit polyédrique de taille moyenne. Bien souvent la cohésion d'ensemble est très forte en saison sèche, dans sa partie supérieure.

Ces sols ont des propriétés chimiques et physiques défavorables : capacité d'échange faible (réduite à quelques milliéquivalents/100 g) dont la saturation excède rarement 35 % en-dessous des 10 premiers centimètres, acidité prononcée (les pH s'abaissent fréquemment à 4,5), caractéristiques hydriques ne permettant pas un stockage d'eau suffisant pour la longue saison sèche, volume explorable par les racines restreint par la nappe de gravats, compacité souvent élevée, etc...

Ils ne peuvent convenir qu'à des cultures à cycle court, correspondant à la seule saison des pluies, et peu exigeantes : mil, sorgho et arachide sous réserve d'un bon ameublissement préalable, ainsi qu'à des pâturages temporaires.

— Faciès peu profond des sols fortement appauvris

Famille : arène de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 14).

Morphologie

Du point de vue morphologique, les sols de cette unité diffèrent de ceux de l'unité 12 par les caractères suivants :

- un horizon A1 moins fortement individualisé, dont l'épaisseur se réduit fréquemment à 10-15 cm et très sableux,
- l'individualisation d'un horizon plus ou moins éclairci A1-2 dont l'épaisseur varie de 10 à 15 cm, présentant fréquemment de vagues taches (gris-beige et ocre clair) également très sableux,
- la concentration au sein d'un horizon Bfe sablo-argileux peu marqué, sous-jacent aux deux premiers, de nombreux gravats de quartz accompagnés de concrétions peu nombreuses,
- l'augmentation fréquente de la puissance des horizons (B)-C et C dans lesquels l'apparition de fragments de roche-mère est progressive, horizons apparaissant toujours avant 1 mètre et très peu explorés par les racines.

Caractères analytiques

Les résultats analytiques permettent de noter l'absence de « ventre » argileux dans les horizons sus-jacents à la zone d'altération que l'on trouve avant 1 m de profondeur. Il existe certes, un maximum d'argile à plus grande profondeur, mais nous pouvons noter que les taux de silice combinée et d'alumine totales ne sont pas significativement différents entre ce niveau et l'arène sous-jacente. Il s'agit donc, d'un niveau d'argilification maxima des minéraux primaires altérables que nous retrouvons plus en profondeur sous forme de sables.

L'appauvrissement en argile des horizons supérieurs s'accompagne de l'abaissement du pourcentage des bases échangeables dont la somme dépasse rarement 4 mé/100 g. dans l'horizon superficiel organique qui est fréquemment le mieux pourvu. De même, le taux de saturation, sauf dans l'horizon superficiel où il peut dépasser 70 % est nettement plus faible que pour l'unité 12, avec des valeurs généralement inférieures à 45 % dans les horizons A1-2 et Bfe.

Malgré cet appauvrissement chimique, le complexe argileux ne subit pas de dégradation géochimique très poussée : des rapports moléculaires silice/alumine supérieurs à 2,4 montrent que la kaolinite n'est probablement pas le seul minéral argileux et que coexiste vraisemblablement un assez fort pourcentage d'illite. Ceci est corroboré par le rapport capacité d'échange/taux d'argile qui, dans les horizons peu organiques, dépasse généralement 28 mé. pour 100 grammes d'argile.

Sols associés

Comme pour tous ceux du faciès peu profond des sols ferrugineux, ces sols sont associés soit à des sols ferrugineux beaucoup plus puissamment développés et souvent très concrétionnés, soit, quand nous passons à un soubassement plus basique, à des sols régoliques. La transition s'effectue le plus souvent rapidement.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les propriétés chimiques sont, au vu des résultats analytiques, assez déficientes. Les réserves en éléments minéraux sont assez faibles et, sous culture, ces sols s'épuisent très rapidement. Les caractéristiques physiques ne peuvent malheureusement contrebalancer ces aspects négatifs : la texture très sableuse ne permet pas d'assurer une bonne alimentation en eau longtemps après le début de la saison sèche et si la structure n'est pas trop défavorable, le volume accessible aux racines est souvent réduit par la présence d'un fort pourcentage d'éléments grossiers quartzueux résiduels. Ceux-ci sont très abondants sur les soubassements de paragneiss à muscovite ou de micaschistes, souvent riches en filons de quartz et qui sont à l'origine de nappes de gravats puissantes.

Des cultures peu exigeantes telles que celles de l'arachide, du sorgho ou du mil sont les mieux adaptées à ces sols, encore qu'une mise en jachère fréquente et prolongée soit nécessaire.

– Faciès peu profond des sols fortement appauvris

Famille : matériaux d'altération riches en argile 2/1, de gneiss ou de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 15).

Caractères généraux et analytiques

Les sols de cette unité sont assez proches de ceux du sous-groupe régolique. La ressemblance porte principalement sur la rareté des éléments grossiers et la présence, à partir de 1 à de profondeur au maximum, d'horizon (B)-C assez riches en argiles du type 2/1 dont une proportion notable de smectites. Ils s'en différencient cependant nettement par le développement dans les horizons superficiels de couleurs beiges et de structures massives caractéristiques de celles de la sous-classe ferrugineuse. D'autre part, les profondeurs d'appauvrissement en argile sont fréquemment supérieures à 75 cm ce qui s'accompagne d'un abaissement de la capacité d'échange et du pourcentage de bases échangeables dans la partie explorée par les racines.

Comme pour les sols de l'unité précédente, on ne peut mettre en évidence aucun ventre argileux : l'éluviation de l'argile des horizons supérieurs se traduit par une « perte sèche » pour le profil. Nous noterons cependant, que, toujours par rapport à ces sols, la somme des bases échangeables est nettement plus élevée, assurant d'autre part, une assez bonne saturation du complexe (toujours supérieure à 50 %). L'évolution géochimique du matériau est, par ailleurs, moins poussée : le rapport moléculaire silice/alumine compris entre 2,6 et 3,0 à la base des horizons appauvris en témoigne. Le pH est en moyenne, nettement plus élevé également.

Sols associés

Les sols associés sont surtout ceux du sous-groupe régoïque des sols peu évolués que nous trouvons un peu partout, le passage des uns aux autres s'effectuant graduellement. Il en est de même de ceux du faciès peu profond des sols à concrétions que nous étudierons par la suite. Quelques taches de vertisols et paraverdisols à caractères peu accentués sont également visibles dans les ensembles cartographiés en cette unité. Le déterminisme du passage des uns aux autres est peu clair. Il tient vraisemblablement aux variations de la nature du soubassement car les positions topogéomorphologiques sont identiques et les détails du relief n'introduisent pas de possibilités d'explication sérieuse.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les propriétés agronomiques sont nettement meilleures en définitive que celles des deux faciès précédents de ce sous-groupe non ou peu concrétionné. En effet, malgré la difficulté pour les racines de plonger dans l'argile d'altération relativement proche de la surface, les plantes bénéficient, en saison des pluies de la diffusion des éléments minéraux en provenance de cette zone d'altération beaucoup plus riche que les arènes plus ou moins grossières aux dépens desquelles se forment les sols des deux faciès précédents. Si donc nous ne pouvons guère envisager de possibilité de cultures pérennes pour ces sols, il n'en reste pas moins que des plantes vivrières annuelles telles que maïs, haricot, igname, riz peuvent y réussir. Malgré le faible taux d'argile, l'arachide est peu adaptée à ce genre de sol car les sables sont généralement très fins et entraînent des phénomènes de « battance » nuisibles pour cette culture. Des pâturages assez intensifs peuvent être, également, envisagés.

- Faciès profond des sols fortement appauvris développés à partir d'arène de gneiss leucocrates (unité pédologique N° 16).

Morphologie

- de 0 à 30-45 cm, se succèdent : un horizon A1 de quelques cm, gris, fréquemment riche en matière organique, un horizon A1-2 plus clair puis un horizon A2 assez éclairci, beige-rose ; tous ces horizons sont sableux, pauvres en éléments grossiers et généralement très meubles.
- de 30-45 à 80-90 cm : horizon A2/Bfe caractérisé par une très forte concentration de gravats de quartz et par la présence de rares petites concrétions ; le « remplissage » de terre fine est rose à rose-beige, grossièrement sableux, particulière et souvent bouillant.
- de 80-90 à 120-150 cm : horizon BC assurant une transition progressive avec l'horizon sous-jacent et dans lequel on retrouve en proportion décroissante, des gravats quartzeux et de petites concrétions ; la couleur passe à ocre-rose, la texture devient argilo-sableuse et la structure, massive ; quelques feldspaths subsistent.
- en-dessous de 120-150 cm : horizon C à zones jaune-ocres, blanchâtres et rouge-violacées ; sablo-argileux puis sableux avec apparition progressive de zone de roche-mère altérée et augmentation de la proportion de feldspaths dans les sables.

Caractères analytiques

Comme pour l'unité 14, nous avons ici, affaire à des sols chimiquement très pauvres puisque, en-dessous des 10 premiers centimètres, les plus humifères, la somme des bases échangeables ne dépasse pas 3 mé/100 g, en général.

L'étude des pourcentages d'argile fait apparaître un « ventre » à la base de l'horizon BC mais l'analyse totale montre qu'il s'agit très vraisemblablement d'un maximum d'argilisation : les taux de silice combinée et d'alumine totales ne sont pas significativement différents de ceux du sommet de l'horizon C.

Toujours par rapport aux sols de l'unité 14 dont les caractères morphologiques sont analogues, on note une baisse générale des rapports silice/alumine, d'environ 0,3 à 0,4 unité pour la partie du profil sus-jacente à l'horizon C,

ce qui traduit une tendance plus poussée de l'évolution géochimique.

Sols associés

Les sols associés sont représentés essentiellement par tous ceux des faciès profonds des autres sous-groupes ferrugineux, les passages s'effectuant très rapidement.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Toutes les remarques faites pour l'unité N° 14 sont valables pour celle-ci. La plus grande profondeur des sols peut être un élément favorable surtout pour les plantes pérennes mais on ne voit guère celles qui pourraient faire l'objet d'une production annuelle, c'est-à-dire entraînant un épuisement assez rapide des faibles réserves minérales. Des plantations forestières seraient certainement les mieux adaptées. Les pâturages extensifs sont également à envisager.

+ Sous-groupe : des sols ferrugineux tropicaux à concrétions

Nous assistons ici, à une différenciation plus accentuée du profil par suite d'une redistribution importante des hydroxydes de fer à l'intérieur des sols. Nombre d'auteurs qui ont étudié ces sols ferrugineux attribuent leur induration discontinue en nodules ou en concrétions, à des processus d'hydromorphie temporaire se développant dans des horizons colmatés par l'illuviation d'argile qui serait originaire des horizons superficiels. Le déterminisme du concrétionnement ne semble pas devoir se traduire universellement par ce schéma. La notion de lessivage de l'argile est, en effet, souvent remise en question par le fait que l'on peut très rarement attribuer avec certitude les « ventres » argileux des profils granulométriques à un apport de particules. Bien souvent, les maximum observés ne traduisent qu'une argilisation préférentielle des minéraux primaires altérables (feldspaths, ferromagnésiens, muscovite) grâce à un équilibre hydrique favorable, ou ayant atteint un stade avancé. D'autre part, il est bien certain qu'un certain appauvrissement en argile réelle, ou potentielle (c'est-à-dire celle qui aurait pu être formée par la silice et l'alumine libérées des minéraux primaires) s'effectue dans tous les profils, avec exportation définitive soit dans les eaux de percolation profondes, soit dans celles du ruissellement superficiel en nappe par le canal des remontées biologiques. Les analyses totales, permettant de calculer les rapports silice combinée/quartz et alumine/quartz montrent souvent, dans le bilan de l'horizon le plus argileux une perte par rapport aux zones plus profondes, de ces deux éléments constitutifs du réseau des phyllites.

Que ce maximum des pourcentages d'argile induise, en profondeur, un engorgement temporaire peut être facilement admis, étant donné d'une part l'abaissement de la porosité totale à ce niveau, et d'autre part, la concentration des pluies sur une relativement courte période. Que l'hydromorphie entraîne une ségrégation ferrugineuse, correspond à une réalité facilement observable. Cependant que ces facteurs soient les seuls déterminants dans une telle concentration ferrugineuse reste une hypothèse de travail. En effet, nombre de sols ferrallitiques profonds, très bien drainés, présentent également dans certains de leurs horizons, un fort concrétionnement. On peut toujours supposer qu'ils furent à un moment ou un autre, affectés à ce niveau, par une certaine hydromorphie dont les traces auraient aujourd'hui disparu par pédoturbation, grâce à la faune ou par tout autre cause d'homogénéisation. C'est là un schéma plausible mais non démontré.

Par ailleurs la chronologie relative des deux phénomènes : lessivage de l'argile et concentration profonde du fer fait l'objet d'interprétations contradictoires. P. DUCHAUFOR (1972) note, en effet, qu'en milieu acide et mal aéré, le fer migre d'une façon indépendante de l'argile et plus rapidement que celle-ci. Ce schéma est donc l'inverse de celui généralement adopté pour expliquer le concrétionnement du fer dans les sols ferrugineux.

Cette rapide revue des phénomènes qui aboutissent au développement des sols ferrugineux « lessivés » concrétionnés doit en outre mentionner la possibilité d'accumulation de « gravillons » de démantèlement d'anciennes cuirasses en nappes de gravats. Ces nappes de gravats, dès qu'elles sont recouvertes de matériaux meubles, présentent une morphologie très voisine d'un horizon de concrétionnement. Sans rejeter une telle possibilité, nous devons mentionner (LÉVÊQUE, 1970) que, dans leur très grande majorité, ces nodules et concrétions procèdent sur le socle granito-gneissique togolais, d'un développement autochtone. Leurs gradients morphologiques, granulométriques et géo-

chimiques souvent fort réguliers en fonction de la profondeur, dans chaque profil, écartent l'hypothèse d'une origine externe. Le transport, puis le dépôt de tels éléments indurés ne se conçoivent qu'aboutissant à une certaine homogénéisation. Il reste naturellement à savoir d'où provient le fer nécessaire : soit d'un lessivage vertical à l'échelle du profil, soit d'un apport latéral, à l'échelle de toposéquences. Etant donné les phénomènes d'érosion superficielle en nappe, déplaçant des particules fines et, en particulier les sables fins quartzeux des horizons superficiels appauvris, il y a par ce fait, concentration du fer qui sous les grandes granulométries des concrétions et nodules, échappe à ce phénomène d'exportation. Les bilans géochimiques, qui se fondent sur la permanence d'un élément peu ou non altérable, c'est-à-dire du quartz en pratique, ne peuvent être que difficilement calculés. En ce sens, la question de l'origine du fer risque de rester posée. Quoiqu'il en soit, une très grande majorité de sols ferrugineux présente un fort concrétionnement. Celui-ci est plus ou moins intense et plus ou moins puissant. Ses caractéristiques dépendent de la roche-mère, particulièrement de son pourcentage de fer total ou du matériau d'altération qui en dérive, mais surtout de la situation du sol sur le versant. Celle-ci conditionne le bilan hydrique du profil, base de toute redistribution ou concentration ferrugineuse.

Ce concrétionnement est relativement modéré dans tous les sols dérivés d'altération ferrallitiques ou kaoliniques des témoins du haut glacis. Vers l'aval des versants, son intensité et surtout la puissance des horizons intéressés croissent jusqu'à un maximum qui correspond à l'apparition des zones d'altération à caractères vertiques ou de zones dans lesquelles l'hydromorphie monte assez haut dans les profils. Vers la base des versants, la puissance des horizons à concrétions décroît rapidement tandis qu'apparaissent des sols ferrugineux lessivés hydromorphes, des sols du sous-groupe non ou peu concrétionné ou bien encore des sols peu évolués régoliques dérivés d'argile d'altération à caractères plus ou moins montmorillonitiques.

— Faciès peu profond des sols moyennement appauvris, à concrétions.

Famille : matériaux d'altération à smectites de gneiss à biotite et amphibole ou à illite et interstratifiés de mica-schistes à muscovite (unité pédologique N° 17).

Morphologie

Les sols de cette unité se rapprochent beaucoup de ceux de l'unité 7 qui est le faciès d'évolution ferrugineuse du sous-groupe régolique. Le profil type peut être schématisé comme suit :

- de 0 à 20-30 cm : horizon A1, gris soutenu, sableux, très rares éléments grossiers, particulière à massif, passage assez lent à l'horizon sous-jacent.
- de 20-30 à 40-50 cm : horizon de transition, beige soutenu, sableux ou sablo-argileux dans lequel apparaissent de petites concrétions accompagnées de graviers et cailloux de quartz, à structure massive, particulière.
- de 40-50 à 60-70 cm : horizon B₂fe très riche en nodules ou concrétions accompagnés toujours de graviers et d'assez petits cailloux de quartz ; la terre fine est beige, argilo-sableuse passant fréquemment à argileuse en profondeur, de structure massive.
- de 60-70 à 80-90 cm : horizon B₃fe à forte concentration quartzo-ferrugineuse de cailloux et graviers de quartz souvent émoussés et de petites concrétions ; la matrice est fréquemment argileuse, de teinte gris-bleu à nombreuses taches ocre ou rouge et massive à tendance finement polyédrique, passage rapide à l'horizon sous-jacent.
- de 80-90 à 150 cm et plus : horizon BC argileux à caractère vertiques de couleur gris-vert et pratiquement dépourvu d'éléments grossiers, de plus en plus riche, en profondeur, en minéraux primaires altérables.

Caractères analytiques

La faible profondeur à laquelle apparaît l'argile d'altération riche en bases, se reflète dans l'état de saturation du complexe des horizons supérieurs comme dans la somme des bases échangeables : minima respectifs de 60 % et 6 mé/100 g. Les pH sont également assez élevés puisqu'ils approchent de la neutralité dans l'horizon humifère. Néan-

moins, à la différence des sols régoïques à tendance ferrugineuse, l'évolution géochimique du complexe argileux des horizons supérieurs est plus poussée : les rapports silice/alumine peuvent s'y abaisser à 2,3. Il existe souvent, à la base de l'horizon concrétionné, une discontinuité non seulement morphologique qui marque le passage à l'argile d'altération, mais également géochimique. Elle est parfois tellement marquée qu'on peut se demander si le profil n'est pas, en fait, complexe.

L'originalité de ces profils réside essentiellement dans leur différenciation très accusée sur une aussi faible profondeur : niveau meuble, très pauvre en éléments grossiers et souvent très éluvié, niveau grossier absolument dominé par le concrétionnement qui laisse en définitive peu de place pour la terre fine et enfin, le niveau d'argile d'altération absolument en place (présence assez fréquente de filonnets de quartz peu ou non disloqués) sans ou presque sans éléments grossiers, tous les passages entre ces groupes d'horizon s'effectuant très rapidement.

Ces sols sont parfois affectés, d'une certaine hydromorphie due à l'imperméabilité de l'argile d'altération et à leur situation de bas de pente mais il ne semble pas que l'engorgement temporaire soit le facteur déterminant de l'évolution de ces sols. On peut en effet, observer dans de tels profils, que la formation de concrétions s'effectue parfois non dans les horizons les plus touchés par cette hydromorphie, mais au sein de l'argile d'altération, très vraisemblablement par dégradation du réseau argileux avec libération puis concentration sur place du fer qui s'exprime du réseau des montmorillonites.

Sols associés

Termes de passage entre les sols plus profonds, presque toujours concrétionnés et fortement éluviés que l'on trouve plus en amont sur les versants et les sols du complexe de bas de pente (sols régoïques dans argile d'altération, vertisols et paravertisols), les sols de cette unité pédologique sont naturellement associés à ceux-ci selon les irrégularités du façonnement des bas de pentes.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les trois facteurs qui limitent la fertilité de ces sols sont : le manque de profondeur, le volume accessible aux racines restreint par la présence d'un horizon très riche en concrétions, un certain engorgement de l'horizon B en saison des pluies. Les caractéristiques chimiques ne posent pas trop de problèmes si ce n'est pour le phosphore, cette déficience étant générale pour tous les sols ferrugineux. Les cultures les mieux adaptées à ce genre de sols sont celles de plantes annuelles à système racinaire traçant. Les méthodes culturales doivent tenir compte du manque de profondeur et du possible engorgement profond, en ne retenant que les plantations ou semis en billons ou en buttes. Le coton est assez mal adapté à de tels sols et l'on devra plutôt se rabattre sur des cultures vivrières telles que l'igname, le maïs, le haricot. Dans les endroits les plus humides, le riz peut donner de bons résultats.

— Faciès peu profond des sols moyennement appauvris à concrétions

Famille : dans matériaux d'altération sablo-argilo-limoneuse de gneiss leucocrates ou de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 18).

Caractères généraux

Ils sont pour l'essentiel, identiques à ceux de l'unité précédente. Toutefois les profils sont généralement moins argileux, les horizons supérieurs éluviés plus épais et les maximum argileux moins élevés. La moindre richesse du matériau originel en bases se reflète par des sommes de bases échangeables ainsi que par des saturations plus faibles d'un complexe dont la capacité d'échange est elle-même moindre également. Les pourcentages de concrétions par rapport à la terre totale sont souvent moins élevés. L'engorgement profond en saison des pluies est souvent moins accusé, étant donné le caractère plus drainant de l'ensemble du profil.

On trouve ces sols dans les mêmes situations topogéomorphologiques que les précédents. Leur association avec les faciès profonds des sols ferrugineux lessivés concrétionnés est générale mais elle est très rare avec les sols du sous-groupe régolique des sols peu évolués développés dans des argiles d'altération plus ou moins montmorillonitiques. Ceux-ci sont remplacés par des sols ferrugineux du sous-groupe hydromorphe, développés à partir de matériaux identiques (altération de micaschiste ou arène de gneiss) ainsi que par des sols développés dans des complexes colluvio-alluviaux.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Ces sols sont du point de vue chimique, nettement moins fertiles que ceux de l'unité précédente même si les propriétés physiques permettent à l'enracinement d'explorer un plus grand volume de sol. Des cultures assez peu exigeantes sont seules envisageables : arachide, mil, sorgho. Le coton pourrait être cultivé sur ces sols mais sous la condition expresse de redresser par apport d'engrais, les déficiences soulignées.

- Faciès profond des sols concrétionnés, à lessivage-appauvrissement moyennement profond (sur moins de 70 cm en moyenne).

Famille : matériaux d'altération à smectites de gneiss (à deux micas, à amphibole et/ou à biotite) ou de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 19).

Ces sols sont bien représentés sur tout le socle, en particulier, dans la région centrale, sur les gneiss à biotite et à amphibole du groupe de l'Ofé.

Morphologie

Le profil-type des sols de cette unité présente les horizons suivants :

- de 0 à 15-25 cm : un groupe d'horizon A1, bruns puis brun-beiges, sableux, pauvres en éléments grossiers, de structure particulière à nette tendance massive et localement grumeleuse en surface.
- de 15-25 à 35-50 cm : un groupe d'horizons A1-2 passant à une morphologie A2 en profondeur dans de nombreux profils ; sableux ou sablo-argileux, et, en général plus riches que les précédents en éléments grossiers (nodules et graviers de quartz ; structure particulière ou massive ; passage assez rapide.
- de 35-50 à 140-170 cm : horizon B₂fe caractérisé par une concentration ferrugineuse de nodules, d'abord intense puis faiblissant progressivement en profondeur et accompagnée de gravats de quarts plus ou moins émoussés ; la matrice est en général rouge ou ocre dans la moitié supérieure puis vaguement tachetée de gris-beige, de rosé et de jaune-ocre ; la texture est argileuse en général mais devient argilo-sableuse dans la moitié inférieure pour certains profils ; structure massive et cohésion souvent marquée en profondeur.
- de 140-170 à 160-180 cm : horizon BC argileux ou argilo-sableux présentant soit des fragments de roche-mère plus ou moins ferruginisés soit seulement des feldspaths ; massif à tendance polyédrique et présence fréquente de quelques faces de glissement oblique.
- en-dessous de 160-180 cm : horizon C où apparaissent des fragments et blocs de roche-mère de plus en plus nombreux.

Caractères généraux et analytiques

Les horizons supérieurs éluviés représentent, au total, une épaisseur moyenne d'environ 60 cm, épaisseur qui peut, en absolu, être considérée comme importante. Cependant, cette valeur est assez modérée si nous la comparons à toutes celles que nous relevons pour les sols du socle. Les variations texturales s'effectuent assez rapidement puisque en 10 cm à peine, le pourcentage d'argile passe de 15-20 % à 40-50 %, de l'horizon A₁₋₂ à l'horizon B₂fe. Dans ce

dernier, certains traits d'illuviation (argilanes de revêtements de conduits racinaires anciens) s'observent, mais ils sont assez peu fréquents.

La concentration ferrugineuse est assez intense et puissante, l'horizon B₂fe se développant fréquemment sur un peu plus de 1 m avec des pourcentages de concrétions proches de 50 en moyenne.

Le caractère montmorillonitique de la zone d'altération est moins développé que dans les sols du faciès peu profond sur mêmes roches-mères, mais on peut noter que, dans cette partie du profil, quelques faces de glissement oblique se développent et que les rapports silice/alumine sont compris entre 2,7 et 2,9, ceci s'accompagnant de taux de saturation voisins de 100 %.

La richesse en bases de l'horizon C se reflète dans celle de l'horizon B₂fe où, sauf au sommet, la somme des bases échangeables est voisine de 10 mé/100 g. ou supérieure à cette valeur, les taux de saturation étant supérieurs à 50 % ou même 60 % et le pH compris entre 6,3 et 7. Dans les horizons sus-jacents, l'éluviation de l'argile s'accompagne d'une baisse de la somme des bases échangeables (5 à 7 mé/100 g au sommet de l'horizon A₁ et d'environ 4 à 5 mé/100 g dans l'horizon A₁₋₂). Dans l'horizon A₁₋₂, le taux de saturation s'abaisse fréquemment en-dessous de 40 % mais le pH ne varie guère.

Le pourcentage de matière organique décroît progressivement du sommet de l'horizon A₁ au sommet de l'horizon B₂fe. Le rapport C/N présente aussi des valeurs, progressivement décroissantes, qui dénotent une certaine difficulté de l'évolution des résidus végétaux.

Sols associés

Les principales causes d'associations proviennent de l'hétérogénéité du socle. Fréquemment, celui-ci présente des passées plus leucocrates et nous trouvons alors des sols de l'unité suivante. Les autres sols associés sont principalement ceux du faciès fortement concrétionné et fortement appauvri et des sols hydromorphes là où la pente devient plus faible.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Bien que le volume accessible aux racines soit réduit par la présence de l'horizon concrétionné, les propriétés chimiques et physiques se situent dans une assez bonne moyenne pour pouvoir envisager de nombreuses cultures. Le coton semble assez bien adapté malgré la variation texturale assez rapide que l'on note dans certains profils. Toutes les autres cultures annuelles sont envisageables : maïs, haricot, ignames, sorgho, etc..., ainsi que le manioc. Le riz pluvial ne s'accommode pas de ces sols trop drainants.

- Faciès profond des sols fortement appauvris (sur plus de 70 cm en moyenne).

Famille : arène de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 20).

Les sols de l'unité pédologique n° 20 ont des caractères généraux assez proches de ceux de l'unité précédente. Les différences portent principalement sur les points suivants.

- La puissance de l'horizon B₂fe est fréquemment plus forte, malgré une masse de fer concrétionné assez semblable, car les gravats quartzeux sont, dans l'ensemble, plus abondants. Le volume accessible aux racines se trouve alors plus réduit.
- Les pourcentages d'argile de l'horizon B sont, dans la majorité des cas, plus faibles, avec, comme conséquence principale, un bilan hydrique moins favorable.
- La somme des bases échangeables est, fréquemment inférieure de 2 mé/100 g dans les horizons A₁₋₂ et A₂ et de 3 à 4 mé/100 g dans l'horizon B.

- Le taux de saturation dépasse rarement 55 % dans l'horizon B et peut s'abaisser à 30 % dans l'horizon A1-2 ou A2.
- Les valeurs du pH sont, dans l'ensemble, inférieures de 0,5 unité, voire de 1 unité dans les horizons A1-2 et A2.

Le coton, le manioc et surtout le maïs risquent de donner dans ces sols, dont les horizons supérieurs sont plus pauvres en bases, des rendements inférieurs à ceux que l'on peut escompter dans les sols de l'unité précédente.

- Faciès profond des sols fortement appauvris et fortement concrétionnés.

Famille : matériaux d'altération riches en smectites, de gneiss leucocrates à mésocrates, ou riches en illites et interstratifiés, de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 21).

Les sols de l'unité pédologique 21 sont assez largement représentés sur le socle, et davantage dans les régions méridionales que dans le nord. Leur répartition suit, pour l'essentiel, la direction structurale générale SSW-NNE. Ils forment d'assez vastes ensembles qui couvrent presque entièrement des interfluves surtout au sud du 8ème parallèle.

Morphologie

Par rapport aux profils des sols de l'unité 19, ceux de l'unité 21 présentent les différences principales suivantes :

- une réduction de la puissance (fréquemment inférieure à 20 cm) de l'ensemble des horizons A1 et A1-2, toujours très sableux et de structure particulaire,
- une augmentation de la puissance et souvent de l'intensité des horizons Bfe, puissance qui peut dépasser 1,50 m, voire 2 m, et des pourcentages d'argile nettement plus faibles dans cette partie du profil.
- des zones d'altération plus sableuses et beaucoup moins riches en minéraux facilement altérables.

Caractères généraux et analytiques

On pourrait schématiser la morphologie de ces sols par le fait que leur évolution tend vers une concentration ferrugino-quartzreuse exclusive, dans les horizons sus-jacents à la zone d'altération. Cette concentration est caractérisée par un niveau grossier, très riche en nodules ferrugineux (associés à un plus ou moins fort pourcentage de gros quartz résiduels) et ne laissant que peu de place pour une terre fine essentiellement quartzo-sableuse sur une grande épaisseur. Si le niveau superficiel (horizon A1) présente quelque cohésion grâce à la matière organique et à la dominance de sables fins), le niveau grossier (Bfe) offre un débit facile : il est « boulant » par suite de la dominance de sables grossiers (structure particulaire). Ce n'est qu'à la base de l'horizon Bfe que nous retrouvons une certaine cohésion grâce à la permanence fréquente d'un certain taux d'argile. Celui-ci ne procède pas d'un lessivage, mais d'une argilisation en place des minéraux primaires, l'approfondissement du phénomène d'appauvrissement n'ayant pas encore atteint ce niveau. Dans une importante partie supérieure, ce niveau grossier est donc un A₂-Bfe tandis que plus profondément il passe à un [B d'argilisation-Bfe].

Cet appauvrissement porte non seulement sur l'argile, mais également sur le fer de l'« emballage » des nodules. Nous avons des profils souvent très décolorés.

Le passage du niveau grossier à la zone d'altération sous-jacente est généralement rapide.

En-dessous de l'horizon superficiel, humifère, le taux de saturation en bases échangeables baisse rapidement à moins de 40 % en général à une profondeur moyenne oscillant entre 60 et 90 cm de profondeur. Il ne se relève que dans les horizons profonds les plus argileux et peut même atteindre plus de 90 % dans la zone d'altération. Celle-ci est cependant trop profonde pour qu'elle puisse influencer d'une façon sensible sur la fertilité chimique générale des

sols. La richesse en bases échangeables suit à peu près exactement les variations du taux de saturation. Le taux de matière organique est, en gros, moyen : s'il peut atteindre 4 % dans certains sols, cette concentration n'intéresse cependant qu'une épaisseur faible. En-dessous des 10 ou 15 premiers centimètres, les pourcentages s'abaissent en-dessous de 2.

L'évolution géochimique est très poussée, puisqu'elle aboutit à la libération totale du fer des minéraux primaires, élément qui se concentre sur place. Par ailleurs, les rapports moléculaires silice/alumine s'abaissent rapidement dans les horizons sus-jacents à la zone d'altération et avec des valeurs inférieures à 2,2 ne reflètent plus que la présence de kaolinite (associée à quelques traces d'illite vraisemblablement).

Caractéristiques agronomiques et possibilités d'utilisation

Ces sols sont évidemment profonds, mais le volume explorable par les racines est en réalité très diminué par la présence de nodules abondants. Les propriétés hydriques sont d'autre part assez défavorables, par suite de la dominance des sables. La fertilité chimique, enfin, est très moyenne pour les trois éléments principaux : N, P et K. Le seul facteur favorable provient du ressuyage rapide de ces sols. En ce sens, la culture du coton pourrait être tentée, mais interrompue par d'assez longues jachères et sous réserve d'apports d'engrais réguliers.

Les autres cultures possibles sont : l'arachide, le sorgho, le mil. Des essais (avec fumure minérale) doivent être tentés pour le maïs, l'igname, le haricot, etc., c'est-à-dire pour un éventail assez large de plantes vivrières, car ces sols couvrent des zones assez étendues et toute implantation humaine devra en retirer sa subsistance.

— Faciès profond des sols à concrétions et à lessivage-appauvrissement moyennement profond (sur moins de 70 cm en moyenne).

Famille: altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne, de gneiss à amphibole et/ou à biotite, ou de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 22).

Les sols de l'unité pédologique N° 22 sont cantonnés sur les témoins du haut glacis. Ils ne couvrent donc les axes d'interfluves que dans la mesure où ceux-ci n'ont subi que des réajustements limités au cours des événements géomorphologiques du Quaternaire. Leur extension diminue progressivement du nord vers le sud de la péninsule. Ils correspondent à un polyphasage net, entraîné par l'évolution climatique également quaternaire. Celle-ci fut caractérisée, semble-t-il par une alternance accusée entre saisons pluvieuses et sèches avec diminution du total des précipitations. Ayant eu pour conséquence, entre autres, une modification profonde du couvert végétal, elle a permis à une pédogenèse de type ferrugineux d'affecter les parties superficielles des zones d'altération ferrallitiques profondes là où l'érosion géologique les a, en partie ou totalement préservées.

Caractères généraux et analytiques

Les traits essentiels des sols ferrugineux se retrouvent dans cette unité, sous la succession d'horizons superficiels A₁ (et rarement A₁₋₂), de 0 à 15-25 cm en général, à structure massive ou particulaire et d'horizons de forte concentration ferrugineuse sous forme de nodules. L'influence du matériau ferrallitique sous-jacent bien drainé, se traduit par le développement de couleurs vives : rouge, voire carmin. L'évolution géochimique est poussée et les rapports moléculaires silice/alumine ne dépassent pas 2,4 jusqu'à une grande profondeur. Ils s'abaissent même à près de 2,2 dans les horizons superficiels.

L'appauvrissement en argile est assez limité en puissance : les textures deviennent argilo-sableuses dès 50 cm pour atteindre souvent plus de 50 % d'argile à la base des horizons B_{fe}. Ces sols ferrugineux, développés dans les altérations ferrallitiques sont en moyenne moins profondément éluviés en argile que ceux qui sont développés aux dépens de matériaux plus jeunes.

Comme pour les sols précédents, les taux de saturation sont élevés dans les horizons humifères. Ils s'abaissent cependant, assez rapidement et assez souvent en-dessous de 50 % dans l'horizon sous-jacent pour remonter dans

les horizons les plus argileux. Dans l'horizon C, ils dépassent rarement 70 % alors qu'ils atteignent 90 %, voire 100 % pour les sols développés dans les argiles riches en minéraux 2/1. La somme des bases échangeables n'est cependant jamais importante car la kaolinite est sinon exclusive, du moins très prédominante dans les minéraux argileux de ces sols et nous savons que sa capacité d'échange est faible ($S = 3$ à 4 mé/100 g dans l'horizon humifère et inférieure à 5 mé/100 g dans l'horizon le plus argileux).

L'évolution de la matière organique apparaît fréquemment assez rapide avec un rapport C/N voisin de 10 ou inférieur à cette valeur dès une faible profondeur.

Sols associés

Les sols associés sont : soit les sols ferrugineux des faciès profonds précédents, soit tous les sols ferrallitiques traités ultérieurement. Alors que le passage avec les premiers est souvent progressif et s'effectue dans la plupart des cas vers l'aval du paysage, il est avec les seconds, beaucoup plus rapide et plus aléatoire en ce sens qu'aucun facteur naturel ne permet de le pressentir, quand la forêt, qui les couvre naturellement, a disparu.

Caractéristiques agronomiques et possibilités d'utilisation

Les propriétés physiques sont, dans l'ensemble, bonnes : perméabilité excellente, aération assurée en toute saison, porosité suffisante, structure stable, bilan hydrique relativement satisfaisant, etc. Le caractère le plus défavorable est la limitation du volume explorable par les racines, due à la présence d'abondants nodules mais l'horizon BC sous-jacent à ce niveau grossier, bien que débutant à une assez grande profondeur, permet de compenser cette restriction pour les enracinements qui peuvent l'atteindre.

Le coton et le manioc sont des cultures assez bien adaptées à ces sols, mais sous réserve de fumures. Il en est de même pour le maïs et pour le haricot.

— Faciès profond des sols à concrétions et à lessivage-appauvrissement profond.

Famille : identique à celle de l'unité précédente (unité pédologique N° 23).

Les caractères généraux des sols de l'unité pédologique N° 23 sont identiques à ceux de l'unité précédente sauf pour la puissance des horizons éluvies. Celle-ci peut atteindre 80 cm, voire plus de 1 mètre dans certains cas. La roche-mère est en général moins basique, moins riche en fer, ce qui peut se répercuter dans une diminution de l'intensité du concrétionnement, même si l'ensemble des horizons qu'il affecte présente, comme il le fait dans la plupart des cas, une puissance voisine de celle que nous pouvons relever dans l'unité précédente.

Cet appauvrissement en argile est accompagné d'une diminution du total des bases échangeables et souvent d'un abaissement encore plus marqué du pourcentage de saturation dans les horizons A₂.

Ces sols conviennent mal au coton, à moins d'envisager des apports d'engrais importants et réguliers. Les cultures peu exigeantes telles que celles du sorgho, du mil et de l'arachide sont mieux adaptées.

+ **Sous-groupe : à hydromorphie des sols ferrugineux lessivés-appauvris.**

L'engorgement temporaire qui se traduit par l'apparition d'un pseudo-gley est un processus normal dans tous les sols ferrugineux, d'autant plus que le matériau originel est argileux et riche en phyllites à réseau 2/1, comme c'est fréquemment le cas. Certains auteurs considèrent même que l'hydromorphie est un processus nécessaire au développement des sols ferrugineux, en particulier de ceux qui sont concrétionnés ou indurés en carapace (ou cuirasse). Il est peut-être imprudent de retenir systématiquement une telle hypothèse étant donné, il faut le rappeler, que nous

pouvons observer des profils ferrugineux bien drainés, dans des matériaux ferrallitiques par exemple, dont rien ne permet de supposer qu'ils passèrent par un stade hydromorphe.

Quoiqu'il en soit, lorsqu'elle existe, cette hydromorphie à pseudo-gley affecte certains profils ferrugineux très intensément et à partir d'une profondeur d'autant plus faible que nous nous trouvons en situations topographiques défavorables au drainage externe : pentes faibles, aval des versants.

Le modelé adouci de cette pénéplaine favorise l'apparition de l'hydromorphie et celle-ci est plus fréquente dans le sud que dans le nord, vraisemblablement par suite de l'abaissement plus généralisé des interfluves.

Par rapport aux sols ferrugineux bien drainés, l'hydromorphie se traduit par deux caractères morphologiques : couleurs et structure. Les premières se différencient selon la redistribution du fer, caractéristique du pseudo-gley, et la seconde s'élargit, passant rapidement à polyédrique nette quand existe un taux d'argile suffisant. En général, l'hydromorphie est moins intense dans les horizons éluviés.

L'hydromorphie, qui affecte les profils jusqu'à la base des horizons A₁, présente un important handicap dans la mise en valeur des sols.

— Faciès peu profond des sols à fort concrétionnement.

Famille : dans matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss à deux micas ou à amphibole et/ou à biotite, ou dans des matériaux riches en illite et en interstratifiés d'altération de micaschistes à muscovite - (unité pédologique N° 24).

Les sols de cette unité pédologique N° 24 sont très proches de ceux des unités 12 et 17 et sont comme eux, cantonnés sur les bas de pentes, à proximité des axes du réseau hydrographique. Ils sont cependant moins bien représentés, l'hydromorphie temporaire n'affectant les sols des faciès peu profonds que sur les pentes les plus faibles. Il semble, en effet, qu'une certaine épaisseur de matériaux soit nécessaire pour que l'engorgement puisse se traduire nettement.

En général, la redistribution du fer est assez prononcée pour aboutir à un concrétionnement sinon puissant, du moins intense.

Morphologie

Le profil type de ces sols se rattache au schéma suivant :

- de 0 à 15-25 cm : horizon A₁ gris-beige ou brunâtre plus ou moins foncé, sableux ou sablo-argileux, pratiquement dépourvu d'éléments grossiers, massif à tendance particulière.
- de 15-25 à 55-80 cm : horizon Bfe à forte ou très forte concentration de nodules ou de concrétions accompagnés de gravats de quartz plus ou moins nombreux ; la matrice est beige ou gris-plus ou moins bleuté, avec des taches rouge, ocre, gris foncé, jaune, etc ; la texture devient rapidement argileuse, plastique à l'état humide et la structure, massive, présente une nette tendance polyédrique à l'état sec ; passage rapide dans la plupart des cas.
- de 55-80 à 100-125 cm : horizon BC gris-vert ou vert-gris plus ou moins tacheté de rouge, ocre et noirâtre ; argileux pratiquement dépourvu d'éléments grossiers ; assez nombreuses zones de minéraux primaires altérables ; structure polyédrique assez large ; petites faces de glissement.
- de 100-125 à 170-190 cm et plus : horizon C argilo-sableux passant progressivement à une arène tandis qu'apparaissent des blocs de roche-mère plus ou moins altérée.

Caractères généraux et analytiques

En général, l'engorgement le plus intense se cantonne dans la partie inférieure du Bfe, et correspond au maximum argileux que nous avons au-dessus de la zone d'altération. Dès que les horizons supérieurs sont suffisamment appauvris en argile, l'aération gagne en profondeur et les couleurs développées traduisent un drainage d'ensemble moins déficient.

Notons d'autre part que les rapports C/N s'abaissent assez lentement en profondeur, malgré des taux de matière organique en général assez faibles.

Les pourcentages de saturation dépassent dans tous les horizons largement 50 % avec des pH tous égaux ou supérieurs à 6,4 ce qui traduit un certain confinement. La somme des bases échangeables, assez élevée avec près de 20 mé/100 g ou plus dans les horizons d'altération et au maximum argileux, baisse considérablement dès que nous passons aux horizons appauvris, pour ne se relever que dans l'horizon le plus organique (avec un peu plus de 8 mé/100 g en général).

Le trait le plus frappant reste l'intense redistribution du fer qui permet l'individualisation d'un horizon Bfe très fortement concrétionné, les pourcentages de nodules et concrétions dépassant le plus souvent 60 %.

Sols associés

Les sols associés sont les sols des différentes unités retenues pour ce sous-groupe hydromorphe, parfois ceux des faciès profonds du sous-groupe à concrétions, mais aussi ceux du sous-groupe régoïque des sols peu évolués que ces derniers appartiennent au faciès verticale de profondeur ou bien à celui d'évolution ferrugineuse (unités 6 et 7). Les passages sont très rapides.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

L'engorgement en saison des pluies limite l'éventail des cultures possibles. D'autre part, l'appauvrissement en argile, aussi bien que la lixiviation d'une partie des bases, empêchent les horizons supérieurs de venir compenser ce manque de profondeur utile. Enfin, la présence d'un taux élevé de concrétions vient restreindre le volume explorable par les racines. Les cultures pouvant réussir sur ce genre de sol sont assez peu nombreuses : le riz est envisageable avec d'assez bonnes chances de succès. Des pâturages extensifs sont également un moyen de tirer parti de ces sols.

— Faciès profond des sols non ou peu concrétionnés.

Famille : dans arène de gneiss leucocrates ou dans matériaux d'altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 25).

Morphologie

Le profil de ces sols se rapproche en général du type suivant :

- de 0 à 15-25 cm : horizon A1 gris assez foncé ; assez organique, avec quelques mouchetures ocre rouille, sableux, sans ou presque sans éléments grossiers ; structure massive ; passage assez lent à l'horizon sous-jacent.
- de 15-25 à 30-40 cm : horizon A1-2 g, gris-légèrement bleuâtre plus ou moins tacheté d'ocre ; argilo-sableux ou sablo-argileux ; structure massive à grossièrement polyédrique ; passage assez lent à l'horizon sous-jacent.
- de 30-40 à 75-90 cm : horizon B1 fe-g où les taches deviennent plus nombreuses, la texture, argileuse et où apparaissent quelques petits nodules ou concrétions, très généralement accompagnés de gravats

quartzeux en pourcentage variable ; la structure est polyédrique, voire prismatique en saison sèche ; passage progressif.

- de 75-90 à 105-130 cm : horizon B_{2fe-g} à peu près identique à l'horizon sus-jacent, mais les taches sont plus nettes et la structure est moins nettement polyédrique à l'état sec et de rares petits feldspaths subsistent.
- de 105-130 à 135-160 cm : horizon de transition dans lequel les nodules disparaissent de même que les gravats quartzeux, la texture devient argilo-sableuse et la structure polyédrique est assez fine à l'état sec.
- en-dessous de 135-160 cm : horizon C avec nombreux blocs de roche mère plus ou moins altérée aux dépens desquels se développe une argile plus ou moins sableuse ou une arène, toutes deux assez riches en feldspaths.

Caractères généraux et analytiques

Ces sols sont essentiellement développés à partir de roches-mère assez leucocrates dans l'ensemble. Des passées riches en ferro-magnésiens élèvent localement le taux de fer. La plus grande partie des éléments grossiers de ces profils sont représentés par des quartz résiduels incorporés par remaniements sur place, les nodules représentant rarement plus de 7 à 8 % du sol total dans les horizons [A + B]. L'évolution de la matière organique semble dans de nombreux cas, retardée par l'hydromorphie avec un rapport C/N de 18 à 19 dans l'horizon A₁. Peut-être pourrions-nous voir dans ce fait, également la conséquence de la composition de la roche-mère assez acide et relativement pauvre en bases ?

Nous pouvons noter dans les profils étudiés, la limite, en profondeur, qu'impose fréquemment l'engorgement de l'argile des horizons supérieurs.

Enfin, remarquons que la richesse en bases échangeables peut être assez faible dans l'horizon A₁ de ces sols où S se situe, dans les 20 premiers, entre 2,0 et 4,5 mé/100 g, ceci s'accompagnant de taux de saturation fréquemment inférieurs à 40 % malgré des valeurs du pH-eau supérieures ou égales à 6.

Sols associés

Les sols de cette unité N° 25 sont liés à des roches-mères leucocrates et l'hétérogénéité du socle les fait apparaître le plus souvent en petites taches allongées selon la direction structurale SSO-NNE dans les autres unités de sols ferrugineux hydromorphes. A l'inverse, quand ils dominent sur des surfaces suffisamment grandes pour être cartographiées, ils sont toujours accompagnés des autres sols de ce sous-groupe et des sols des autres sous-groupes : concrétionnés, indurés, plus ou moins fortement appauvris, etc...

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Une matière organique souvent mal évoluée, une assez forte désaturation de l'horizon A₁ réduisent la fertilité des horizons supérieurs, dans lesquels se concentre toujours l'activité racinaire. Malgré ces caractères défavorables, on peut cultiver ces sols en buttes ou en billons de manière à offrir aux plantes cultivées un volume de terre suffisamment à l'abri de l'engorgement. Le riz, sous réserve de fumure minérale, est d'autre part, très certainement la possibilité principale.

- Faciès profond des sols concrétionnés et moyennement appauvris.

Famille : dans matériaux riches en smectites d'altération de gneiss leucocrates à mésocrates ou riches en illite et interstratifiés d'altération de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 26).

Morphologie

Les sols de cette unité présentent une morphologie voisine de celle des sols de l'unité 24. Les différences principales avec cette dernière sont les suivantes :

- l'horizon Bfe de concentration ferrugineuse, sous forme de nodules ou de concrétions, apparaît à plus grande profondeur : fréquemment en-dessous de 60 cm voire 90 cm mais il est de plus forte puissance, celle-ci pouvant atteindre 1 m,
- la répartition de la matière organique traduit un gradient de décroissance nettement plus progressif dans les horizons qui surmontent la concentration ferrugineuse grossière,
- les taux d'argile sont fréquemment plus élevés dès le sommet du profil, ce qui accentue les caractères hydromorphes.

Caractères généraux et analytiques

Dans ces sols, le matériau originel est souvent très argileux, riche en bases, à évolution géochimique assez peu poussée (rapport moléculaire silice/alumine de 2,6 à 2,9). Tout ceci retentit sur les horizons sus-jacents, d'une façon extrêmement étroite : les textures sont fréquemment argilo-sableuses dès la surface et dès 50 cm de profondeur, nous passons à des granulométries nettement argileuses. Il existe un certain appauvrissement des horizons supérieurs, mais il est loin d'être aussi poussé que lorsque le matériau originel est moins argileux. Nous retrouvons ici l'action de blocage des forts pourcentages originels de cette fraction fine vis-à-vis des phénomènes d'appauvrissement.

Les taux de matière organique sont relativement forts dans les 20 premiers centimètres où ils peuvent dépasser 4 %. Malgré l'engorgement des profils, les rapports C/N s'abaissent rapidement à des valeurs dénotant une assez bonne évolution dès une faible profondeur.

Dans l'horizon A₁, la somme des bases échangeables dépasse en général 10 mé/100 g, le taux de saturation, 80 % et le pH, 6,4. Après une décroissance vers la base des horizons humifères et les plus marqués par l'éluviation de l'argile, les valeurs notées pour ces paramètres croissent nettement dans les horizons argileux sous-jacents.

Sols associés

Les sols associés sont principalement représentés par ceux des unités 6 et 7 (sols régoliques dans altération montmorillonitique), par les sols des faciès peu profonds du sous-groupe non ou peu concrétionné ainsi que par ceux du sous-groupe à concrétions, dérivés également d'argile d'altération (unités 12, 14 et 17). Nous trouvons également d'assez fréquentes petites zones de sols ferrugineux hydromorphes indurés à carapace.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les propriétés physiques sont défavorables. Toutefois, la richesse chimique relativement forte des horizons supérieurs, les moins engorgés, permet d'en espérer des rendements corrects. Sous réserve d'édification de billons ou de buttes, l'igname, le maïs, le haricot semblent pouvoir donner des résultats intéressants. Le riz, naturellement, sera le mieux adapté à ce genre de sol.

- Faciès profond, des sols concrétionnés et moyennement appauvris.

Famille : dans matériaux d'altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 27).

Morphologie

Les sols de cette unité présentent par rapport aux précédents les différences morphologiques suivantes :

- un horizon A1 moins marqué par la concentration de matière organique,
- une plus grande profondeur d'apparition de l'horizon Bfe à nodules, pouvant atteindre 1 m voire 1,50 m,
- des textures dans l'ensemble nettement moins argileuses avec des horizons éluviés plus nets et plus épais mais avec une granulométrie des sables plus fine,
- de fréquentes concentrations de gravats quartzeux.

Caractères analytiques

En conséquence des textures moins argileuses et d'une moindre richesse en bases des zones d'altération, les valeurs présentées par la somme des bases échangeables sont en général très inférieures à celles que l'on relève dans les sols de l'unité précédente. S dépasse rarement 5 mé/100 g dans l'horizon humifère et 7 mé/100 g dans l'horizon B. Les taux de saturation respectifs sont en général inférieurs à 80 % et 70 % et s'abaissent à moins de 40 % à la base des horizons A1. Les valeurs du rapport C/N bien que pouvant s'abaisser à moins de 10 à une assez faible profondeur sont en général plus élevés dans les horizons A1, toujours par rapport aux sols de l'unité précédente.

Sols associés

Une assez grande variété de sols ferrugineux peut être observée dans les ensembles où domine l'unité pédologique n° 27 : presque tous ceux des sous-groupes non ou peu concrétionné, concrétionné, induré et, bien entendu, ceux des différents faciès du sous-groupe hydromorphe. Les caractéristiques hydromorphes semblent être, en effet, conditionnées par tout un ensemble de facteurs très divers : drainage assuré par le système de diaclases et de fissures de la roche-mère, composition des matériaux d'altération, position topographique, micro-relief, évolution des profils eux-mêmes. Si bien que tous ces faciès profonds du sous-groupe hydromorphe ne peuvent guère constituer des unités cartographiques pures.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les propriétés agronomiques sont beaucoup moins favorables que celles de l'unité précédente, car le niveau de fertilité chimique est faible. Dans ces conditions, nous ne pouvons envisager que des cultures très peu exigeantes tant du point de vue physique que chimique. Les pâturages extensifs constituent l'utilisation qui pose le moins de problème.

- Faciès profond des sols concrétionnés et moyennement appauvris

Famille : dans matériaux d'altération kaolinique de gneiss ou de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 28).

Les sols de l'unité pédologique N° 28 sont moins représentés que les précédents, car la conjugaison de l'hydromorphie, phénomène qui se développe principalement dans les zones déprimées du paysage, et d'une altération kaolinique, qui est essentiellement le propre des hauts niveaux de la pénélaine, est peu fréquente. Cette combinaison des deux facteurs n'est réalisée le plus souvent que sur les plus vastes témoins des hauts glacis. Nous nous étendons peu sur cette unité, seulement pour souligner que la libération complète du fer des minéraux primaires fournit à l'hydromorphie une importante quantité d'hydroxydes susceptibles d'être redistribués et concentrés. Ceci aboutit, le plus souvent, à des horizons Bfe intensément concrétionnés et fort puissants. Le volume explorable par les racines en est d'autant plus réduit, si bien que la déficience des propriétés chimiques ne peut être compensée par un volume explorable plus important. La principale utilisation possible de ces sols reste le riz (sous réserve d'une bonne alimentation en eau et d'apports d'engrais) ainsi que les pâturages plus ou moins intensifs.

- Faciès profond des sols concrétionnés et fortement appauvris

Famille : matériaux d'altération riches en smectites, de gneiss divers ou riches en illites et interstratifiés de mica-schistes à muscovite (unité pédologique N° 29).

Morphologie

Le profil des sols de l'unité 29 est, en général, très différencié et peut se schématiser de la façon suivante :

- de 0 à 15-25 cm : un horizon A₁, gris plus ou moins foncé, particulière, pratiquement dépourvu d'éléments grossiers.
- de 15-25 à 110-140 cm : un horizon de morphologie A_{2-g}, éclairci, beige ou gris-beige plus ou moins tacheté d'ocre ou rouille, sableux, éléments grossiers très rares, représentés par de petits nodules et graviers de quartz isolés ; particulière.
- de 110-140 à 180-220 cm : un horizon B_{2fe-g} de forte ou très forte concentration ferrugineuse sous forme de nodules et dont la matrice devient, après une certaine profondeur, assez rapidement grise ou gris-verte, argileuse, à structure massive ou finement polyédrique à l'état sec.
- de 180-220 à 210-250 cm : un horizon BC vert-gris, argileux, très pauvre en éléments grossiers et présentant des zones assez riches en minéraux primaires altérables.
- en-dessous de 210-250 cm : un horizon C aréniforme riche en minéraux primaires altérables et dans lequel apparaissent des blocs de roche-mère.

Caractères généraux et analytiques

Le trait principal de ces sols est la puissance de l'appauvrissement. Celui-ci affecte le profil sur une partie importante et ne laisse un horizon B textural qu'au plancher du Bfe. La lixiviation des bases est également poussée (S est généralement inférieure à 2 mé/100 g dans tout l'horizon A_{2g} et dépasse rarement 4 mé/100 g dans l'horizon A₁) mais les taux de saturation ne s'abaissent généralement pas en-dessous de 55 %. Ce n'est qu'au sommet de l'horizon B_{2feg} ou à la base de l'horizon A_{2g} que nous pouvons noter des taux inférieurs à 50 %

Malgré l'hydromorphie, l'évolution de la matière organique est assez rapide puisque sa minéralisation en abaisse les taux à moins de 1 % en-dessous des 20 premiers cm, le rapport C/N passant alors de plus de 16 à moins de 10, en général.

Le concrétionnement du fer est très intense et puissant et, sur près de 80 cm d'épaisseur, nous avons des pourcentages de concrétions qui représentent parfois plus de 2/3 de la masse du sol total.

Sols associés

Tous les sols du sous-groupe hydromorphe peuvent être observés dans cette unité, à l'état de petites zones éparses au gré de la topographie de détail ou sous forme de bandes étroites selon les variations du soubassement lithologique. Sont parfois associés, principalement dans les zones amont, des sols ferrugineux du sous-groupe induré, ou bien même ceux des faciès profonds du sous-groupe à concrétions. Vers l'aval, les associations avec les sols ferrugineux des faciès peu profonds sont également très fréquentes.

- Faciès des sols à carapace profonde (plus de 70 cm en moyenne)

Famille : matériaux indéterminés (unité pédologique N° 30).

Les sols regroupés dans l'unité N° 30 dérivent principalement de ceux des trois précédentes unités par la prise en masse d'une partie ou de la totalité de l'horizon Bfe concrétionné. Cette induration dépasse très rarement

le stade de carapace. Ce phénomène est fréquent mais intéressé dans la majorité des cas, des étendues fort restreintes non cartographiables à l'échelle 1/200 000. Cette unité N° 30 a cependant pu être individualisée pour les zones où le carapacement est développé avec une suffisante continuité.

Dans cette unité à carapace profonde, les caractères agronomiques et en particulier le volume de sol accessible aux racines sont à peu près les mêmes que ceux des sols simplement concrétionnés. Il en est de même des possibilités d'utilisation.

— Faciès des sols carapacés à faible profondeur (moins de 70 cm en moyenne).

Famille : matériaux indéterminés (unité pédologique N° 31).

L'induration en carapace (ou en cuirasse) apparaît assez fréquemment sur d'assez vastes zones à des profondeurs plus limitées que précédemment : 70 cm au plus. Il apparaît vraisemblable à première vue, qu'une induration aussi puissante, aussi « remontante » dans les horizons supérieurs, procède dans les situations déprimées qui sont le propre de ces sols, d'un apport de fer allochtone. On ne peut cependant acquérir la certitude de cet apport par le calcul des bilans fondé sur les pourcentages des constituants peu mobiles comme le quartz et le titane. En effet, même ces derniers subissent une perte par le canal des remaniements biologiques et de l'érosion superficielle des fines qui en découle.

Du point de vue agronomique, ces sols sont dans la majorité des cas, fortement appauvris en argile et lixiviés en bases jusqu'à la carapace et ne présentent guère de potentialités. Le pâturage extensif semble être la seule utilisation rentable de ces sols.

+ Sous-groupe : des sols ferrugineux tropicaux indurés

Les sols qui sont rattachés au sous-groupe induré ont été regroupés selon deux critères : matériau originel et profondeur d'apparition de l'horizon induré.

Matériau originel : il date, en quelque sorte, les sols. En elle-même, cette notion ne présente guère d'intérêt pratique direct dans le cadre du travail présenté, mais les prospections ont fait apparaître que plusieurs caractères secondaires assez importants du point de vue agronomique, étaient liés au type de matériau.

Dans les matériaux d'altération ferrallitique à kaolinite dominante ou dans les matériaux kaoliniques hydro-morphes, l'horizon induré se présente sous l'aspect d'une carapace cohésive, passant assez fréquemment à une cuirasse, plus massive que concrétionnaire et assez continue.

Dans les matériaux d'altération à minéraux argileux 2/1, l'induration est moins accentuée, souvent moins puissante et moins solide, en général concrétionnaire et présente de nombreuses solutions de continuité.

Profondeur d'apparition du cuirassement

Le regroupement des données a fait apparaître deux ensembles l'un pour lequel l'horizon Bfe apparaît à une assez grande profondeur (supérieure à 70 cm), le second dont les horizons supérieurs ont une faible puissance, généralement de 40 à 50 cm et en tout cas nettement inférieure à 70 cm. Si nous estimons grossièrement le bilan géochimique de ces deux catégories de sols, nous pouvons admettre que le faciès normal (induration débutant en-dessous de 70 cm) peut, quand l'horizon induré est relativement mince, ce qui est le cas le plus fréquent, procéder d'une évolution sur place sans grands apports ni érosion. Par contre les sols pour lesquels la carapace apparaît à faible profondeur doivent être essentiellement rattachés à une phase d'érosion. Celle-ci est vraisemblablement une érosion normale, d'ordre géologique, car elle marque les sols indifféremment de leur couvert végétal. La végétation peut être, comme il arrive assez souvent, une forêt mésophile dont rien ne laisse supposer qu'une dégradation anthropique fût

à son origine. Dans ce faciès d'érosion, la partie supérieure de la carapace évolue fréquemment en cuirasse, mais sur une épaisseur restreinte, généralement inférieure à 30 cm. D'autre part, une certaine hydromorphie secondaire affecte souvent la base des horizons meubles qui lui sont sus-jacents.

La chronologie relative de l'induration, pour les sols développés dans des matériaux d'altération kaolinique, reste indéterminée. On ne peut préciser de quelle formation elle est contemporaine : ou bien des sols ferrallitiques qui ont dérivé de ces altérations, ou bien de la ferruginisation qui a, par la suite, marqué la partie supérieure des profils.

Hormis la présence de l'horizon induré, la morphologie et les caractéristiques chimiques de ces sols, sont très analogues à celles que nous avons relevées pour les unités 19 à 23 du sous-groupe à concrétions. Leurs possibilités d'utilisation dépendent essentiellement de la profondeur d'apparition de l'horizon induré. Si celui-ci débute en-dessous de 70 cm, on peut envisager, généralement, d'y pratiquer toutes les cultures appropriées aux sols non indurés dont les horizons supérieurs sont analogues. Pour une profondeur inférieure à 70 cm, les possibilités sont restreintes, d'autant plus que ce faciès d'érosion s'accompagne le plus souvent, d'un appauvrissement très sévère et de l'apparition de l'hydromorphie secondaire au contact de la carapace ou de la cuirasse. Quand l'engorgement n'est pas un facteur limitant, l'arachide, le mil et le sorgho sont les cultures les mieux adaptées.

Du nord au sud, la fréquence de ces sols indurés décroît.

6. Classe des sols ferrallitiques

- **Sous-classe des sols faiblement ou moyennement désaturés dans l'horizon B.**

Généralités

Sous un climat comme celui de la pénéplaine togolaise, où la saison sèche dépasse nettement 3 mois tandis que le total des précipitations s'abaisse très généralement en-dessous de 1400 mm, il apparaît logique que les sols ferrallitiques se rangent parmi ceux dont la désaturation du complexe est assez modérée. C'est ce qui est effectivement réalisé car la somme des bases échangeables est dans tous les cas ou presque, supérieure à 1 mé/100 g. Le degré de saturation dépasse très généralement 20 % par ailleurs. Il peut même atteindre, voire dépasser 60 %. Enfin, les pH-eau sont supérieurs à 4,5. Tous ces caractères s'accordent avec le fait que l'évolution géochimique n'est pas poussée à l'extrême comme l'indiquent les valeurs du rapport moléculaire silice/alumine. Celui-ci s'abaisse très rarement en-dessous de 2 et les valeurs inférieures à 1,9 font exceptions. D'autre part, les déterminations diffractométriques de minéraux argileux ne font jamais apparaître la présence de gibbsite.

Il est donc très vraisemblable que l'absence de sols fortement désaturés découle du fait que l'évolution géochimique n'atteint pas des stades ultimes. On peut se demander toutefois si à partir d'un ensemble climat-végétation forestière, l'apparition de la savane, avec en particulier la présence de graminées n'a pas modifié, dans un sens positif, le bilan des bases puisées en profondeur, assimilées ensuite par la végétation puis retournées au sol par la décomposition de la matière organique.

Quoiqu'il en soit, la comparaison des données du complexe échangeable des sols ferrallitiques et de celui des sols ferrugineux ne fait guère apparaître de différences sensibles. Il existe même de plus grandes différences, sur ce plan, par exemple, entre deux sols ferrugineux, l'un très appauvri, développé à partir d'un micaschiste à muscovite quartzeux et l'autre, développé à partir d'une altération riche en minéraux 2/1 d'un gneiss mésocrate et modérément appauvri.

En définitive, les différences essentielles résident, à l'échelle de la région, dans les caractéristiques morphologiques et physiques.

Par rapport aux sols ferrugineux, nous avons, en effet, dans cette classe ferrallitique, des sols à profil relati-

vement uniforme, nettement plus profonds et, en règle très générale, moins fortement et moins puissamment appauvris en argile dans leurs horizons supérieurs. La structure, alors qu'elle est le plus souvent particulière, massive ou grossièrement polyédrique, selon les horizons, chez les premiers, passe souvent, pour les sols ferrallitiques, à polyédrique relativement fine, souvent nettement grumeleuse en surface, donnant pour l'ensemble du profil, un débit friable tandis que la compacité, la cohésion et la consistance présentent rarement des caractères accusés. La redistribution du fer, est d'autre part, moins marquée et le concrétionnement est en moyenne, nettement moins poussé que dans les sols ferrugineux.

Tout ceci confère généralement à ces sols ferrallitiques, un ensemble de propriétés physiques assez favorables à l'enracinement ainsi qu'à l'alimentation en eau des plantes de par les propriétés hydriques qui sont la conséquence de textures beaucoup plus fines dans les horizons supérieurs A et B. Les profils de ces sols sont tous du type A B C, l'horizon d'altération pouvant plonger à des grandes profondeurs (20 mètres et parfois plus). Ils ne sont jamais engorgés d'une façon sensible avant plusieurs mètres et les morphologies hydromorphes que nous pouvons observer sont le plus souvent « fossiles ». Ces grandes profondeurs d'altération permettent l'emmagasinement d'une grande proportion des eaux qui drainent des horizons supérieurs et ces poches de matériaux meubles font office de réservoir pour les puits des villages pendant toute la saison sèche. La classification des sols, à l'intérieur de ce grand groupe ferrallitique, est basée, pour la région qui nous concerne, sur cinq grands critères, déterminant les groupes et sous-groupes ; appauvrissement en argile des horizons supérieurs, remaniement, rajeunissement par érosion, induration et concrétionnement.

Tous ces sols ferrallitiques se cantonnent soit sur les témoins des hauts glacis, soit sur les reliefs atacoriers ou bien sur le chaînon parallèle à cette grande zone montagneuse. Ces derniers sont nettement plus arrosés que l'ensemble de la plaine. Leur couvert végétal est variable bien qu'à l'origine, il fut vraisemblablement forestier. Actuellement, hormis les forêt-galeries, tous les îlots forestiers sont concentrés sur les sols ferrallitiques mais la dégradation anthropique accélérée les réduit en nombre et en superficie à un rythme rapide pour faire place à une savane arborée, arbustive et même parfois herbeuse.

— Groupe des sols ferrallitiques typiques

Le profil des sols ferrallitiques typiques est caractérisé par une texture relativement uniforme sur une grande épaisseur, mais on peut toujours observer un appauvrissement dans l'horizon superficiel. De même, un certain remaniement les affecte, puisqu'une nappe de gravats, plus ou moins diffuse, témoigne, dans presque tous les sols, que les horizons supérieurs ne sont pas formés dans des matériaux rigoureusement en place. Mais, ce sont là des constantes du socle togolais. La cartographie des sols ferrallitiques a tenu compte de cette universalité en n'accordant à l'appauvrissement, de même qu'au remaniement, une valeur taxonomique à l'échelle du groupe que lorsqu'ils affectent une épaisseur suffisante, en général supérieure à 50 cm.

+ Sous-groupe modal

Le sous-groupe modal est caractérisé par l'absence d'induration, d'hydromorphie, de rajeunissement ou d'accumulation organique. Il regroupe donc les sols ferrallitiques les plus typiques si l'on s'accorde que les altérations ferrallitiques profondes, bien drainantes ne favorisent qu'assez peu la différenciation ultérieure des horizons.

— Faciès concrétionné dans gneiss divers (unité N° 36).

Morphologie

Les profils de l'unité N° 36 se rattachent en général au schéma type suivant :

— de 0 à 6-15 cm : horizon A₁ rouge-brun ou brun-rouge, sablo-argileux ; éléments grossiers rares ou très rares ; structure nuciforme ou grumeleuse.

- de 6-15 à 25-40 cm : horizon AB rouge brun ; argilo-sableux ; éléments grossiers rares ou très rares ; structure massive à tendance polyédrique fine ou nuciforme.
- de 25-40 à 75-100 cm : horizon B2fe d'assez forte concentration ferrugineuse de nodules accompagnés de quelques gravats quartzeux ; la matrice est rouge plus ou moins soutenu, devenant rapidement bien argileuse en profondeur ; structure massive à débit finement polyédrique assez friable.
- de 75-100 à 100-140 cm : horizon B3t rouge ou ocre présentant quelques zones blanchâtres de feldspaths très altérés ; argileux ; pratiquement pas d'éléments grossiers ; massif à tendance polyédrique fine.
- en-dessous de 100-140 cm : horizon BC, d'abord rouge ou ocre puis passant à un bariolage de rouge brique, jaune pâle, blanchâtre, etc., de texture d'ensemble argileuse passant très progressivement à sablo-argileuse en profondeur tandis que des débris de roche-mère très altérée apparaissent de plus en plus nombreux.

Caractères généraux et analytiques

Avec un pourcentage d'argile généralement voisin de 20 % dès la surface et de 50 % à faible profondeur (30 à 50 cm), ce genre de sol se classe, dans le grand groupe des sols à hydroxydes individualisés (ferrugineux et ferrallitiques) parmi les moins appauvris, et plus généralement, parmi ceux dont le profil textural donne l'impression, du moins sur le terrain, de la plus grande uniformité. Même avec une pluviosité assez réduite (1 250 mm environ dans la majorité des cas), ces sols, le plus souvent sous couvert forestier, restent assez frais pendant toute la saison sèche. Une bonne structure, une forte perméabilité, des caractéristiques hydriques favorables liées à une texture nettement argileuse sur une grande profondeur, font qu'ils présentent, pour l'alimentation en eau des plantes, un bilan particulièrement favorable.

D'autre part, ni la puissance, ni l'intensité de l'horizon concrétionné sont telles qu'elles réduisent sensiblement le volume explorable ou qu'elles opposent aux racines une gêne considérable.

Par ailleurs, malgré l'altération de caractère nettement ferrallitique (les rapports moléculaires silice/alumine sont toujours très voisins de 2) le complexe d'échange est bien saturé en bases puisque le taux de saturation s'abaisse rarement en-dessous de 50 % et le pH, en-dessous de 6. La somme des bases échangeables est également relativement forte et même élevée en surface où elle peut dépasser 15 mé/100 g. Ce sont là des caractères assez courants pour les sols ferrallitiques développés sur les gneiss les plus basiques du socle, sous couvert forestier du moins, si bien que liée aux propriétés physiques favorables cette assez bonne fertilité chimique met ces sols à un rang très honorable sur le plan des possibilités agronomiques, nettement avant nombre de sols ferrugineux. La matière organique est, comme on peut s'attendre sous les couverts forestiers, assez abondante : nous notons, en effet, fréquemment plus de 4 % dans les 10 premiers centimètres et les pourcentages dépassent 1 % jusqu'à une profondeur relativement grande (70 cm environ).

Sols associés

On trouve les sols de cette unité N° 36 régulièrement accompagnés de ceux du groupe appauvri, plus ou moins concrétionnés ou indurés, dans lesquels la cuirasse n'apparaît souvent qu'en-dessous de 70 cm. Les passages s'effectuent en général très rapidement et sans que le laisse prévoir une quelconque modification de l'environnement ou des détails topographiques. Les sols indurés associés se cantonnent le plus souvent, toutefois, vers le sommet des interfluves sous forme de zones très discontinues. Vers l'aval, ces sols passent aux sols ferrugineux, plus ou moins graduellement selon la valeur des pentes.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Nous avons vu que, des points de vue physique et chimique, ces sols sont dotés d'un réel potentiel. Nombre de cultures peuvent y réussir, le climat restant le facteur limitant. C'est pour cette raison que nous ne pourrions, à cause de la très sévère saison sèche qui affecte l'ensemble de la péninsule, envisager sans restriction, les cultures arborescentes qui normalement sont bien adaptées à ces sols et qui de plus, leur permettent de garder leur environnement

forestier. Dans nombre de zones que couvrent ces sols, nous ne pourrions donc retenir que des cultures à cycle assez court, mais en réservant celles qui exigent les meilleures propriétés physiques : manioc, coton, maïs. Dans les zones à pluviométrie plus abondante et assez bien répartie, nous pouvons envisager le palmier à huile, le caféier et des plantations fruitières (citrus en particulier) sous réserve que l'harmattan soit très peu fréquent. En ce sens, l'étude de rideaux d'arbres protecteurs contre le vent pourrait être effectuée afin de développer ces plantations à hauts revenus, jus- qu'alors restreints à la seule région montagneuse ou à ses abords immédiats.

— Faciès peu concrétionné de sols dérivés de micaschistes à muscovite ou de quartzites (unité N° 37).

Caractères généraux et analytiques

Les sols de l'unité N° 37 présentent, pour l'essentiel, des profils analogues à ceux de l'unité précédente. Les différences les plus marquées portent sur l'horizon Bfe, moins développé, moins riche en nodules et apparaissent fréquemment à une profondeur supérieure de quelques décimètres à celles qui ont été notées pour l'unité N° 36. Mais le pourcentage d'éléments grossiers totaux est fréquemment supérieur, par suite de la concentration de gravats quartzeux dont nombre de ces sols sont assez riches. Ceux-ci proviennent des filons dont la roche-mère est abondamment parcourue.

D'autre part, la plus forte richesse en quartz du matériau originel permet un appauvrissement plus marqué des horizons supérieurs mais ce phénomène n'intéresse toujours qu'une faible épaisseur et la texture devient nettement argileuse avant 50 cm dans la plupart des cas. Parallèlement, la structure devient plus massive, plus rarement grumeleuse en surface.

Les paramètres chimiques accusent également une évolution défavorable. Le total des bases échangeables dépasse rarement 6 mé/100 g en surface et décroît en profondeur vers la base des horizons éluviés pour remonter légèrement ensuite. Le taux de saturation reste assez élevé en surface (60 à 70 %) mais il peut s'abaisser à 20-30 %, toujours à la base des horizons éluviés. En profondeur dans l'horizon le plus argileux, il se situe généralement entre 50 et 60 %. Les valeurs du pH sont d'autre part inférieures de 0,7 à 1 unité à celles que nous notons pour les sols développés sur gneiss.

Remarquons que le rapport silice/alumine peut dépasser 2,5 dès une profondeur de 100 à 150 cm. Mais les valeurs de cet ordre découlent de la présence fréquente de muscovite, minéral difficilement altérable et parfois abondant dans les sables et limons de ces sols développés sur micaschistes.

Sols associés

Les sols associés sont à peu près les mêmes que pour l'unité précédente, les zones cuirassées étant toutefois un peu plus fréquentes dans le nord.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Dans les régions les plus arrosées, du piedmont de la région montagneuse, où l'on trouve le plus souvent ces sols, il n'est pas impossible d'envisager l'extension du palmier à huile ainsi que des plantations fruitières sous réserve d'abri naturel ou artificiel permettant de les protéger de l'harmattan. Partout ailleurs, coton et manioc sont les cultures les mieux adaptées, mais avec des rendements moindres que pour l'unité N° 36 car la fertilité (chimique et physique) accuse le caractère plus acide de la roche-mère.

– Groupe : des sols ferrallitiques appauvris

+ Sous-groupe modal

Sont regroupés dans le sous-groupe modal des sols ferrallitiques appauvris, des sols dont l'argile et/ou les hydroxydes de fer sont en pourcentages nettement moindres dans les horizons A que dans les B, mais sans que l'on puisse déceler d'illuviation nette au niveau de ces derniers. Pour les mêmes raisons que celles qui ont été exposées à propos du groupe précédent, nous ne retenons que le sous-groupe modal, étant entendu que les remaniements, bien que toujours présents, intéressent une assez faible partie du profil.

– Faciès moyennement concrétionné des sols dérivés de gneiss ou de micaschistes à muscovite (unité pédologique N° 38).

Il apparaît que l'appauvrissement est une caractéristique souvent liée au développement en profondeur d'un horizon à concrétion, indépendamment de la roche-mère. Mais il ne faut pas perdre de vue que les dégradations anciennes ou récentes du couvert forestier peuvent avoir été l'une des causes principales de ce phénomène.

Caractères généraux et analytiques

Toujours par rapport au sous-groupe modal du groupe typique – famille sur gneiss (unité N° 36), le profil des sols de cette unité N° 38 n'apparaît pas fondamentalement différent. La caractéristique morphologique la plus originale est l'éluviation poussée de l'argile dans les horizons supérieurs et ceci fréquemment jusqu'à plus de 50 cm de profondeur. Les textures sableuses qui en résultent s'accompagnent de structures souvent particulières, ou massives quand suffisamment de matière organique permet la liaison des sables. D'autre part, si l'horizon Bfe, est modérément riche en nodules, du moins ces éléments ferrugineux grossiers se retrouvent à partir d'une faible profondeur (15 à 25 cm) jusqu'à 100-130 cm dans de nombreux cas.

L'appauvrissement en argile entraîne une réduction de la capacité d'échange et du total des bases échangeables. Ces dernières représentent moins de 5 mé/100 g dans les horizons les plus humifères et souvent moins de 2 mé/100 g dans les horizons sous-jacents éluviés et peu organiques. Néanmoins, le taux de saturation présente des valeurs généralement supérieures à 50-60 % et fréquemment encore plus élevées dans l'horizon superficiel. Le pH-eau se situe dans une gamme peu acide ou proche de la neutralité.

Sols associés

Les principaux et les plus fréquents sols associés sont : ceux de l'unité 22 (sols ferrugineux lessivés à concrétions dans matériau ferrallitique à kaolinite dominante), ceux de l'unité 19 (sols ferrugineux lessivés à concrétions, dérivés d'altérations souvent riches en argiles 2/1) pour des zones dont on peut supposer une phase ancienne d'érosion géologique et enfin, des sols des groupes typique et remanié ainsi que ceux du sous-groupe induré de la sous-classe ferrallitique.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Leurs caractéristiques chimiques et physiques en font des sols nettement moins fertiles que ceux du sous-groupe précédent : une certaine évolution ferrugineuse se marque ici par un développement sensible du concrétionnement sur une plus grande profondeur d'où la réduction du volume explorable par les racines, par une différenciation texturale accusée entraînant une gêne pour l'enracinement et un abaissement de la capacité de rétention d'eau en surface et par une diminution du total des bases échangeables bien que le pourcentage de saturation reste assez élevé en général. Pour toutes ces raisons, il est peut être dangereux d'envisager des plantations arborées à récolte annuelle. Il sera plus sage de mettre l'accent sur le développement des cultures annuelles exigeant des sols profonds, telles que le manioc, le coton et le maïs.

– Faciès moyennement concrétionné des sols dérivés de grès (du Crétacé ?) (unité pédologique N° 39).

Les sols de l'unité N° 39 sont peu représentés. On les trouve sur de petites zones en bordure de la frontière du Dahomey, aux environs du 7ème parallèle.

La différenciation de leur profil est très semblable à celle des sols de l'unité précédente avec, assez fréquemment, un concrétionnement plus puissant et un peu plus intense et avec la présence de blocs cuirassés résiduels. Les profondeurs affectées par l'appauvrissement se situent généralement dans la même gamme. La principale différence réside dans les caractères chimiques avec des taux de bases échangeables inférieurs de 0,8 à 2 mé/100 g selon les horizons et un pourcentage de saturation fréquemment compris entre 30 et 40 % dans l'horizon B.

+ **Sous-groupe induré des sols ferrallitiques appauvris (unités pédologiques N° 40 et 41).**

Comme pour les sols ferrugineux, deux ensembles ont été distingués selon la profondeur d'apparition de l'horizon induré. La profondeur de 70 cm apparaît, en effet, fréquemment comme un seuil en deça duquel les horizons supérieurs sont soumis à un appauvrissement très intense et souvent à un léger engorgement au contact de l'horizon induré pendant la saison des pluies. Quand les horizons supérieurs meubles sont plus épais, leurs caractères sont à peu près semblables à ceux que l'on note dans les deux unités pédologiques précédentes.

Dans ce groupe de sols ferrallitiques, l'induration se présente plus fréquemment sous forme de cuirasse que de carapace. Peut-être, cette différence avec les sols ferrugineux où la carapace est la forme la plus fréquente, provient-elle d'une mise à la disposition de l'induration de plus fortes quantités de fer concentrées auparavant dans les sols ferrallitiques ou bien n'est-elle que la conséquence d'une évolution sur une durée autrement plus longue ?

La morphologie de la cuirasse est plus souvent concrétionnaire ou nodulaire que vacuolaire ou scoriacée. Elle est rarement massive et dans ce cas, en général, seulement dans sa partie supérieure. En tout état de cause, qu'il s'agisse d'une cuirasse ou d'une carapace, l'induration est rarement continue sur de grandes surfaces.

Les sols associés à ces unités 40 et 41 sont ceux des sous-groupes précédents de la classe ferrallitique, sur les parties les plus planes des axes d'interfluvés, et ceux du sous-groupe modal-remanié sur les sommets des versants.

Quand l'horizon induré apparaît à plus de 70 cm de profondeur, les possibilités agronomiques sont semblables à celles des unités précédentes. Quand il se situe à une profondeur inférieure à 70 cm, seules les cultures peu exigeantes peuvent s'adapter à la rigueur : mil, arachide, sorgho, sans compter le pâturage extensif.

– **Groupe : des sols ferrallitiques remaniés**

+ **Sous-groupe : modal**

Le sous-groupe modal est le seul sous-groupe retenu des sols ferrallitiques remaniés, bien que des tendances très nettes soient observables un peu partout : vers le sous-groupe faiblement rajeuni ou, mais moins souvent, vers le sous-groupe éluviié « provenant d'une véritable fonte de l'horizon B, du sol initial, toujours très vieux » (G. AUBERT et P. SEGALLEN, 1966). La tendance vers le sous-groupe faiblement rajeuni apparaît surtout en auréole, en tête des marigots qui dissèquent l'ancien niveau des hauts glacis, mais toujours de façon très irrégulière et peu visible sur photographies aériennes car elle ne se traduit pas par des différences sensibles dans le couvert végétal.

La tendance vers le sous-groupe éluviié est autrement plus rare. On peut l'observer au sein des plus vastes témoins du haut glacis mais seulement sous forme de très petites zones dispersées et non cartographiables.

Le sous-groupe modal ferrallitique remanié apparaît, sur la pénélaine togolaise, sous un faciès qui représente, en superficie, un des plus forts pourcentages couverts par les divers sols non indurés, de la classe ferrallitique. Les

caractéristiques morphologiques (présence d'une nappe de gravats importante en premier lieu, éluviation des horizons superficiels, redistribution du fer, structure plus ou moins dégradée), l'apparentent nettement, pour les horizons supérieurs, aux sols ferrugineux avec lesquels on peut observer de très nombreux intergrades. Le faciès d'évolution superficielle ferrugineuse lessivée-appauvrie, à concrétions, a été retenu pour les profils qui ne présentent qu'une faible épaisseur affectée par ce phénomène : 60 cm au maximum. Au-delà de cette profondeur, les caractères de cette évolution s'accroissent généralement et l'on passe à de véritables sols ferrugineux dont le matériau originel est constitué des horizons profonds d'anciens sols ferrallitiques (unités 13, 22, 23 et 28).

- Faciès d'évolution superficielle en sols ferrugineux lessivés-appauvris et plus ou moins concrétionnés de sols ferrallitiques.

Famille : gneiss ou micaschistes (unité pédologique N° 42).

Morphologie

Le profil type des sols de l'unité N°-42 est le suivant :

- de 0 à 10-12 cm : horizon A1, gris-beige, sableux, où les éléments grossiers sont rares, à structure particulière ou particulière-massive.
- de 10-20 à 50-60 cm : horizon Bfe, ocre-brun ou rose-brun puis ocre ; sableux ou sablo-argileux ; nodules assez nombreux ou nombreux nodules accompagnés de gravats de quartz généralement bien émoussés ; structure particulière à massive ou massive à tendance nuciforme, passage rapide.
- de 50-60 à 90-140 cm : horizon B2t, rouge argileux, dans lequel les éléments grossiers deviennent rapidement rares en profondeur ; massif à débit polyédrique assez fin.
- en-dessous de 90-140 cm : horizon BC dans lequel la couleur rouge cède la place, en profondeur, à un bariolage ocre, rose, rouge, jaunâtre, blanchâtre, etc..., la texture, d'abord argileuse, devient progressivement argilo-sableuse, puis sableuse en profondeur ; les éléments grossiers ne sont représentés que par des filons de quartz en place ; structure massive à débit polyédrique de moins en moins net.

Caractères généraux et analytiques

L'évolution superficielle en sol ferrugineux se traduit généralement par des taux de saturation supérieurs à 50 % dans toute la partie du profil affectée, alors qu'ils sont inférieurs à cette valeur dans les horizons sous-jacents, et par des pH-eau compris entre 6 et 7.

La somme des bases échangeables présente cependant des valeurs analogues à celles des sols ferrallitiques appauvris.

Les taux de matière organique sont généralement inférieurs à ceux que l'on note dans les unités précédentes de sols ferrallitiques. Ils sont généralement inférieurs à 2 % dans les horizons humifères et tombent rapidement à moins de 1 % dans les horizons sous-jacents. La rapport C/N donne des valeurs qui traduisent une évolution médiocre dans de nombreux cas, et dépassent souvent 17 à 18 au sommet du profil. Elles décroissent progressivement en profondeur.

Enfin, l'éluviation de l'argile dans les horizons supérieurs procède d'une exportation des fines hors du profil et non d'un lessivage avec illuviation en profondeur. Ainsi l'indiquent l'absence d'argilanes et la progression à peu près régulière des taux de silice combinée et d'alumine jusqu'à la roche-mère, malgré la présence d'un ventre argileux à une profondeur intermédiaire dans la partie du profil en place.

Sols associés

Les sols associés sont principalement ceux des unités précédentes des sols ferrallitiques ainsi que ceux de l'unité 22 (sols ferrugineux du sous-groupe à concrétions, à lessivage-appauvrissement moyennement profond dans altération ferrallitique ou kaolinique). Les passages sont très rapides et irréguliers. Vers l'aval des versants, nous passons graduellement à des sols ferrugineux lessivés à concrétions typiques, développés dans des matériaux assez riches en argiles 2/1 par l'intermédiaire de sols du même sous-groupe mais développés dans des matériaux d'altération ferrallitiques de moins en moins typés, marqués d'autre part, de plus en plus par une hydromorphie vraisemblablement assez ancienne.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les sols de cette unité N° 42 sont, en général, bien drainés, profonds, mais dans lesquels la présence d'une nappe de gravats réduit sensiblement le volume explorable par les racines. D'autre part, ces remaniements, souvent intenses, introduisent à une assez faible profondeur, une discontinuité non seulement morphologique mais également physique. La partie en place, non remaniée, faiblement pédoturbée, est fréquemment plus cohésive, plus massive que les horizons sus-jacents et ceci oppose à l'enracinement, un barrage assez sérieux.

Toutefois cette gêne peut n'être que très localement rédhitoire et nous pouvons envisager pour ces sols, l'éventail de cultures adaptées à ceux de groupe appauvri : coton, manioc, haricot etc.

– Groupe des sols rajeunis ou pénévoués

Un seul sous-groupe a été reconnu dans le groupe des sols ferrallitiques rajeunis ou pénévoués : celui qui est caractérisé par l'érosion et le remaniement. Les deux autres sous-groupes : avec apport éolien et hydromorphe, exigent pour se manifester, des conditions naturelles que l'on ne retrouve pas dans la région étudiée.

C'est surtout sur les micaschistes et les quartzites des abords ou du piedmont de la chaîne atacorienne que les sols du sous-groupe retenu sont les mieux représentés car les reliefs y sont, dans l'ensemble, assez vifs, tandis que les parties gneissiques ou granitiques du socle ont donné lieu, en conséquence d'une altération plus rapide, à un abaissement, un aplanissement plus prononcés du paysage.

+ Sous-groupe des sols érodés et remaniés

Famille : sur gneiss (le plus souvent mésocrates) (unité pédologique N° 43).

Morphologie

Le profil type des sols de l'unité N° 43 présente les horizons suivants :

- de 0 à 15-20 cm : horizon A1 ; brun-beige ou brun-grisâtre ; sableux ou sablo-argileux ; quelques nodules ou concrétions, débris de roche-mère très ferruginisés et graviers ou cailloux de quartz ; particulière ou particulière-massif, passage assez progressif.
- de 15-20 à 35-50 cm : horizon A1-2/Bfe ; ocre-brun ou rouge-brun ; sablo-argileux passant fréquemment en profondeur, à argilo-sableux ; nombreux fragments de roche-mère ferruginisés, plus ou moins évolués en pseudo-concrétions ; quelques concrétions et graviers ou cailloux de quartz ; structure à tendance très finement nuciforme ou polyédrique, passage progressif.
- de 35-50 à 70-90 cm : horizon (B) rouge soutenu ou rouge-brun, argilo-sableux ou argileux ; les fragments ferruginisés de roche-mère deviennent progressivement moins nombreux et cèdent la place fréquem-

ment à des zones de roche-mère altérée, plus ou moins rubéfiée ; encore quelques petites concrétions ; structure très finement polyédrique ou localement grumeleuse ; passage progressif.

- en-dessous de 70-90 cm : horizon C ; roche-mère altérée, plus ou moins rubéfiée se résolvant localement en poches de terre fine ocre ou ocre-brune, sablo-argileuse, englobant de très rares pseudo-concrétions et de petits fragments de roche-mère et à structure finement polyédrique ou massive.

Caractères généraux et analytiques

Le trait le plus marquant de ces sols est l'apparition rapide en profondeur de zones de roche-mère encore structurée. Le drainage est très bien assuré grâce à des soubassements vraisemblablement fortement diaclasés. Le remaniement se traduit par l'appauvrissement d'une assez importante tranche supérieure du profil. Des concrétions sont observables mais elles procèdent probablement, au même titre que les autres éléments grossiers, d'un résidu d'érosion : à partir d'une profondeur restreinte, les seuls éléments ferrugineux indurés sont des pseudo-concrétions avec lesquelles les concrétions des horizons superficiels ne semblent entretenir aucun lien génétique.

La matière organique est assez profondément incorporée au profil et des pourcentages supérieurs à 1 % jusqu'à 0,60-0,80 m sont fréquents. L'évolution de cette matière organique est par ailleurs rapide puisque le rapport C/N présente des valeurs généralement inférieures à 10 dès 15 à 30 cm de profondeur.

Enfin les sommes de bases échangeables sont assez élevées. Dès 40 à 50 cm, elles dépassent nettement 10 mé/100 g et sauf dans l'horizon immédiatement sous-jacent à celui de surface, le plus humifère, les taux de saturation sont voisins de 60 % ou bien, le plus souvent, supérieurs à cette valeur.

Sols associés

Les sols associés sont tous ceux de la classe ferrallitique, mais surtout ceux des groupes appauvri et remanié.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Le drainage très rapide de ces sols et leur manque de profondeur, accusé par la présence d'un fort pourcentage de fragments de roche réduisant le volume utile, font de ces sols, des milieux rapidement ressuyés et secs après la fin de la saison des pluies. D'autre part, les propriétés chimiques sont satisfaisantes, d'autant plus que les réserves d'éléments minéraux altérables sont assez fortes. Dans ces conditions, ces sols conviendront à des cultures à cycle court, assez exigeantes du point de vue chimique : maïs, haricot, coton.

Familles : sur micaschistes, quartzites ou grès (du Crétacé ?) (unités pédologiques N° 44 et 45).

Le profil des sols de ces dernières familles présente à peu de choses près, les mêmes caractères morphologiques et physiques que dans la première famille des sols rajeunis ou pénévulés. Toutefois, l'appauvrissement en argile est plus profond et plus intense à mesure que les roches-mères sont plus riches en quartz et les éléments grossiers ferrugineux ou imprégnés d'hydroxydes de fer, moins abondants.

Les caractères chimiques sont nettement plus différents. Ces sols présentent une somme de bases échangeables plus faible (fréquemment inférieure de 2 mé/100 g dans l'horizon A₁, de 2 à 3 mé/100 g dans l'horizon A₁₋₂ ou A₂, et ne dépassant pas 3 à 4 mé/100 g dans les horizons sous-jacents). Les taux de saturation et le pH sont également plus faibles. Les réserves minérales sont peu abondantes et constituées des silicates les plus résistants à l'altération. Enfin, les taux de matière organique sont un peu plus faibles et le rapport C/N présente des valeurs un peu plus élevées sous l'horizon A₁ que dans les sols de la famille précédente.

Sur micaschistes principalement, ces sols sont associés à ceux de l'unité N° 13 (faciès peu profond, moyennement appauvri, dans altération kaolinique à hydromorphie vraisemblablement inactuelle).

Ces sols ne conviennent qu'à des cultures peu exigeantes comme le mil et l'arachide.

7. Classe des sols hydromorphes

● Sous-classe des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères

Bien que ce socle soit, en grand, assez aplani, sa pente générale, la hiérarchie élaborée de son très dense réseau hydrographique ainsi que l'enfoncement relativement récent de ses cours d'eau interdit la stagnation prolongée des eaux en quelque région que ce soit. Dans ces conditions, bien que l'hydromorphie soit reconnue un peu partout (surtout par engorgement temporaire de profondeur), elle n'aboutit jamais à développer des accumulations organiques. Cette classe n'est, ainsi, représentée que par les sols hydromorphes non ou peu humifères, c'est-à-dire par ceux qui présentent des taux de matière organique inférieurs à 8 % sur les 20 cm superficiels. En réalité, les pourcentages sont loin de dépasser ce seuil, puisque la moyenne se situe aux environs de 2 % pour les 20 premiers centimètres avec des maximum qui excèdent rarement 5 %.

L'hydromorphie se traduit surtout, pour les sols du socle togolais par des caractères de couleur. Les redistributions, à l'échelle du profil, d'éléments solubilisables sont très discrètes : en particulier le concrétionnement des hydroxydes de fer est rare, celui du manganèse jamais observé et la concentration du carbonate de calcium épisodique et, en général, peu intense. La formation de cuirasse ou de carapace sous l'action de l'hydromorphie n'intéresse que de très rares et petites zones, très disséminées. Parmi cette sous-classe des sols hydromorphes peu humifères, nous pouvons rattacher les profils étudiés à deux groupes : celui des sols à gley et celui des sols à pseudo-gley. Les sols du premier groupe sont développés sur des complexes alluviaux ou colluvio-alluviaux souvent riches en argile, où dominent souvent des argiles 2/1 remaniées et transportées à faible distance, en général, dans les fonds de talwegs. Les sols du second groupe se sont développés principalement dans des complexes colluvio-alluviaux, à dominance sableuse, sablo-argileuse ou plus rarement argilo-sableuse, étalés sur une partie plus ou moins importante des bas de pente.

L'ensemble de ces matériaux transportés à plus ou moins grande distance ne couvre qu'une faible partie du socle : on peut estimer celle-ci à 9 % à peine de la superficie de la région étudiée.

A l'échelle d'une cartographie à 1/200 000, il est très difficile de faire apparaître ces sols, car la faible étendue de terrain couvert par eux, de part et d'autre des cours d'eau, gêne bien souvent leur représentation graphique. Aussi faut-il considérer que la carte exagère parfois cette dimension bien que seules, les zones les plus larges aient été retenues. Dans une cartographie à plus grande échelle, ces sols prendraient une importance beaucoup plus marquée.

Il faut remarquer, d'autre part, que les cours d'eau de ce socle se présentent comme une succession irrégulière de rapides et de biefs. Cette particularité de leur profil en long s'est traduite non seulement sur les caractères des matériaux alluvionnés mais également sur ceux du colluvionnement des parties inférieures des versants adjacents. En effet, l'enfoncement variable des axes de drainage, au cours du Quaternaire, a pour conséquence une modification plus ou moins importante des pentes des versants ou, du moins, de leur base, et ceci influe sur la granulométrie des matériaux susceptibles d'atterrissements après avoir été érodés des parties amont des interfluves. Ce reprofilage retentit aussi sur l'extension des zones d'atterrissements de matériaux colluvionnés.

Enfin, ces phénomènes d'alluvionnement et de colluvionnement aboutissent, dans la majorité des cas, à une sédimentation complexe, des couches plus sableuses en surface pouvant, par exemple, mimer une éluviation des sols qui se développent dans ces matériaux.

Le caractère aléatoire de tous ces processus fait que, à l'échelle du 1/200 000, il est apparu illusoire de tenter de préciser les familles de matériaux de ces sols hydromorphes de fonds de vallée et de talwegs, de même que les variations texturales des profils.

– Groupe des sols à gley

Famille : sur complexes colluviaux argileux ou argilo-sableux (unité pédologique N° 46).

Les profils observés rattachés à ce groupe font ranger les sols dans trois des quatre sous-groupes établis par la classification française : sols à gley de surface ou d'ensemble, à gley de profondeur et gley lessivé. Seuls les sols à gley salés n'ont pu être reconnus. Une remarque doit être faite à propos des sols à gley lessivés : dans la plupart des cas, il est impossible, du moins sur le terrain, de faire pour leurs horizons superficiels éluviés, la part entre le lessivage en profondeur, l'appauvrissement par exportation latérale de particules fines et les aléas sédimentologiques.

Pour le socle togolais, ce sont les sols à gley de profondeur qui dominent très largement, car les engorgements n'intéressent, très généralement pas la totalité des profils, un certain drainage latéral permettant aux horizons supérieurs de se ressuyer assez facilement et de s'aérer dès la fin de la saison des pluies.

Morphologie

Le profil type des sols de cette unité se schématise de la façon suivante :

- de 0 à 10-20 cm : gris foncé, sableux ou sablo-argileux ; très rares éléments grossiers ; massif ou particulaire à tendance nuciforme grossière.
- de 10-20 à 55-70 cm : de gris foncé ou noirâtre passe progressivement à de petites zones gris foncé et gris vert ; sablo-argileux passant fréquemment, en profondeur, à argilo-sableux ; éléments grossiers un peu plus nombreux que dans l'horizon sus-jacent et représentés par quelques graviers et cailloux de quartz ; massif à débit nuciforme ou polyédrique assez fin passant à polyédrique plus large en profondeur ; cohésion d'ensemble fréquemment très forte ; passage rapide.
- de 55-70 à 120-150 cm et plus : argile d'altération à caractères verticales, transportée et mêlée à quelques sables fluviatiles arrondis ; vert-grisâtre ; les éléments grossiers sont rares et représentés par quelques petits nodules calcaires, de petits graviers de quartz et quelques petites concrétions pisolithiques ; structure polyédrique de taille moyenne ; assez nombreuses faces de glissement obliques, cohésion d'ensemble assez forte et très forte pour les éléments structuraux, à l'état sec.

Caractères généraux et analytiques

Nous pouvons noter que l'engorgement peut aboutir à une certaine redistribution du calcaire dont nous voyons fréquemment quelques petits nodules en profondeur. C'est un caractère assez fréquent dans ces sols, mais, sauf cas très localisés, l'intensité et la puissance du phénomène ne sont telles qu'on puisse ranger les sols intéressés dans le groupe à redistribution d'éléments solubles.

Les taux de saturation sont rapidement élevés en profondeur : ils atteignent dans de nombreux cas 100 % dès 50 cm. D'autre part, les sommes de bases échangeables sont élevées, reflétant la composition du matériau originel : elles sont largement supérieures à 10 mé/100 g dans tous les horizons.

Nous remarquerons également que l'évolution de la matière organique ne semble guère être ralentie par l'hydromorphie, car les rapports C/N s'abaissent en-dessous de 10, dès une faible profondeur : 40 cm environ. Il est vrai que les taux mis en jeu sont faibles, mais même en surface, où nous avons près de 2 % de matière organique, les rapports C/N ne s'élèvent pas au-dessus de 16.

Enfin, l'appauvrissement en argile, malgré la présence d'un engorgement prolongé, peut être très poussé en intensité et en profondeur, mais il peut s'agir dans ce cas, de variations granulométriques du matériau originel.

Sols associés

Tout un éventail de sols peut être associé à cette unité : d'abord des vertisols (lithomorphes) sur les parties les plus basiques du socle et des sols ferrugineux lessivés concrétionnés ou non (de faciès peu profond) développés en place sur des ressauts de terrain non alluvionnés ou non colluvionnés, des sols peu évolués d'apport (en particulier ceux des bourrelets de berge souvent bien drainés), des sols ferrugineux lessivés hydromorphes parfois indurés, surtout en direction des versants et, bien entendu, tous les autres sols de la classe hydromorphe.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

L'hydromorphie, facteur pédogénétique essentiel, est aussi le facteur limitant de l'utilisation de ces sols. Ils sont généralement bien pourvus du point de vue chimique, mais l'ensemble des propriétés physiques est défavorable et leur engorgement prolongé une grande partie de l'année ne permet guère de n'envisager que la riziculture et la mise en pâturages assez intensifs. Ce sont deux possibilités d'utilisation très rentables.

— Groupe des sols à pseudo-gley

Famille : sur complexes colluvio-alluviaux sableux ou sablo-argileux (unité pédologique N° 47).

Les sols de l'unité N° 47 sont principalement développés sur les complexes colluvio-alluviaux qui couvrent certains bas de pente, sur des matériaux en général beaucoup plus sableux que ceux des sols précédents. Ils proviennent, en grande partie de l'érosion des horizons superficiels éluviés des sols des versants. Ces complexes reposent souvent directement sur la roche sous-jacente sans transition, caractère qui permet d'accepter l'hypothèse allochtone de ces matériaux.

Le pseudo-gley se traduit très rarement par des redistributions d'éléments à l'échelle de l'horizon ou du profil. Les matériaux sur lesquels porte son action sont, en effet, souvent appauvris en argile et hydroxydes, si bien que l'engorgement temporaire s'exprime surtout par des modifications d'ordre purement morphologique, essentiellement sur les couleurs. La présence, toujours très épisodique, de formations indurées notables, procède le plus souvent de la circulation profonde d'une nappe, peut-être à la faveur de discontinuités « sédimentologiques ».

Le profil des sols de cette unité se résume, en général, au développement d'un horizon humifère gris foncé ou gris-beige en surface d'un matériau sableux (passant, dans de nombreux cas, à sablo-argileux en profondeur), de couleur beige ou gris-blanchâtre, jaune, à larges taches rouille, ocre, blanchâtre, jaune, etc..., et à structure particulière ou massive. Dans les profils les plus différenciés, une concentration ferrugineuse de nodules, souvent accompagnée de gravats de quartz, s'observe de 50-70 à 90-120 cm.

Caractères généraux et analytiques

Les textures généralement très riches en sables sur toute l'épaisseur des profils sont vraisemblablement le reflet de celles des horizons supérieurs des profils érodés des versants, dont sont originaires les matériaux. Toutefois, on peut retenir l'hypothèse d'un appauvrissement qui aurait affecté profondément certains matériaux plus riches en argile à l'origine. Ces textures sableuses se traduisent par des capacités d'échanges réduites à 1,5-2,5 mé/100 g dans la partie du profil sous-jacente à l'horizon humifère. Dans ce dernier, épais le plus souvent de 15 à 25 cm, les capacités d'échange peuvent dépasser 6 mé/100 g pour des taux de matière organique de 2 %, pourcentage le plus fréquent. Les taux de saturation sont néanmoins supérieurs à 60 % dès 50 à 60 cm de profondeur de même qu'en surface, dans l'horizon humifère.

Comme pour les sols de l'unité précédente, l'évolution de la matière organique semble assez rapide et le rapport C/N s'abaisse rapidement en profondeur et les valeurs de 12 à 13 qui sont fréquentes dès 30 à 40 cm ne permettent guère de différencier ces sols hydromorphes de ceux des autres unités.

On peut noter dans certains cas, comme cela a été signalé auparavant, l'individualisation, à profondeur moyenne, d'un horizon d'accumulation ferrugineuse, parfois intense. A la différence des sols situés en amont sur les versants, les nodules formés procèdent, comme l'indique leur morphologie, de l'imprégnation en masse de matériaux sableux à l'origine. L'origine du fer apparaît allochtone car on voit mal comment les matériaux originels, composés en presque totalité de sables quartzeux auraient pu fournir les hydroxydes nécessaires. On peut, selon toute vraisemblance, voir dans cet horizon concrétionné, le résultat d'un apport latéral par nappe profonde circulant au plancher assez imperméable que réalise le soubassement.

En général, quand nous avons affaire à des matériaux non exclusivement quartzeux, les valeurs données par le calcul du rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sont supérieures à 2,5 et atteignent fréquemment 3, ce qui traduit une évolution géochimique ménagée.

Sols associés

Les sols associés sont à peu près les mêmes que ceux que nous avons notés pour les sols à gley.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Ici, également, l'hydromorphie est le facteur limitant, mais elle n'intéresse souvent qu'une partie assez profonde du profil. Aussi pouvons-nous envisager dans les situations qui assurent un drainage externe assez rapide, un éventail de cultures plus diversifié que pour les sols à gley. L'igname en particulier, cultivé en buttes, présente quelques chances d'être rentable.

CONCLUSION

La région cartographiée présente à peu près toute la gamme des sols que l'on puisse étudier non seulement au Togo mais dans toute cette partie de l'Afrique de l'Ouest. Elle est toutefois caractérisée par la prédominance marquée des sols ferrugineux tropicaux lessivés-appauvris, en particulier de ceux du sous-groupe à concrétions. Ceux-ci se développent à partir de n'importe quel matériau, qu'il soit géochimiquement très évolué, comme celui des altérations ferrallitiques, ou très peu, comme les matériaux riches en argiles 2/1, souvent vertiques des sols régoliques. Même dans certains vertisols, on peut noter des signes d'évolution vers les sols ferrugineux : massivité de la structure en surface, appauvrissement en argile des horizons supérieurs, ségrégations et concentrations ferrugineuses, etc...

La richesse en quartz du soubassement ainsi que la généralisation des processus de lessivage-appauvrissement contribuent au développement de sols très sableux sur une partie importante du profil. Par ailleurs le concrétionnement ou l'induration d'ensemble des hydroxydes de fer en carapaces et parfois en cuirasses sont des phénomènes également très généraux. Enfin l'hydromorphie n'est pas, dans la plupart des cas, le processus déterminant de la pédogenèse, mais elle se développe préférentiellement du nord au sud de la pénéplaine, si bien que nous arrivons, dans les parties méridionales de celle-ci, à noter d'assez grands ensembles de sols ferrugineux lessivés engorgés temporairement dès une faible profondeur

Parallèlement à cette hydromorphie, nous assistons, toujours vers le sud, à l'extension des zones de sols régoliques dans des argiles d'altération plus ou moins vertiques, aux propriétés physiques assez défavorables.

Il est permis d'affirmer qu'il n'existe presque aucune zone de sols qui ne pose, du point de vue chimique ou physique, aucun problème agronomique.

Les analyses nous montrent, en effet, que la somme des bases échangeables est en moyenne, faible à très faible, sauf exceptions que nous relevons principalement dans les vertisols et sols régoliques dans les argiles d'altération riche en minéraux 2/1, c'est-à-dire dans des formations pédologiques qui présentent par ailleurs des caractéristiques physiques peu favorables. C'est dans l'horizon de surface, le mieux pourvu en matière organique que les taux de bases échangeables sont souvent les plus élevés dans la tranche des profils explorable par les racines. Il est donc nécessaire de conserver le mieux possible, ce stock rapidement lixivié dès que les taux de matière organique fléchissent.

De même l'azote, s'il présente un taux assez élevé dans l'horizon humifère de certains sols (ferrallitiques sous forêt ou hydromorphes à gley en particulier) s'abaisse assez rapidement en profondeur dans la plupart des profils, à des pourcentages relativement bas, suivant en cela, la répartition de la matière organique. Celle-ci, sauf dans certains sols très engorgés comme ceux du groupe hydromorphe à gley, est en général, rapidement minéralisable. Sous défrichage, c'est-à-dire là où son bilan se trouve déséquilibré par rupture des apports naturels, toujours importants, ses pourcentages décroissent très vite. D'autre part, elle risque alors de ne plus se retrouver que sous forme de composés assez fortement polymérisés dont la disponibilité de l'azote est très hypothétique.

Mais l'utilité de la matière organique ne se résume pas au seul chimisme de l'azote. Elle intervient pour imprimer au sol des propriétés physiques différentes et en général plus favorables aux plantes que celles de la matière minérale seule. Par l'agrégation des particules elle intervient sur la stabilité de l'argile, sur l'aération, la porosité, etc. Par conséquent, dans tous ces sols si fragiles, à l'équilibre précaire, toute mise en culture, toute méthode culturale doit tendre à conserver ce stock organique. Il n'est guère permis d'espérer beaucoup de la technique des engrais verts dont l'action est encore mal connue en pays tropicaux et en tout cas, lente. Il est préférable de prévoir des jachères suffisamment longues (au moins 3 années) et répétées.

Enfin, le phosphore est l'un des éléments les plus déficients dans ces sols. Les dosages de la forme dite « assimilable » (par la méthode TRUOG) nous donnent des valeurs particulièrement faibles et ceux du total de cet élément ne viennent guère corriger cette estimation extrêmement défavorable, d'autant plus qu'il est souvent engagé dans des combinaisons insolubles avec des hydroxydes de fer. De ce point de vue, la présence de quantités suffisantes de matière organique permet d'escompter une disponibilité plus élevée du phosphore.

Du point de vue physique, les deux principaux problèmes d'ensemble du socle proviennent de l'appauvrissement en argile et du concrétionnement ainsi que de l'induration en masse des hydroxydes de fer.

L'éluviation de l'argile retentit sur les propriétés chimiques par incapacité, pour les horizons sableux ainsi développés, de retenir les bases et certainement le phosphore, ainsi que, naturellement, sur les propriétés hydriques. Ce phénomène semble être favorisé par l'abaissement des taux de matière organique. Le concrétionnement n'est pas en soi un phénomène dangereux, mais il aboutit à réduire très fortement le volume « utile » de sol. L'induration en carapace ou en cuirasse est autrement plus dangereuse car la partie du profil qui en est affectée, oppose aux racines un obstacle pratiquement infranchissable.

Nous notons donc que le problème le plus immédiat, dans la mise en valeur de tous ces sols, est celui de la conservation des horizons humifères développés sous végétation naturelle. La mesure la plus rentable sur ce plan sera de prévoir des rotations telles qu'elles permettent des remises en jachères prolongées après un cycle de cultures le plus court possible. Il faudra donc, avant tout, limiter la densité de population des zones à coloniser et à l'échelle, non seulement du pays, mais de régions, des villages même, prévoir un équilibre agro-sylvo-pastoral qui reste à définir en pays tropical mais est certainement le seul moyen tout en préservant le potentiel de ressources, d'en tirer le plus grand parti.

Dans le cadre d'un développement agricole de cette région naturelle du Togo, l'effort principal devra être porté sur les sols qui présentent les meilleures caractéristiques physiques. Il est en effet, plus aisé de corriger, par des engrais, ou plus souvent par des rotations et jachères bien conçues, le chimisme de ces sols que leurs propriétés physiques. Seront donc retenus en priorité une grande partie des sols ferrallitiques, puis les sols ferrugineux des faciès profonds développés dans matériaux ferrallitiques ou dans des matériaux d'altération riches en argile 2/1. Dans ceux de la classe ferrallitique, l'appauvrissement en argile et le concrétionnement ne sont, en général, pas poussés à des degrés extrêmes. En ce sens, la région la plus favorable se trouve être celle du triangle Tchamba-Balanka-Goubi, ainsi qu'en général, une grande partie de l'EST-MONO au nord du 8ème parallèle. L'intéressante expérience du développement de la culture du coton effectuée à Kanmbolé, au sein de cette zone, est d'ailleurs là pour en témoigner.

Pour des méthodes culturales traditionnelles, si nous devons donner un ordre de classement des potentialités globales agricoles des sols, en tenant compte de ce que leurs propriétés chimiques et physiques peuvent se contrebalancer, il serait, selon le numéro des unités cartographiées, le suivant : 36 - 38 - 37 - 42 - 43 - 19 - 22 - 12 - 17 - 40 - 32 - 33. Toutes les autres unités présentent des déficiences poussées soit physiques, soit chimiques ou bien les deux à la fois : par hydromorphie, par induration, par trop intense concrétionnement ou bien par appauvrissement. Les vertisols et, dans une certaine mesure les sols régoliques, présentent un cas particulier qui découlent des propriétés physiques et mécaniques spéciales dues à la minéralogie de leurs matériaux argileux. Leur mise en valeur systématique ne se conçoit qu'en agriculture motorisée.

Il ne faudra jamais perdre de vue, dans tout projet agricole, l'extrême hétérogénéité des facteurs fondamentaux de la pédogenèse, en particulier, celle du soubassement lithologique qui joue un rôle déterminant. Le même type de sol, au sens dans lequel ce terme est employé dans la classification française, ne couvre d'une façon homogène, jamais de superficies supérieures à quelques hectares et cela est souvent vrai pour le faciès et même le sous-groupe également.

C'est donc avec prudence que toute extension de cultures devra être effectuée, et sans perdre de vue qu'une cartographie au 1/200 000 ne peut être qu'un document de base dont la valeur est surtout celle d'un outil de planification à l'échelle du pays.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AICARD (P.), 1957. — Les terrains précambriens du Togo et leur extension vers le nord-est (Dahomey) - Thèse doct. Univ. Nancy, 1953, République du Togo, Ministères des Mines, Direction des Mines et de la Géologie, 221 p.
- ANNALES DES SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES DE LA FRANCE D'OUTRE-MER.
- AUBERT (G.), 1961. — Influence des divers types de végétation sur les caractères et l'évolution des sols en régions équatoriales et subéquatoriales ainsi que sur leurs bordures semi-humides - In Sols et Végétations des régions tropicales. Travaux du Colloque d'Abidjan, 1959 - U.N.E.S.C.O., Recherches sur la zone tropicale humide, Paris, pp. 41-47.
- AUBERT (G.), 1965. — Classification des Sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la Section de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M. - Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., III, 3, pp. 269-288.
- AUBERT (G.) et SEGALEN (P.), 1966. — Projet de classification des sols ferrallitiques - Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., IV, 4, pp. 97-112.
- AUBREVILLE (A.), 1948. — Ancienneté de la destruction de la couverture forestière primitive de l'Afrique tropicale - Bull. Agric., Congo Belge, XL, 2, pp. 1347-1352.
- AUBREVILLE (A.), 1949. — Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique tropicale. Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris, 351 p.
- AUBREVILLE (A.), 1962. — Savanisation tropicale et glaciations quaternaires - Adansonia, t. II, fasc. 1, pp. 233-237.
- AVENARD (J.M.), 1969. — Réflexions sur l'état de la recherche concernant les problèmes posés par les contacts forêt-savane. Essai de mise au point et de bibliographie. - Init. et Doc. tech. O.R.S.T.O.M., n° 14, Paris, 154 p.
- BOULET (R.), 1970. — La géomorphologie et les principaux types de sols en Haute-Volta septentrionale. - Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., VIII, 3, pp. 245-271.
- COMMISSION DE PÉDOLOGIE ET DE CARTOGRAPHIE DES SOLS (1967). — Classification des sols, Edition 1967.
- DABIN (B.), LENEUF (N.), 1956-1958. — Etude de l'érosion et du ruissellement en basse Côte d'Ivoire (Premiers résultats, mai 1956 - mai 1958). - O.R.S.T.O.M., Annuaire hydrologique de la France d'Outre-Mer, année 1956, pp. 27-34.
- DELVIGNE (J.), GRANDIN (G.), 1969. — Etude des cycles morphogénétiques et tentative de chronologie paléoclimatique dans la région granitique de Toumodi (Côte d'Ivoire). - C.R. Acad. Sci., Paris, sér. D, t 269, n° 15, pp. 1372-1375.
- DE MARTONNE (E.), BIROT (P.), 1944. — Sur l'évolution des versants en climat tropical humide. - C.R. Acad. Sci., Paris, t. 218, pp. 529-532.

- DERRUAU (M.), 1962. — Précis de géomorphologie, 3ème édit. - Masson, Paris, 413 p.
- DUBROEUCQ (D.), 1971. — Carte pédologique de reconnaissance du Dahomey au 1/200.000 - Feuille Banté. Centre O.R.S.T.O.M. de Cotonou, multigraphié, 87 p. et annexes.
- DUCHAUFOUR (P.), 1972. — Processus de formation des sols : biochimie et géochimie. Centre de Pédologie du C.N.R.S. - Université de Nancy I, 181 p.
- GRANT (N.K.), 1969. — The late precambrian to early paleozoic pan-african orogeny in Ghana, Togo, Dahomey and Nigeria - Géol. Soc. Am. Bull., 80, 1, pp. 45-55.
- HUMBEL (F.X.), BARBERY (J.), 1974. — Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance de la Feuille de Garoua à 1/200 000 (Cameroun) - O.R.S.T.O.M. Yaoundé, 113 p.
- LAMOUREUX (M.), 1954. — Sur la carte d'utilisation des sols et sur la carte pédologique de la boucle Ogou-Mono. 2ème Confér. Interafr. des Sols, Léopoldville, Section II, p. 945-965.
- LAMOUREUX (M.), 1956. — Etude de la fertilité et de l'utilisation des sols ferrugineux tropicaux du Moyen Togo. Congr. Int. Sci. Sol, 6, 1956, Paris, vol. D, pp. 423-426.
- LAMOUREUX (M.), 1961. — Les sols du Togo et le palmier à huile-1-Vallée du Sio. Inst. Rech. du Togo. O.R.S.T.O.M., 48 p. multigraphié, cartes des sols et topographiques au 1/10 000.
- LAMOUREUX (M.), 1969. — Notice explicative n° 34. Carte pédologique du Togo au 1/1 000 000 - O.R.S.T.O.M., 91 p.
- LEMÉE (G.), 1961. — Effets des caractères du sol sur la végétation en zones équatoriale et tropicale humide - In : Sols et Végétation des Régions Tropicales. Travaux du Colloque d'Abidjan de 1959 - U.N.E.S.C.O., Recherches sur la zone tropicale humide, Paris pp. 25-39.
- LEVEQUE (A.), 1965. — Les sols de la zone B de l'EST-MONO, Cartographie au 1/50 000. Centre O.R.S.T.O.M. de LOME, 47 p. multigr.
- LEVEQUE (A.), 1969. — Le problème des sols à nappes de gravats. Observations et réflexions préliminaires pour le socle granito-gneissique au Togo. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol. VII, n° 1, pp. 43-69.
- LEVEQUE (A.), 1969. — Les principaux événements géomorphologiques et les sols sur le socle granito-gneissique au Togo. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol. VII, n° 1, pp. 203-224.
- LEVEQUE (A.), 1970. — L'origine des concrétions ferrugineuses dans les sols du socle granito-gneissique au Togo. Approche du problème. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol. VIII, n° 3, pp. 321-348.
- LEVEQUE (A.), 1975. — Pédogenèse sur le socle granito-gneissique du Togo. Différenciation des sols et remaniements superficiels - Thèse Sci. Strasbourg, 1975, 301 p. multigr.
- MAIGNIEN (R.), 1969. — Manuel de prospection pédologique - Init. et Doc. Tech., n° 11, O.R.S.T.O.M., Paris.
- MARTIN (D.), 1969. — Les sols hydromorphes à pseudo-gley lithomorphes du Nord Cameroun (1ère et 2ème parties). Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol. VII, n° 2, pp. 237-279 et vol. VII, n° 3, pp. 311-343.
- MENSBRUGE (C. de la), BERGEROO-CAMPAGNE (B.), 1958. — Rapports sur les résultats obtenus dans les parcelles d'expériences sur les feux de brousse en Côte d'Ivoire - 2ème Conf. Forest. Inter. Afric., C.S.A./C.C.T.A., publ. n° 43, pp. 659-671.
- ROOSE (E.), 1973. — Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte d'Ivoire. Contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu inter-tropical - Thèse Sci., Abidjan, 124 p., multigr.

- TILLON (R.), 1961. — Etude d'une parcelle de savane mise en défens (République Centrafricaine). Reboisement artificiel ou naturel - Bois et Forêts Trop., n° 77, pp. 13-21.
- TRICART (J.), 1965. — Principes et méthodes de la géomorphologie. - Masson, Paris, 496 p.
- TROCHAIN (J.), 1952. — Les territoires phytogéographiques de l'Afrique Noire Française d'après leur pluviométrie. Recueil des travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie, fac. Sci., Montpellier, sér. Botanique, fasc. 5, pp. 113-124.

**Achévé d'imprimer
sur les presses de COPÉDITH
7, rue des Ardennes - 75019 PARIS
3ème trimestre 1978**

Dépôt légal n° 207.

O.R.S.T.O.M.

Direction générale :

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Service des publications :

70-74, route d'Aulnay, 93 BONDY

O.R.S.T.O.M.

Dépôt Légal : 1^{er} trimestre 1978

ISBN 2-7099-0552-3

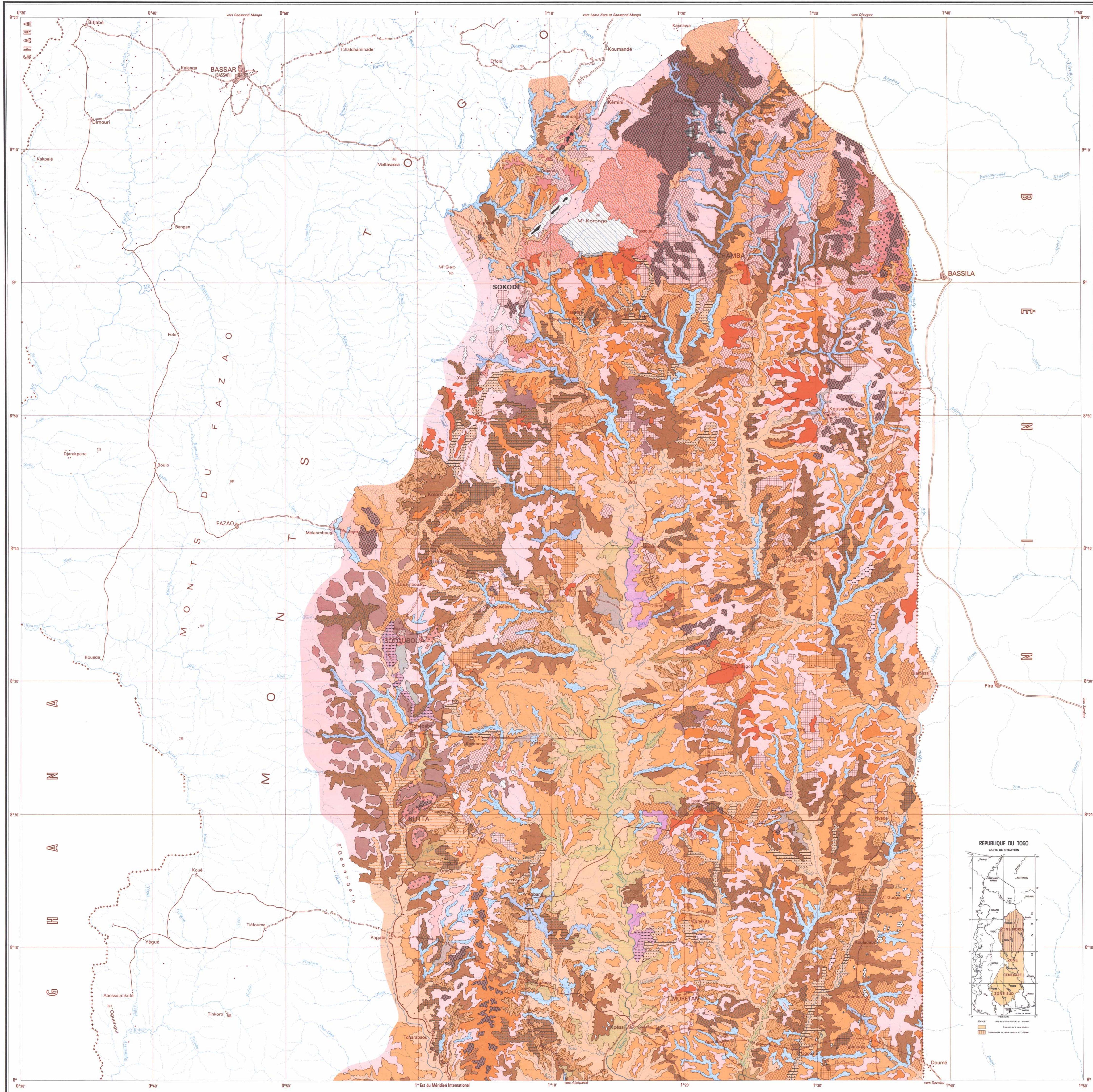
CARTE PÉDOLOGIQUE DU TOGO À 1/200000

SOCLE GRANITO-GNEISSIQUE

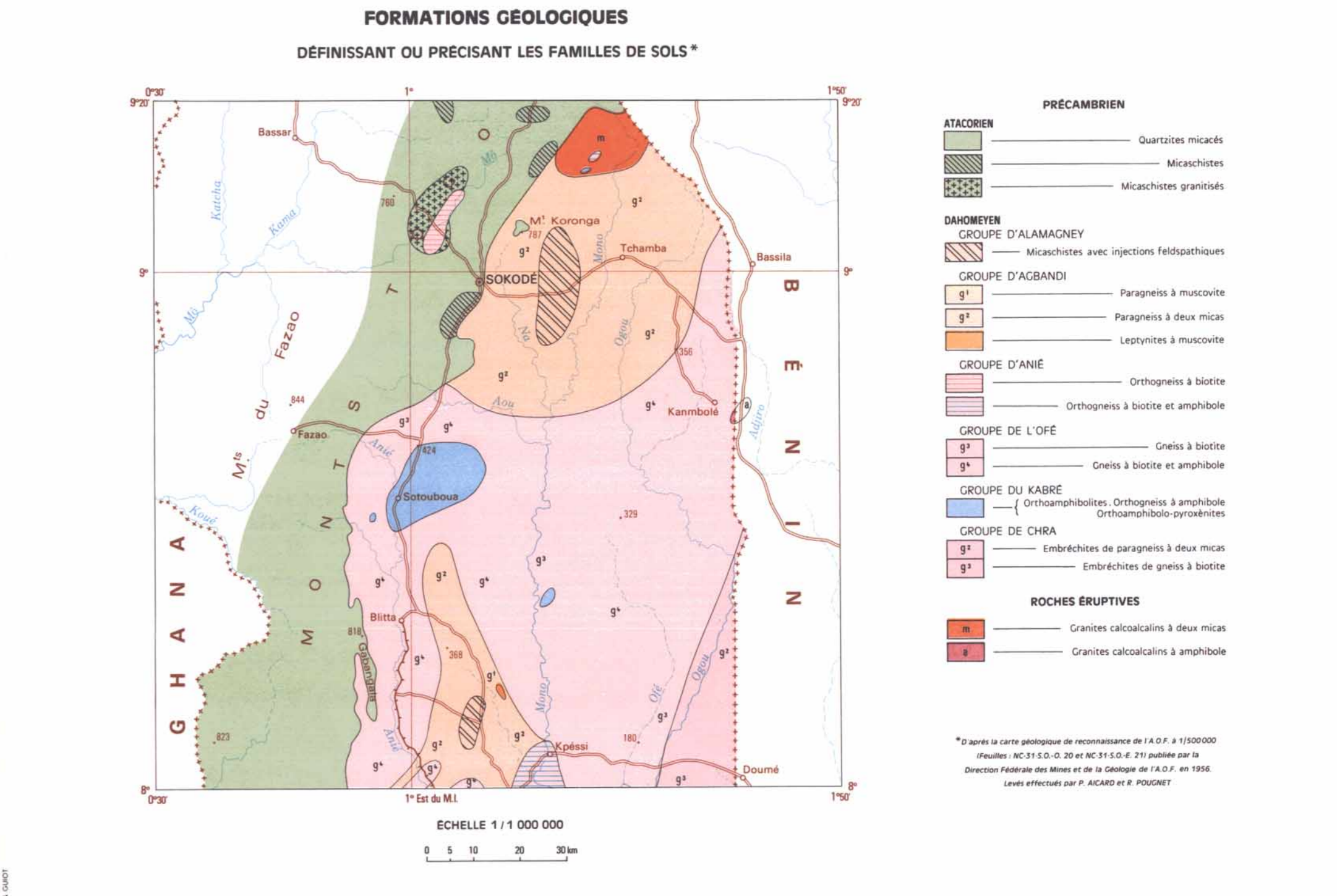
ZONE NORD COMPRISE ENTRE 8° DE LATITUDE NORD ET LES MONTS TOGO

dressée par A. LEVEQUE

REPUBLIQUE FRANÇAISE
OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER



- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**
 - D'ÉROSION OU SOULEVEMENTS LITHOSOLS
 - 1 Sur quartzites
 - 2 Sur quartzites affleurantes
- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**
 - LITHOSOLS
 - 4 Sur roches basiques
 - 5 Sur quartzites, micachistes ou gneiss
- RÉGOLITHES**
 - FACÈS VERTIQUES DE PROFONDEUR, APPAUVRI EN ARGILE AVEC INTERGRADÉS
 - 6 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss mésochrates ou métachistes à amphibole et/ou à biotite
 - 7 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss mésochrates
- D'APPORT**
 - HYDROMORPHES, À PSEUDOGLY
 - 8 Sur matériaux colluviaux ou colluvio-alluviaux, riches en sables quartziteux
- VERTISOLS ET PARAVERTISOLS LITHOMORPHES**
 - NON CRUMSOLLOUES
 - 9 Sur amphibolites, pyroxénites ou hornblendites
 - 10 Sur gneiss micachistes ou mésochrates
- SOLS À MULL OU BRUNIFÈRES DES PAYS TROPICAUX**
 - BRUNS EUTROPHES TROPICAUX À HYDROMORPHIE DE PROFONDEUR
 - 11 Sur gneiss micachistes ou colluvions originaires de l'altération de gneiss micachistes
- SOLS À SESQUIOXYDES DE FER FERRUGINEUX TROPICAUX**
 - LESSIVÉS ET/OU APPAUVRIS NON OU PEU CONCRÉTIONNÉS
 - FACÈS PEU PROFONDS
 - 12 Sur matériaux d'altération de gneiss ou de micachistes, riches en argile 2:1
 - 13 Sur matériaux d'altération kaolinique de micachistes à muscovite
 - SOLS FORTEMENT APPAUVRIS
 - 14 Sur arènes de gneiss leucocrates ou sur matériaux finement sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
 - 15 Sur matériaux d'altération de gneiss ou de micachistes à muscovite, riches en argile 2:1
 - FACÈS PROFONDS
 - 16 Sur arènes de gneiss leucocrates
 - À CONCRÉTIONS
 - FACÈS PEU PROFONDS
 - 17 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à biotite et amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
 - SOLS FORTEMENT APPAUVRIS
 - 18 Sur matériaux sablo-argilo-limoneux d'altération de gneiss leucocrates ou de micachistes à muscovite
 - FACÈS PROFONDS
 - 19 SOLS À LESSIVAGE-APPAUVRISSEMENT MOYENNEMENT PROFOND (SUR MOINS DE 70 cm EN MOYENNE)
 - 20 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à deux mica, à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
 - SOLS FORTEMENT APPAUVRIS (SUR PLUS DE 70 cm EN MOYENNE)
 - 21 Sur arènes de gneiss leucocrates ou sur matériaux finement sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
 - SOLS FORTEMENT APPAUVRIS ET FORTEMENT CONCRÉTIONNÉS
 - 22 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésochrates ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite, riches en illite et interstratifiés
 - SOLS À LESSIVAGE ET/OU APPAUVRISSEMENT MOYENNEMENT PROFOND (SUR MOINS DE 70 cm EN MOYENNE)
 - 23 Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de gneiss à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
 - SOLS À LESSIVAGE ET/OU APPAUVRISSEMENT PROFOND
 - 24 Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de gneiss à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
- SOLS À SESQUIOXYDES DE FER FERRUGINEUX TROPICAUX**
 - LESSIVÉS ET/OU APPAUVRIS
 - FACÈS PROFONDS
 - 25 Sur arènes de gneiss leucocrates ou sur matériaux sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
 - SOLS CONCRÉTIONNÉS ET MOYENNEMENT APPAUVRIS
 - 26 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésochrates ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite, riches en illite et interstratifiés
 - 27 Sur matériaux sablo-argilo-limoneux d'altération de micachistes à muscovite
 - 28 Sur matériaux d'altération kaolinique de gneiss ou de micachistes à muscovite
 - SOLS CONCRÉTIONNÉS ET FORTEMENT APPAUVRIS
 - 29 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss divers, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite, riches en illite et interstratifiés
 - SOLS À CARAPACE PROFONDE (PLUS DE 70 cm EN MOYENNE)
 - 30 Sur matériaux indétérminés
 - SOLS À CARAPACE DE FAIBLE PROFONDEUR (MOINS DE 70 cm EN MOYENNE)
 - 31 Sur matériaux indétérminés
 - INDURÉS (À CARAPACE OU CURASSE)
 - 32 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss divers, ou sur matériaux à illite et interstratifiés, d'altération de micachistes à muscovite
 - 33 Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de roches mères indétérminées
 - FACÈS D'ÉROSION PLUS OU MOINS ANCIENNE (CURASSE OU CARAPACE DÉBUTANT À MOINS DE 70 cm EN MOYENNE)
 - 34 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss divers, ou sur matériaux à illite et interstratifiés, d'altération de micachistes à muscovite
 - 35 Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de roches mères indétérminées
- SOLS FERRALLITIQUES FAIBLEMENT OU MOYENNEMENT DESATURÉS**
 - TYPIQUES
 - MODAUX
 - 36 Sur gneiss divers
 - FACÈS CONCRÉTIONNÉS
 - 37 Sur micachistes à muscovite ou sur quartzites
 - APPAUVRIS
 - MODAUX
 - FACÈS MOYENNEMENT CONCRÉTIONNÉS
 - 38 Sur gneiss ou micachistes à muscovite
 - 39 Sur gneiss (ou Crétacé ?)
 - INDURÉS
 - FACÈS À INDURATION DÉBUTANT À PLUS DE 70 cm EN MOYENNE
 - 40 Sur roches mères indétérminées
 - FACÈS D'ÉROSION (CURASSE OU CARAPACE DÉBUTANT À MOINS DE 70 cm EN MOYENNE)
 - 41 Sur roches mères indétérminées
 - REMANIÉS
 - MODAUX
 - FACÈS D'ÉVOLUTION SUPERFICIELLE EN SOLS FERRUGINEUX LESSIVÉS ET/OU APPAUVRIS, PLUS OU MOINS CONCRÉTIONNÉS SUR MOINS DE 70 cm EN MOYENNE
 - 42 Sur gneiss ou micachistes
 - RAJEUNIS OU PÉNEVOLIÉS
 - ÉRODÉS ET REMANIÉS
 - 43 Sur gneiss le plus souvent mésochrates
 - 44 Sur micachistes à muscovite ou sur quartzites
 - 45 Sur gneiss (ou Crétacé ?)
- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX OU PEU HUMIFÈRES**
 - À CALY
 - 46 Sur complexes colluvio-alluviaux argileux ou argilo-sableux
 - À PSEUDOGLY
 - 47 Sur complexes colluvio-alluviaux sableux ou sablo-argileux
- JUKTAPOSITIONS**
 - 48 SOLS PEU ÉVOLUÉS ET SOLS FERRALLITIQUES : unités 1, 43 et 5-4
 - 49 SOLS À SESQUIOXYDES DE FER ET SOLS FERRALLITIQUES : unités 15-14



REFERENCES TOPOGRAPHIQUES
Cartes de l'Institut Géographique National
Folios : NC 31-1 (FAZAO), NC 31-11 (SOKODÉ),
NC 31-101 (BASSAR) et NC 31-103 (SOGOU) à 1/200 000

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
Paris, France

ECHELLE : 1/200 000
0 5 10 15 20 km

© O.R.T.O.M. 1979

SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.T.O.M. - F. MEUNIER - 1979

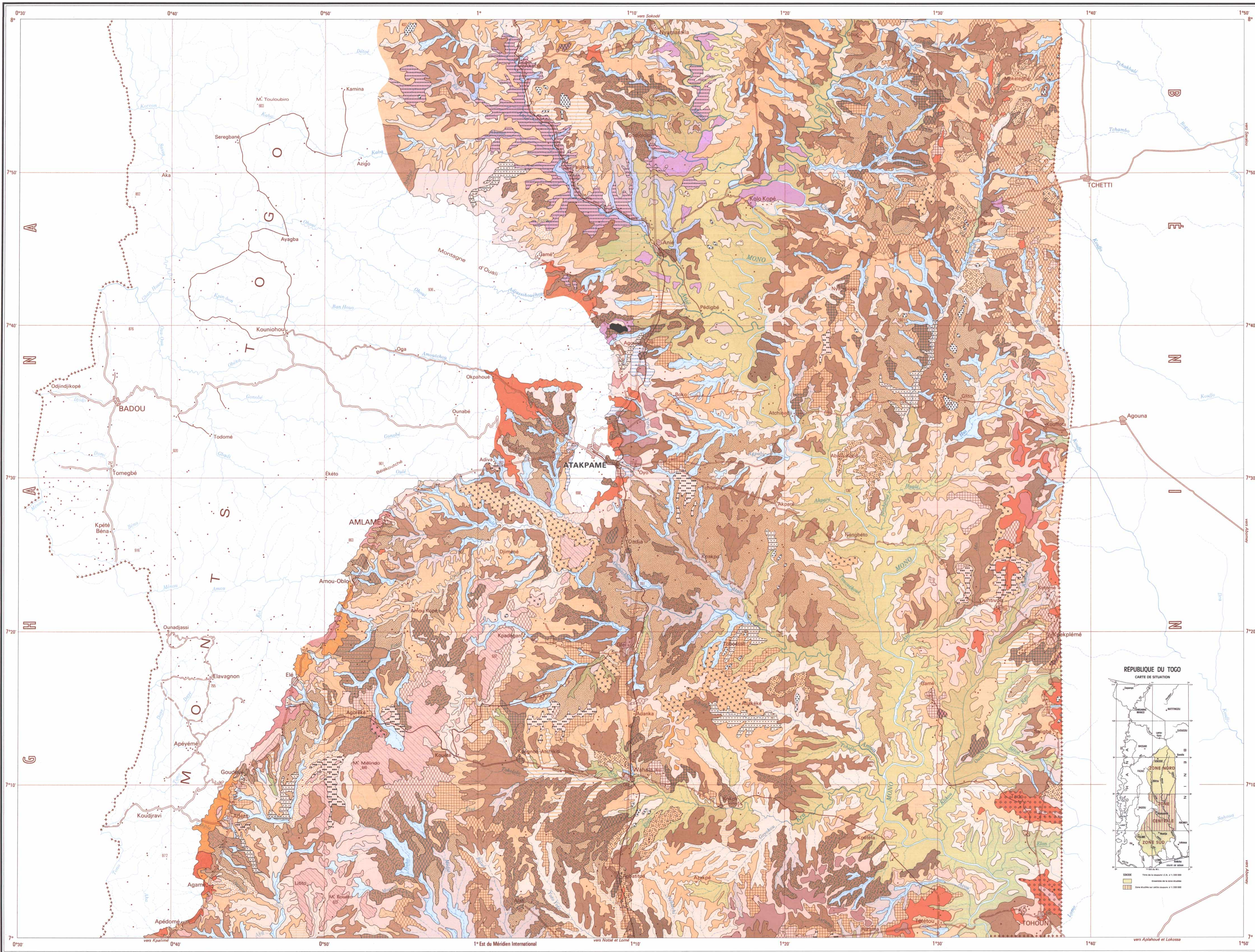
CARTE PÉDOLOGIQUE DU TOGO À 1/200000

SOCLE GRANITO-GNEISSIQUE

ZONE CENTRALE COMPRISE ENTRE 7° ET 8° DE LATITUDE NORD

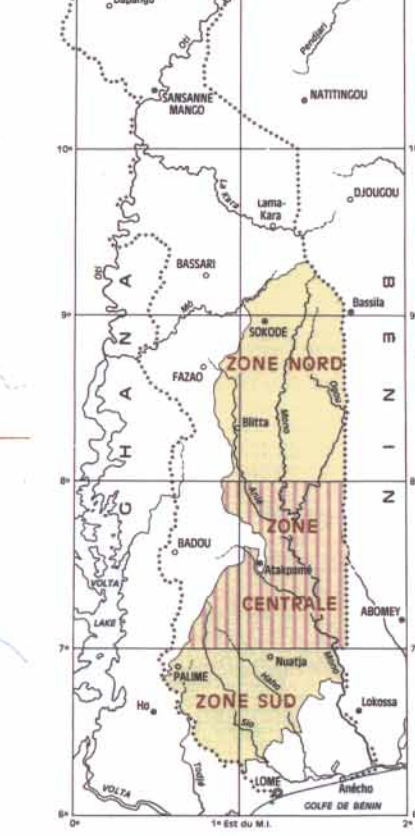
dressée par A. LEVEQUE

REPUBLIQUE FRANÇAISE
OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

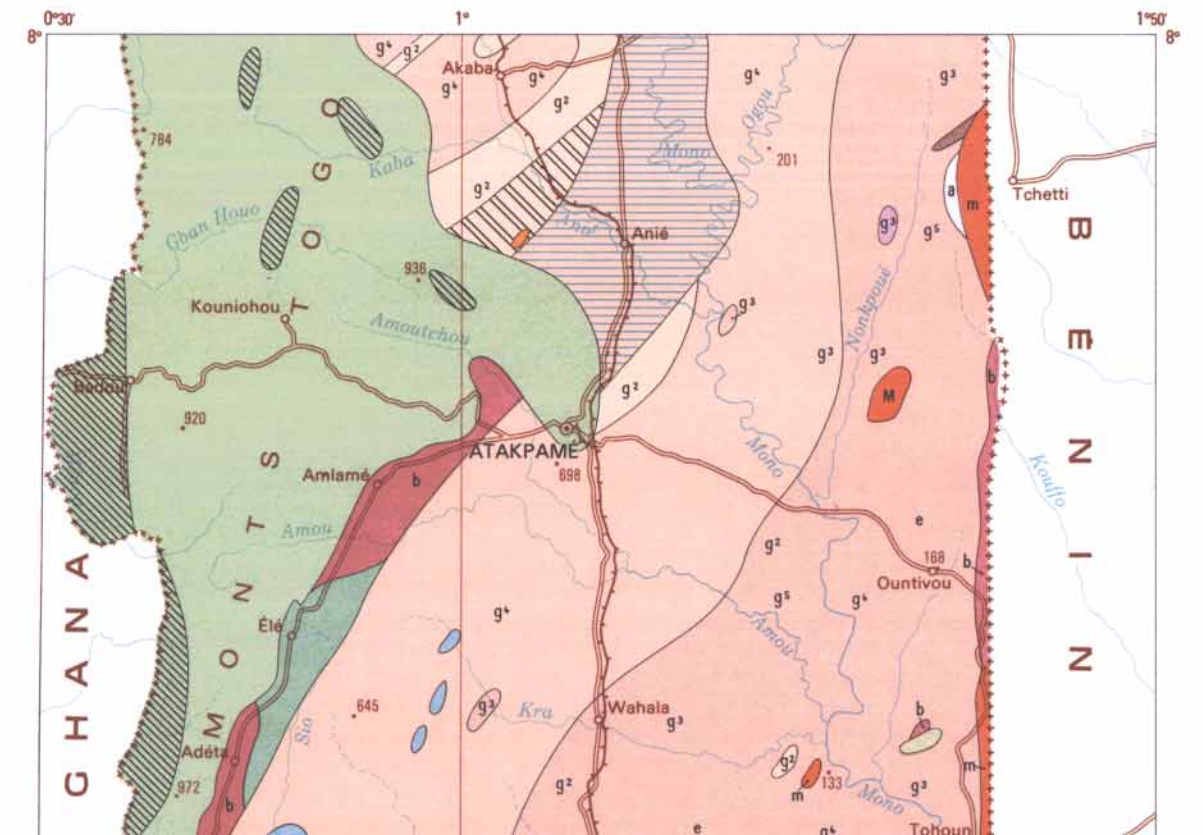


- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**
D'ÉROSION OU SOULECTIQUES
LITHOSOLS
1 Sur grès et gneiss
2 Sur quartzites
3 Sur courasse affleurante
- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**
D'ÉROSION
LITHIQUES
4 Sur roches basiques
5 Sur quartzites, micachistes et gneiss
- REGOLIQUES**
FACIÈS VERTIQUES DE PROFONDEUR, APPAUVRI EN ARGILE, AVEC INTERGRADÉS VERS LES SOLONCHETS OU VERS LES SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFÈRES À RESSURSION DE CALCARE
6 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss mésochrates ou mélanocrates à amphibole et/ou à biotite
7 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss mésochrates
- D'APPORT**
HYDROMORPHES À PSEUDOGLEY
FACIÈS APPAUVRI EN ARGILE (OU PLUS DE 80cm) ET SOUVENT FORTEMENT CONCRÉTIONNÉ OU CARAPACE EN PROFONDEUR
8 Sur matériaux colluviaux ou colluvio-alluviaux, riche en sables quartzes
- VERTISOLS ET PARAVERTISOLS**
LITHOMORPHES
NON CRUMOSOLIQUES
À CARACTÈRES VERTIQUES MOYENNEMENT ACCENTUÉS
FACIÈS SANS DÉGRADATION SUPERFICIELLE
9 Sur amphibolites, pyroxénites ou hornblendites
10 Sur gneiss mélanocrates ou mésochrates
- SOLS À MULL OU BRUNIFIÉS DES PAYS TROPICAUX**
BRUNS EUTROPHES TROPICAUX
À HYDROMORPHIE DE PROFONDEUR
FACIÈS À ÉVOLUTION FERRUGINEUSE EN SURFACE
11 Sur gneiss mélanocrates ou colluvions originales de l'altération de gneiss mélanocrates
- SOLS À SESQUIOXYDES DE FER FERRUGINEUX TROPICAUX**
LESSIVÉS ET/OU APPAUVRIS
NON OU PEU CONCRÉTIONNÉS
FACIÈS PEU PROFOND
SOLS MOYENNEMENT APPAUVRIS
12 Sur matériaux d'altération de gneiss ou de micachistes, riches en argile 2:1
13 Sur matériaux d'altération kaolinique de micachistes à muscovite
14 SOLS FORTEMENT APPAUVRIS
Sur arène de gneiss leucocrates ou sur matériaux finement sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
15 Sur matériaux d'altération de gneiss ou de micachistes à muscovites, riches en argile 2:1
FACIÈS PROFOND
SOLS FORTEMENT APPAUVRIS
16 Sur arène de gneiss leucocrates
À CONCRÉTIONS
FACIÈS PEU PROFOND
SOLS MOYENNEMENT APPAUVRIS
17 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à biotite et amphibole ou sur matériaux à illite et interstratifiés, d'altération de micachistes à muscovite
SOLS FORTEMENT APPAUVRIS
18 Sur matériaux sablo-argilo-limoneux d'altération de gneiss leucocrates ou de micachistes à muscovite
FACIÈS PROFOND
SOLS À LESSIVAGE - APPAUVRISSMENT MOYENNEMENT PROFOND (SUR MOINS DE 70cm EN MOYENNE)
19 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à deux micas, à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
SOLS FORTEMENT APPAUVRIS (SUR PLUS DE 70cm EN MOYENNE)
20 Sur arène de gneiss leucocrates ou sur matériaux finement sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
SOLS FORTEMENT APPAUVRIS ET FORTEMENT CONCRÉTIONNÉS
21 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésochrates ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovites, riches en illite et interstratifiés
SOLS À LESSIVAGE ET/OU APPAUVRISSMENT MOYENNEMENT PROFOND (SUR MOINS DE 70cm EN MOYENNE)
22 Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de gneiss à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
SOLS À LESSIVAGE ET/OU APPAUVRISSMENT PROFOND
23 Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de gneiss à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
- SOLS À SESQUIOXYDES DE FER FERRUGINEUX TROPICAUX**
LESSIVÉS ET/OU APPAUVRIS
À HYDROMORPHIE
LITHIQUES
24 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss à deux micas, à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite, riches en illite et interstratifiés
FACIÈS PROFOND
SOLS NON OU PEU CONCRÉTIONNÉS
25 Sur arène de gneiss leucocrates ou sur matériaux sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
SOLS CONCRÉTIONNÉS ET MOYENNEMENT APPAUVRIS
26 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésochrates ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite, riches en illite et interstratifiés
27 Sur matériaux sablo-argilo-limoneux d'altération de micachistes à muscovite
28 Sur matériaux d'altération kaolinique de gneiss ou de micachistes à muscovite
SOLS CONCRÉTIONNÉS ET FORTEMENT APPAUVRIS
29 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss divers, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovites, riches en illite et interstratifiés
SOLS À CARAPACE PROFONDE (PLUS DE 70cm EN MOYENNE)
30 Sur matériaux indéterminés
SOLS À CARAPACE DE FAIBLE PROFONDEUR (MOINS DE 70cm EN MOYENNE)
31 Sur matériaux indéterminés
- INDURÉS (À CARAPACE OU CURASES)**
FACIÈS À INDURATION PROFONDE (DÉBUTANT À PLUS DE 70cm EN MOYENNE)
32 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss divers, ou sur matériaux à illite et interstratifiés, d'altération de micachistes à muscovite ou sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de roches mères indéterminées
FACIÈS D'ÉROSION PLUS OU MOINS ANCIENNE (CURASSE OU CARAPACE DÉBUTANT À MOINS DE 70cm EN MOYENNE)
34 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss divers, ou sur matériaux à illite et interstratifiés, d'altération de micachistes à muscovite
35 Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de roches mères indéterminées
- SOLS FERRALLITIQUES**
FAIBLEMENT OU MOYENNEMENT DESATURÉS
TYPOLIQUES
MODAUX
FACIÈS CONCRÉTIONNÉE
36 Sur gneiss divers
FACIÈS PEU CONCRÉTIONNÉE
37 Sur micachistes à muscovite ou sur quartzites
- APPAUVRIS MODAUX**
FACIÈS MOYENNEMENT CONCRÉTIONNÉE
38 Sur gneiss ou micachistes à muscovite
39 Sur grès idu Crétacé ?
- INDURÉS MODAUX**
FACIÈS À INDURATION DÉBUTANT À PLUS DE 70cm EN MOYENNE
40 Sur roches mères indéterminées
FACIÈS D'ÉROSION (CURASSE OU CARAPACE DÉBUTANT À MOINS DE 70cm EN MOYENNE)
41 Sur roches mères indéterminées
- REMANIÉS MODAUX**
FACIÈS D'ÉVOLUTION SUPERFICIELLE EN SOLS FERRUGINEUX LESSIVÉS ET/OU APPAUVRIS, PLUS OU MOINS CONCRÉTIONNÉS SUR MOINS DE 80cm EN MOYENNE
42 Sur gneiss ou micachistes
- RAJEUNIS OU PÉNÉVOLIÉS**
ÉRODÉS ET REMANIÉS
43 Sur gneiss le plus souvent mésochrates
44 Sur micachistes à muscovite ou sur quartzites
45 Sur grès idu Crétacé ?
- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX OU PEU HUMIFÈRES**
À GLEY
46 Sur complexes colluvio-alluviaux argileux ou argilo-sableux
À PSEUDOGLEY
47 Sur complexes colluvio-alluviaux sableux ou sablo-argileux
- JUXTAPOSITIONS**
48 SOLS PEU ÉVOLUÉS ET SOLS FERRALLITIQUES : unités 1-43 ou 1-44
49 SOLS À SESQUIOXYDES DE FER ET SOLS FERRALLITIQUES : unités 15-44
Sur matériaux d'altération kaolinique et sur micachistes

REPUBLIQUE DU TOGO



FORMATIONS GÉOLOGIQUES DÉFINISSANT OU PRÉCISANT LES FAMILLES DE SOLS*

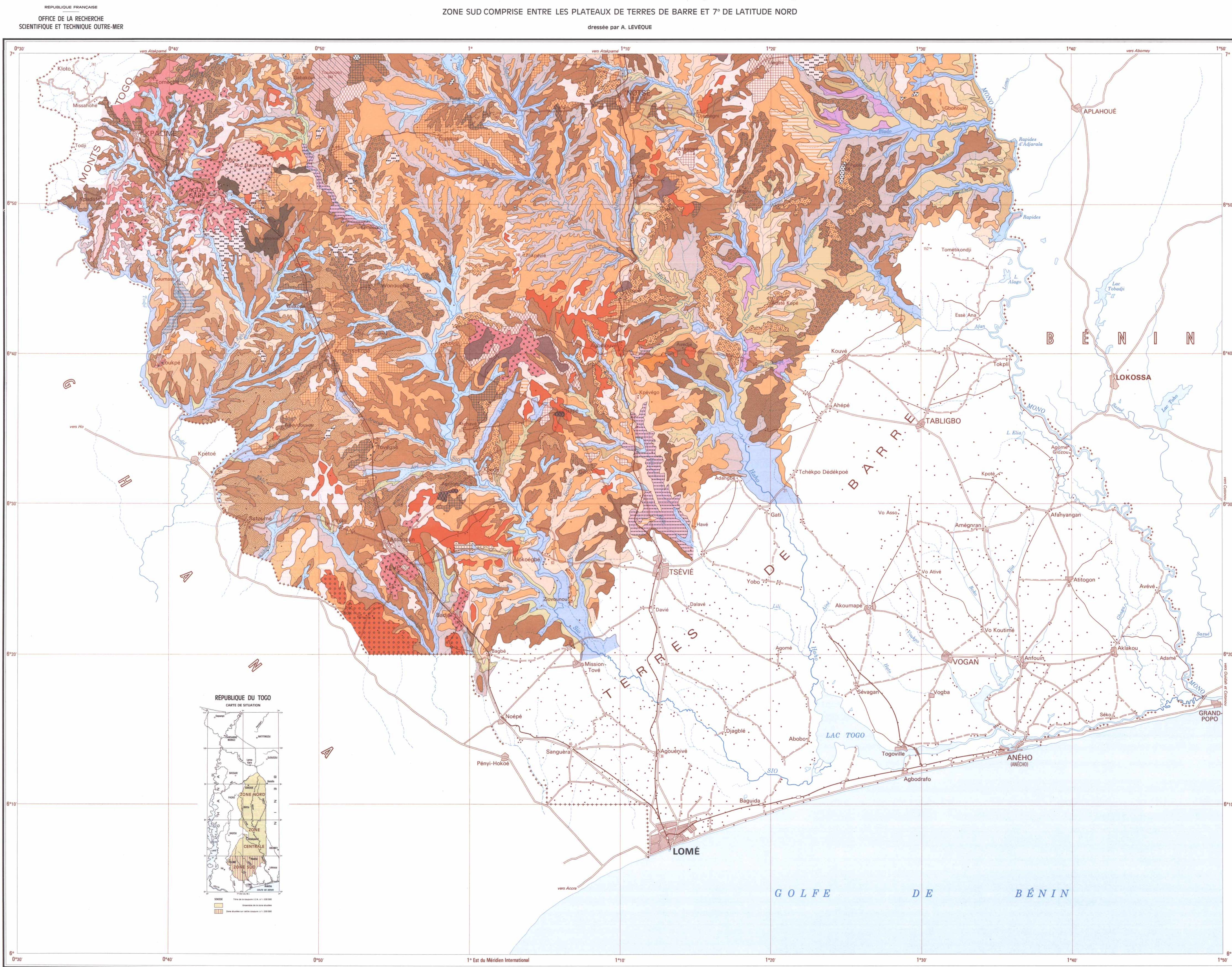


CARTE PÉDOLOGIQUE DU TOGO À 1/200000

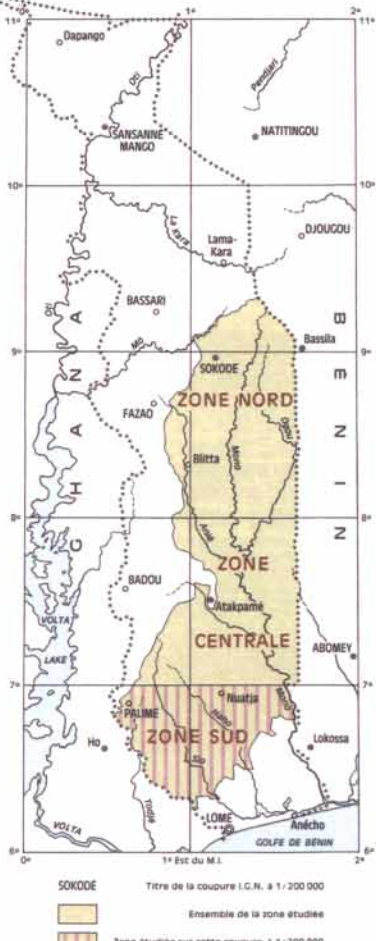
SOCLE GRANITO-GNEISSIQUE

ZONE SUD COMPRISE ENTRE LES PLATEAUX DE TERRES DE BARRE ET 7° DE LATITUDE NORD

dressée par A. LEVEQUE



REPUBLIQUE DU TOGO
CARTE DE SITUATION



REFERENCES TOPOGRAPHIQUES
Cartes de l'Institut Géographique National
Fascicules: N° 31-XXXI (PALME)
et N° 31-XIV (LOMÉ) à 1/200 000

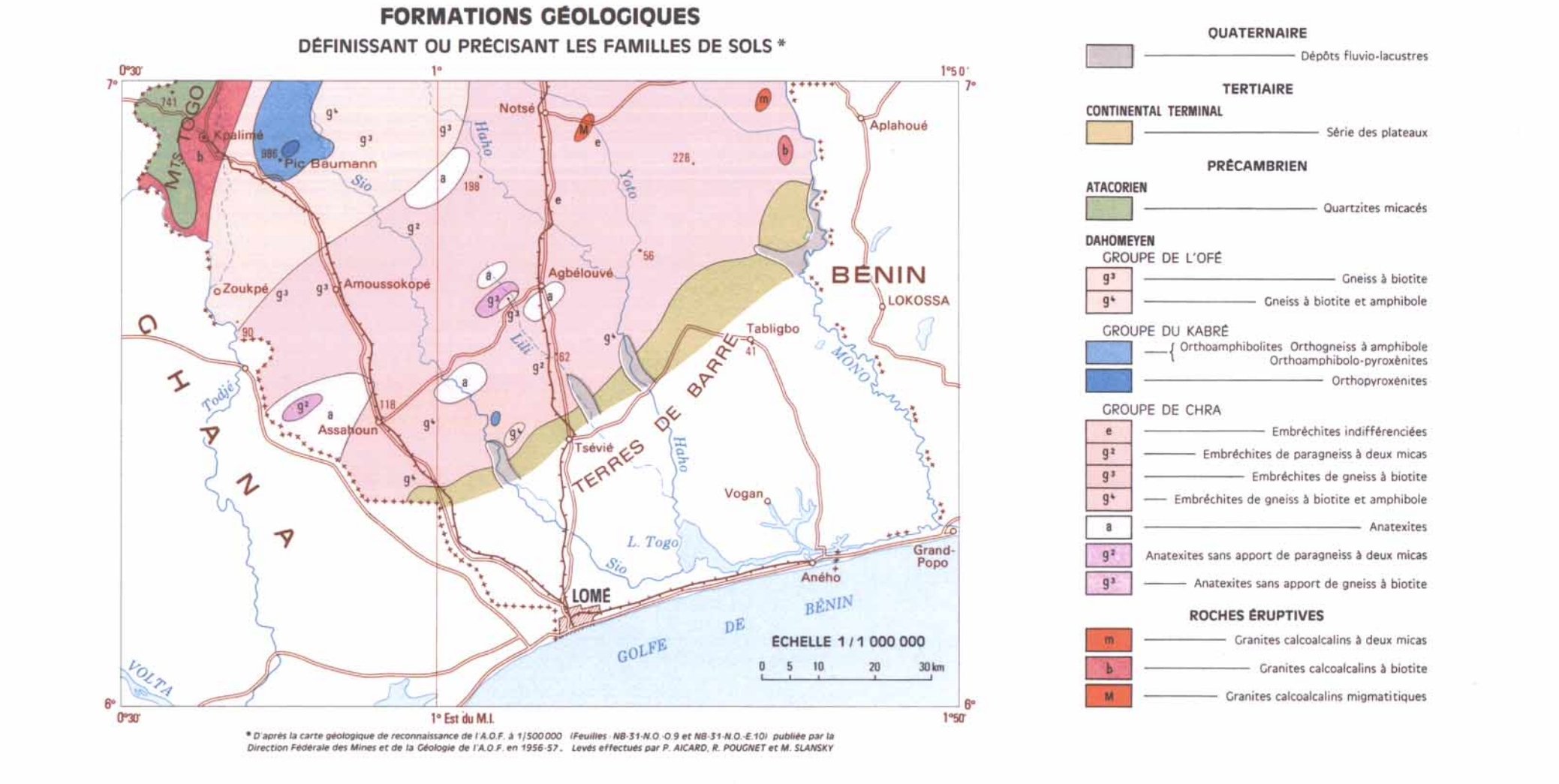
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
Publication en diffusion
16, rue de Valenciennes - 93100 ROUBAIX - FRANCE

ÉCHELLE : 1/200 000

© O.R.S.T.O.M. - 1979

SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M. - F. MEUNIER - 1979

- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE D'ÉROSION OU SOULEVEMENTS LITHOOLS**
 - 1 Sur granites ou gneiss
 - 2 Sur quartzites
 - 3 Sur cuirasse affleurante
- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE D'ÉROSION LITHIQUES**
 - 4 Sur roches basiques
 - 5 Sur quartzites, micachistes ou gneiss
- REGOLIQUES**
FACIÈS VERTICALE DE PROFONDEUR, APPAUVRI EN ARGILE, AVEC INÉGALITÉS VERS LES SOLONCHES OU VERS LES SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFÈRES À REDISTRIBUTION DE CALCAIRE
 - 6 Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss mésoocrates ou mélanocrates à amphibole et/ou à biotite
- FACIÈS À TENDANCE SUPERFICIELLE FERRUGINEUSE, APPAUVRI EN ARGILE, À HYDROMORPHIE TEMPORAIRE ET À CONCRÉTIONS**
 - 7 Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss mésoocrates
- D'APPORT**
HYDROMORPHES À PSEUDOGLÉY
FACIÈS APPAUVRI EN ARGILE (SUR PLUS DE 50 cm) ET SOUVENT FORTEMENT CONCRÉTIONNÉ OU CARAPACÉ EN PROFONDEUR
 - 8 Sur matériau colluvial ou colluvio-alluvial, riche en sables quartzux
- VERTISOLS ET PARAVERTISOLS LITHOMORPHES**
NON CRUROSOLISÉS
À CARACTÈRES VERTICAUX MOYENNEMENT ACCENTUÉS
FACIÈS SANS DÉGRADATION SUPERFICIELLE
 - 9 Sur amphibolites, pyroxénites ou hornblendites
- FACIÈS À TENDANCE SUPERFICIELLE FERRUGINEUSE, APPAUVRI EN ARGILE ET PLUS OU MOINS CONCRÉTIONNÉ**
 - 10 Sur gneiss mélanocrates ou micocrates
- SOLS À MULL OU BRUNIFIÉS DES PAYS TROPICAUX**
BRUNS EUTROPHES TROPICAUX
À HYDROMORPHIE DE PROFONDEUR
FACIÈS À ÉVOLUTION FERRUGINEUSE EN SURFACE
 - 11 Sur gneiss mélanocrates ou colluvions originaires de l'altération de gneiss mélanocrates
- SOLS À SESQUIOXYDES DE FER FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS ET/OU APPAUVRIS NON OU PEU CONCRÉTIONNÉS**
FACIÈS PEU PROFOND
SOLS MOYENNEMENT APPAUVRIS
 - 12 Sur matériaux d'altération de gneiss ou de micachistes, riches en argile 2:1
 - 13 Sur matériaux d'altération kaolinique de micachistes à muscovite
- SOLS FORTEMENT APPAUVRIS**
Sur arène de gneiss leucocrates ou sur matériaux finement sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
 - 14
- Sur matériaux d'altération de gneiss ou de micachistes à muscovite, riches en argile 2:1**
 - 15
- FACIÈS PROFOND**
SOLS FORTEMENT APPAUVRIS
Sur arène de gneiss leucocrates
 - 16
- À CONCRÉTIONS**
FACIÈS PEU PROFOND
SOLS MOYENNEMENT APPAUVRIS
Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss à biotite et amphibole ou sur matériaux à illite et interstratifiés, d'altération de micachistes à muscovite
 - 17
- SOLS FORTEMENT APPAUVRIS**
Sur matériaux sablo-argilo-limoneux d'altération de gneiss leucocrates ou de micachistes à muscovite
 - 18
- FACIÈS PROFOND**
SOLS À LESSIVAGE-APPAUVRISSEMENT MOYENNEMENT PROFOND (SUR MOINS DE 70 cm EN MOYENNE)
Sur matériaux à smectites, d'altération de gneiss à deux micas, à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
 - 19
- SOLS FORTEMENT APPAUVRIS (SUR PLUS DE 70 cm EN MOYENNE)**
Sur arène de gneiss leucocrates ou sur matériaux finement sablo-argilo-limoneux, d'altération de micachistes à muscovite
 - 20
- SOLS FORTEMENT APPAUVRIS ET FORTEMENT CONCRÉTIONNÉS**
Sur matériaux riches en smectites, d'altération de gneiss leucocrates à mésoocrates ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite, riches en illite et interstratifiés
 - 21
- SOLS À LESSIVAGE ET/OU APPAUVRISSEMENT MOYENNEMENT PROFOND (SUR MOINS DE 70 cm EN MOYENNE)**
Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de gneiss à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
 - 22
- SOLS À LESSIVAGE ET/OU APPAUVRISSEMENT PROFOND**
Sur matériaux d'altération ferrallitique ou kaolinique à hydromorphie ancienne de gneiss à amphibole et/ou à biotite, ou sur matériaux d'altération de micachistes à muscovite
 - 23



FORMATIONS GÉOLOGIQUES DÉFINISSANT OU PRÉCISANT LES FAMILLES DE SOLS *

QUATÉNAIRE
Dépôts fluvo-lacustres

TERCIAIRE
CONTINENTAL TERMINAL
Série des plateaux

PRÉCAMBRIEN
ATACOBEN
Quartzites micisés

DANOBIEN
GROUPE DE L'OFÉ
Gneiss à biotite
Gneiss à biotite et amphibole

GROUPE DU KABRE
Orthompholites
Orthompholites à amphibole
Orthompholites-pyrroclastiques
Orthompholites

GROUPE DE CHIBA
Embranchés indifférenciés
Embranchés de paragnéis à deux micas
Embranchés de gneiss à biotite
Embranchés de gneiss à biotite et amphibole
Anastaxites
Anastaxites sans apport de paragnéis à deux micas
Anastaxites sans apport de gneiss à biotite

ROCHES ÉRUPTIVES
Granites calcalkalins à deux micas
Granites calcalkalins à biotite
Granites calcalkalins magnésitiques

ÉCHELLE 1/1 000 000

* Les unités précédées d'un astérisque ne figurent pas dans cette coupe.