

P. FAURE

NOTICE EXPLICATIVE

N° 66 (4)

**CARTE PEDOLOGIQUE
DE RECONNAISSANCE**

de la République Populaire du Bénin

à 1/200.000

Feuille de DJOUGOU



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER



PARIS 1977

NOTICE EXPLICATIVE

N° 66 (4)

**CARTE PEDOLOGIQUE
DE RECONNAISSANCE
de la République Populaire du Bénin
à 1/200.000**

Feuille de DJOUGOU

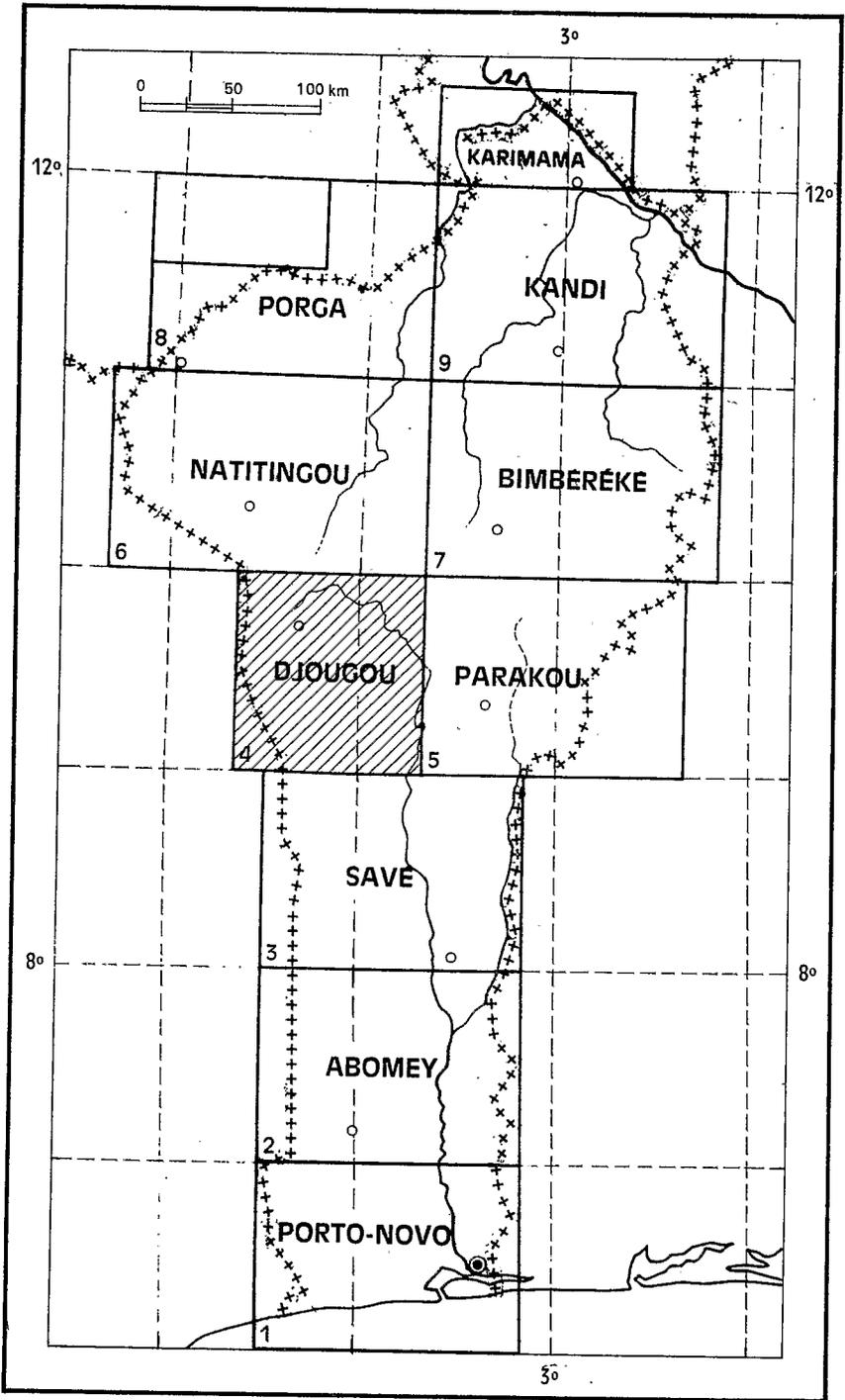
P. FAURE

**ORSTOM
PARIS
1977**

© ORSTOM 1977
ISBN 2-7099-0423-3 (édition complète)
ISBN 2-7099-0433-0

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I - GENERALITES SUR LE MILIEU ET LA PEDOGENESE	3
Localisation géographique	3
Les conditions de milieu	
1. Le climat	3
2. La végétation	6
3. Le modelé et l'hydrographie	8
4. Le substratum géologique	10
Les matériaux originels et la pédogenèse	12
1. Les matériaux originels	12
2. Les processus pédogénétiques	13
II - LES SOLS	17
Classification	
1. Principes de classification	17
2. La légende	18
Etude monographique	
1. Les sols minéraux bruts	20
2. Les sols peu évolués	21
3. Les sols ferrugineux tropicaux	21
4. Les sols ferrallitiques	38
CONCLUSION	43
Répartition des sols - Importance relative - Critères d'utilisation ..	43
Les principales contraintes pour la mise en valeur	46
BIBLIOGRAPHIE	49



INTRODUCTION

La carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000, feuille DJOUGOU, fait partie d'un ensemble de neuf coupures imprimées couvrant la totalité du territoire de la République Populaire du Bénin.

Les travaux de terrain de la couverture générale ont été effectués de 1967 à 1971 par les quatre pédologues de la Section de Pédologie du Centre O.R.S.T.O.M. de Cotonou : D. DUBROEUCQ, P. FAURE, M. VIENNOT, B. VOLKOFF. Ils ont été suivis de la réalisation de 12 cartes ozalid et notices provisoires publiées localement.

Les travaux de terrain de la présente carte DJOUGOU ont été effectués par P. FAURE de novembre 1968 à mai 1969 pour la partie située à l'ouest de l'OUEME (10 960 km²) et début 1968 par D. DUBROEUCQ pour la partie à l'est de l'OUEME (500 km²).

Les documents topographiques de base sont les cartes I G N feuilles DJOUGOU, NC 31 VIII et PARAKOU, NC 31 IX ainsi que les photographies aériennes à 1/65 000 (1964) des missions correspondantes.

Les analyses ont été effectuées par les Laboratoires de Pédologie des Centres O.R.S.T.O.M. de Cotonou (analyses physiques) et Lomé (analyses chimiques).

- 1 -

GENERALITES SUR LE MILIEU ET LA PEDOGENESE

LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

La région étudiée est limitée par les parallèles 9° et 10° de latitude nord, la frontière togolaise et le méridien 2°20' est. Elle couvre environ 11 500 km² et est située dans les départements de l'ATACORA : sous-préfectures de DJOUGOU, KOUANDE, BASSILA et du BORGOU : sous-préfecture de PARAKOU.

Plusieurs routes principales rayonnent autour de DJOUGOU, centre urbain le plus important de la feuille : PARAKOU-DJOUGOU-NATITINGOU, SAVALOU-BASSILA-DJOUGOU-PEHUNCO, DONGA-DJOUGOU-DOMPAGO-le TOGO.

Quelques pistes secondaires sont praticables en saison sèche.

La densité de population est variable d'une région à l'autre. Elle est élevée à l'ouest d'une diagonale rejoignant BASSILA à la limite nord 2°. A l'est de cette ligne on ne trouve plus que quelques villages regroupés en bordure des pistes et axes routiers : c'est le domaine des forêts classées et zones inhabitées. Les principales ethnies sont les TANEKA au nord-ouest, les PILA autour et à l'est de DJOUGOU, les DOMPAGO le long de la frontière togolaise. Les BARIBA liés essentiellement au BORGOU sont également implantés à BIRNI.

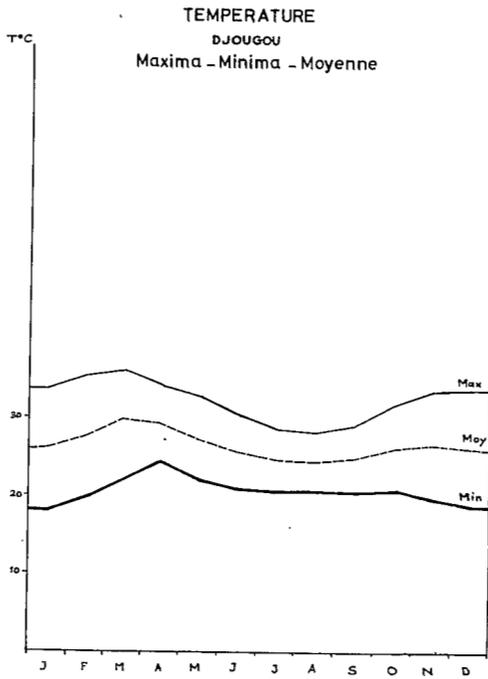
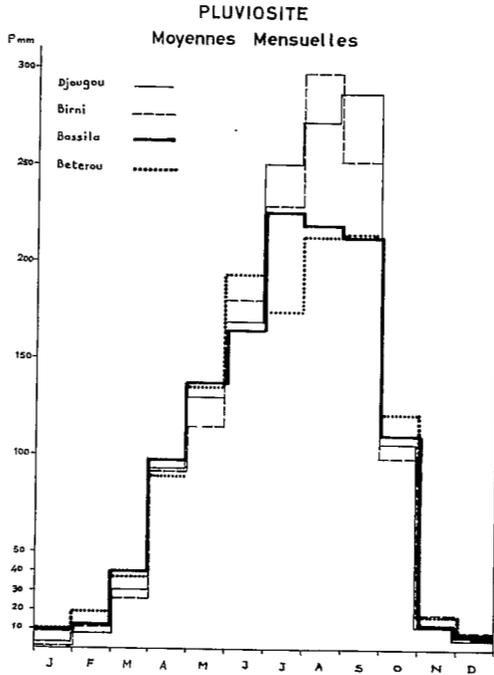
Les principales cultures sont l'igname sur buttes et le sorgho et mil sur billons. Les cultures industrielles sont pratiquées de façon variable selon les ethnies et les conditions du marché. L'élevage est pratiqué par les PEUHL à la limite des zones de cultures mais des problèmes sanitaires se posent à proximité des régions inhabitées où les animaux sauvages constituent un réservoir pour la tripanosomiase (sud et est de la feuille).

LES CONDITIONS DE MILIEU

1. Le Climat

Le climat de la zone étudiée est tropical de type soudano-guinéen à saisons contrastées avec une saison sèche de 4 à 5 mois de novembre à mars.

Figure 1



1.1. La Température

Les variations annuelles des températures moyennes mensuelles sont peu représentatives des écarts réels, beaucoup plus importants, relevés quotidiennement et au long de l'année.

A DJOUGOU, la température moyenne mensuelle est de 24°4 en août pour des valeurs de 29°1 et 29°3 en mars et avril. La moyenne mensuelle des maxima passe de 28°2 à 36°0 pour les mêmes mois et celle des minima de 20°5 à 18°2 en janvier. Les variations diurnes peuvent dépasser 15° en janvier et février.

Moyennes mensuelles : maxima, minima, moyenne, DJOUGOU (1951-1970)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Maxima	33,9	35,3	36,0	34,1	32,7	30,3	28,6	28,2	29,0	31,7	33,6	33,6	32,3
Minima	18,2	19,7	22,2	24,4	22,0	20,9	20,5	20,6	20,5	20,6	19,5	18,5	20,6
Moyenne	26,1	27,5	29,8	29,3	27,4	25,6	24,6	24,4	24,8	26,2	26,6	26,1	26,5

1.2. La Pluviosité

La hauteur moyenne mensuelle des précipitations et leur répartition varient sensiblement d'un point à l'autre du périmètre.

Au nord-ouest : 1354,7 mm en 92 jours à BIRNI (1953-1969)
 Au centre : 1370,7 mm en 81 jours à DJOUGOU (1921-1969)
 Au sud-ouest : 1242,3 mm en 83 jours à BASSILA (1950-1969)
 Au sud-est : 1229,5 mm en 80 jours à BETEROU (1953-1969)

Moyennes mensuelles et annuelles des hauteurs de précipitations (mm) :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Djougou	2,8	7,8	30,8	92,7	129,6	169,1	250,4	272,1	287,0	105,5	10,8	4,9	1370,7
Birni	1,0	11,1	26,2	91,8	114,3	180,1	228,0	296,3	251,6	98,1	17,8	8,4	1354,7
Bassila	8,4	12,4	38,9	97,0	137,1	163,6	225,1	218,0	213,8	110,1	10,7	7,2	1242,3
Beterou	8,7	18,9	37,0	88,8	135,4	193,1	174,4	212,4	214,1	120,6	16,7	9,4	1229,5

Les variations d'une année sur l'autre sont cependant beaucoup plus importantes que celles observées à l'intérieur de la zone étudiée : à DJOUGOU, sur 50 ans l'année la moins arrosée a reçu 894,3 mm de précipitations et la plus arrosée 2033,8 mm.

1.3. Humidité relative

L'humidité relative varie comme la température au cours de l'année et au cours de la journée. Les valeurs minimales sont voisines de 20 % en janvier et 65 % en août, tandis que les maximales atteignent 44 % et 99 % pour les mêmes mois à DJOUGOU.

1.4. Evaporation

L'évaporation annuelle moyenne mesurée à DJOUGOU (PICHE) ne dépasse pas 1240 mm. L'évapotranspiration potentielle calculée par la formule de BOUCHET atteint par contre 1871,5 mm par an. Il y a un fort déficit des précipitation sur l'ETP de janvier à mai.

Moyennes mensuelles et annuelles de l'évaporation DJOUGOU (1951-1960) :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
E.PICHE mm	184,8	181,9	156,7	109,2	91,5	55,7	43,8	40,8	38,0	66,8	111,6	157,1	1237,9
ETP mm	261,9	274,6	258,0	179,4	145,2	83,3	62,9	58,7	54,7	99,9	168,5	224,4	1871,5

1.5. Conclusion

Le climat du périmètre cartographié est caractérisé par une pluviosité moyenne répartie sur 6 à 7 mois, des écarts de température élevés au cours de l'année et quotidiennement, surtout en saison sèche, un sévère déficit de précipitation par rapport à l'évaporation de janvier à mai, mois écologiquement secs. La répartition de la majeure partie des précipitations et leur intensité sont responsables d'une érosion non négligeable que la formule de FOURNIER permet d'estimer de 1300 à 1500 tonnes/km²/an.

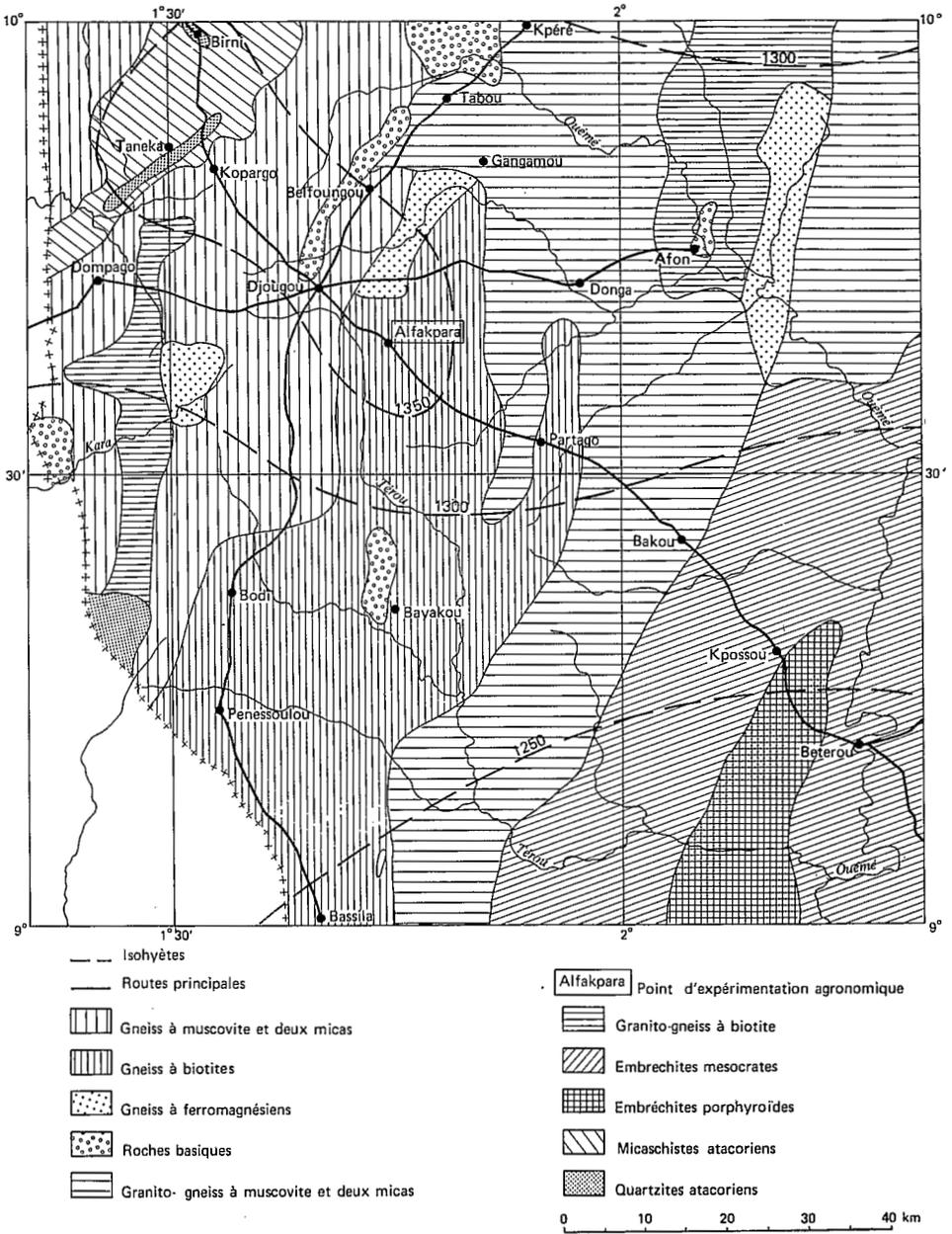
2. La végétation

Les formations végétales rencontrées dépendent de la nature du sol et du paysage mais surtout de l'action plus ou moins intense de l'homme : feux de brousse qui passent tous les ans sur tout le périmètre, façons culturales et caractère intensif ou extensif des mises en culture qui varie d'une ethnies à l'autre.

La formation climatique que l'on trouve à l'est du périmètre, domaine des forêts classées, est une **savane arborée** assez dense où les espèces dominantes sont *Isoberlinia doka*, *Burkea africana*, *Monotes kerstingii*, *Anogeissus leiocarpus*, *Kaya senegalensis*. Les zones basses de ce secteur, fréquemment plates et à sols argileux sont couvertes d'une **savane herbeuse** à *Mitragina inermis*, *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia ruffa* et quelques arbres : *Terminalia macroptera*, *Borassus aethiopicum*.

Vers le sud du périmètre : bassin de la TEROU, la strate arborée devient dense, on passe à une **forêt claire** à *Uapaca somon*, *Burkea africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Daniellia oliveri*. Les zones basses sont alors occupées par de belles **forêts galeries** où les arbres atteignent des dimensions exploitables : *Cassia sieberiana*, *Cola cordifolia*, *Antiaris africana*, *Anogeissus leiocarpus*.

A l'est de DJOUGOU, région plus peuplée jusqu'aux forêts classées, la mise en culture est plus fréquente ; mais celle-ci est relativement extensive et les défriches ne sont pas totales. En retour à la jachère se maintient une savane arbustive dégradée



CARTE REGIONALE SCHEMATIQUE
Isohyètes - Substratum géologique

mais assez dense à *Terminalia glaucescens*, *Combretum sp.*, *Parinari polyandra*, *Lophira alata*, *Piliostigma thonningii*. Sur les points hauts à sols profonds mais souvent indurés, on trouve encore la savane arborée à *Isoberlinia doka*.

Enfin, le secteur nord-ouest du périmètre, le plus peuplé, est l'objet de mises en cultures intensives ; le défrichement est presque total et surtout permanent ; seules les espèces arborées utiles sont conservées : *Parkia biglobosa*, *Butyrospermum parkii*, *Adansonia digitata*.

L'importance des aires de culture ainsi que la nature des formations végétales sont directement liées à la densité de population :

- forte densité de culture et végétation "anthropique" au nord-ouest du périmètre, le plus peuplé,
- savane arbustive dégradée, cultures plus extensives à l'est de DJOUGOU, à densité de population plus faible,
- savane arborée dense tendant à la forêt claire au sud dans les régions peu ou pas cultivées, non peuplées.

3. Le modelé et l'hydrographie

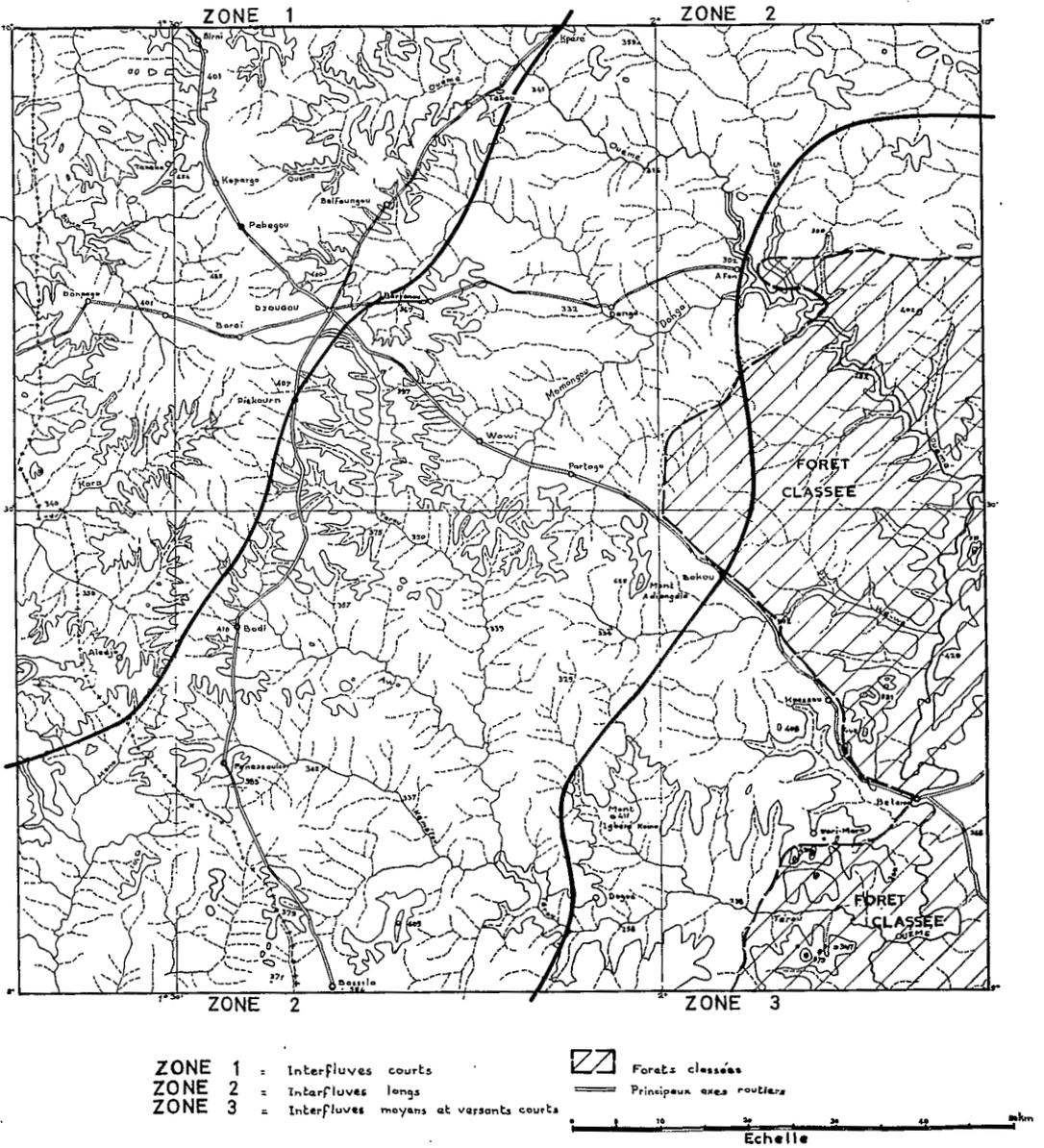
Hormis quelques chaînons quartzitiques : BIRNI, TANEKA, et quelques massifs granito-gneissiques : ADIANDJA, TEBOU, KPESOU, WARI-MARO, dont le plus élevé (TANEKA) culmine à 654 m, le périmètre est caractérisé par une altitude moyenne diminuant régulièrement de près de 500 m au nord-ouest de la feuille à près de 250 m au sud-ouest, où coule l'OUEME, niveau de base local.

Cette diminution régulière de cote définit le modelé général de la zone : longue pénéplaine s'appuyant sur les contreforts de la chaîne de l'ATACORA au nord-ouest (cf. Feuille NATITINGOU) et descendant en faible pente régulière générale de $1^{\circ}/_{100}$ vers le sud-ouest, jusqu'à l'OUEME. Cette pénéplaine est entaillée par trois grands types de réseaux hydrographiques qui déterminent les trois principales formes de modelé réparties en bandes perpendiculaires à la pente générale.

3.1. Zone à interfluves courts

A l'ouest d'une ligne ALEDJO-BODI-DJOUGOU-KPERE, la pénéplaine, dont l'altitude est voisine de 450 m, est dominée par les quartzites de TANEKA. Elle est fortement entaillée par un réseau hydrographique dense et peu hiérarchisé ; de nombreux marigots importants prennent source dans cette région : le MONO, l'OUEME, la KARA, la TEROU, la BINAH, la DONGA. Leur écoulement est temporaire, mais leur pente motrice étant forte, leurs lits sont encaissés, à fond rocheux. Ils délimitent, avec leurs tributaires, des interfluves courts de moins de 2 km, créant une succession de lambeaux de pénéplaine portant des sols profonds et de courts versants de raccordement rectilignes ou faiblement concaves de 15 à 30 m de dénivellée où les sols, ferrugineux, sont de moindre épaisseur. Sur ces versants, le ruissellement l'emporte sur le drainage : les indices d'érosion en ravine sont nombreux.

Figure 3 : MODELE HYDROGRAPHIE



3.2. Zone à interfluves longs

A l'est de la précédente, la région limitée par une ligne AFFON-BAKOU-DOGUE, est caractérisée par un relief aux formes plus molles. Le réseau hydrographique plus lâche et mieux hiérarchisé, délimite des interfluves plus longs, 5 km en moyenne, créant une succession d'amples ondulations à longs versants convexes en pente douce. La dénivellée totale atteint encore 30 m mais les deux tiers des interfluves, dont l'altitude moyenne est de 350 à 400 m, portent des sols profonds, tandis que les bas de versants sont fréquemment cuirassés. Les cours d'eau principaux : l'OUEME, la DONGA, le MOMONGOU, la TEROU, l'AWO, la KEMETOU sont encore temporaires. Leurs tributaires coulent dans des bas-fonds plats où la roche est rarement visible. Le ruissellement sur des versants plus longs et moins pentus est moins intense que dans la zone précédente : on note peu d'indices d'érosion en ravine, d'autant que la végétation plus fournie de cette zone fixe mieux le sol.

3.3. Zone à interfluves moyens et versants courts

La dernière région qui prolonge la précédente jusqu'au niveau de base de l'OUEME est intermédiaire par ses caractéristiques entre les deux précédentes. Dominée par les petits massifs montagneux de KPESOU et de WARI-MARO, son altitude moyenne est de 300 m, mais son relief est relativement accusé. Le réseau hydrographique est toujours dominé par des cours d'eau alors quasi-permanents : l'OUEME, la TEROU, le WEWE, mais ceux-ci sont alimentés en outre par un réseau de tributaires temporaires assez dense bien qu'encore hiérarchisé. Plus près du niveau de base, ils entaillent profondément les versants et coulent sur le socle rocheux. Les interfluves ont 2 à 3 km de longueur ; leurs sommets, moins larges et plus bombés que ceux de la zone précédente, portent encore des sols profonds, mais les versants, rectilignes, sont plus courts, plus pentus, et portent des sols moins épais et fréquemment très gravillonnaires. Leur partie basse est très entaillée par les axes de drainage. Le ruissellement l'emporte de nouveau ici sur le drainage, mais les cultures étant rares et la végétation naturelle assez dense, le ravinement est limité aux extrêmes bas de pente.

4. Le substratum géologique

La totalité du périmètre cartographié est situé sur des formations métamorphiques du précambrien. P. AICARD et R. POUUNET y distinguent deux étages :

4.1. L'Atacorien

qui est peu représenté sur la feuille DJOUGOU mais constitue la chaîne montagneuse de l'ATACORA au nord-ouest (feuilles NATITINGOU et PORGA). Des apophyses de ce massif se prolongent au nord-ouest de la feuille : deux faciès pétrographiques sont représentés :

- Les quartzites à muscovite, roches très claires, très litées, à grain fin, constituent les chaînons de TANEKA, BIRNI et ALEDJO.

- Les micaschistes granitisés se rencontrent en auréoles autour des quartzites. Ces roches de contact métamorphique ont plus ou moins perdu leur schistosité ; elles présentent un faciès à texture large et, si quartz et muscovite sont dominants, les feldspaths alcalins, pôles blancs, sont plus abondants que dans les faciès qui constituent les montagnes de l'ATACORA.

4.2. Le socle granito-gneissique du Dahomeyen

constitue 90 % du substrat de la zone étudiée. Ce grand panneau de roches métamorphiques est hétérogène, mais plusieurs grandes ambiances géochimiques ont été distinguées par les géologues et leurs limites précisées lors des travaux de terrain. Quatre grandes formations, d'orientation générale sud-sud-ouest, nord-nord-est, liées à tectonique de ce socle, ont été relevées :

- Les gneiss à muscovite et à deux micas dominent à l'ouest d'une ligne KPERE-DJOUYOU-BODI-ALEDJO (qui marque également, comme vu plus haut, un changement dans le modelé et l'hydrographie). Ce sont des roches leucocrates bien litées, riches en quartz et muscovite, les teneurs en biotite étant toujours inférieures. A l'intérieur de ce panneau de gneiss, des massifs de roches basiques de faible étendue se rencontrent au nord-ouest de DJOUYOU, autour de KPERE et de SEMERE. Ces amphibolites et pyroxénites mélanocrates ont une texture fine mais une schistosité encore bien marquée. Un petit panneau de gneiss granitisé, plus riche en biotite et feldspath, s'étend également en une bande nord-sud peu large à l'est de DOMPAGO-SEMERE.

- A l'est du précédent, un grand panneau de gneiss à biotite s'allonge de GANGAMOU au nord-est à la limite sud de la feuille (BASSILA) et jusqu'à la région de PARTAGO à l'est. Ces gneiss sont plus sombres que les précédents ; leur litage reste bien apparent bien que le grain soit plus fin ; les teneurs en quartz sont plus faibles, les biotites sont les micas dominants. Cette formation est relativement homogène, mais un massif de gneiss plus mélanocrate, riche en ferromagnésiens basiques, s'observe à l'ouest de GANGAMOU, et un massif d'amphibolite très sombre près de BAYAKOU.

- Les granites syntectoniques constituent le troisième grand panneau des formations du socle. Ils barrent toute la feuille de l'angle nord-est à l'angle sud-ouest. La composition minéralogique de ces granites à grain grossier est variable. En général, leucocrates, riches en quartz et feldspaths alcalins, les faciès les plus acides sont situés au sud de AFFON. Au nord de l'OUEME, les teneurs en biotite sont plus importantes, tandis qu'un petit panneau de gneiss à ferromagnésiens est visible au voisinage de la SANI.

- La quatrième grande unité pétrographique est composée d'embranchés qui occupent le coin sud-est de la feuille et sur lesquelles coule l'OUEME lorsque son cours prend une direction nord-sud. Ces roches, qui se différencient par leur texture granoblastique, ont également une composition minéralogique variable mais sont le plus souvent mésocrates. Un faciès porphyroïde à gros feldspaths, plus mélanocrate est visible autour des massifs de KPESSOU et de MARI-MARO.

- Enfin toutes ces formations du socle granito-gneissique sont parsemées de

petits massifs de quartzite saccharoïde, tels ceux du nord de BETEROU et de ADIANDJA, qui, plus résistants, dominent le paysage de plus de 100 mètres.

LES MATERIAUX ORIGINELS ET LA PEDOGENESE

Le sol est le résultat de l'action de processus pédogénétiques sur un matériau originel qui constitue l'horizon C du sol.

1. Les matériaux originels

Dans le périmètre étudié, les matériaux originels C des sols ayant une superficie cartographiable dérivent tous de l'altération de roches métamorphiques. Les caractéristiques de ces matériaux varient en fonction de différents facteurs : nature de la roche-mère (texture et composition minéralogique), mais aussi position topographique, conditions de drainage, durée et intensité des processus d'altération subis par la roche. Ainsi peuvent être classés selon leur épaisseur et leur degré d'évolution, deux grandes catégories de matériaux.

1.1. *Les matériaux peu épais et à évolution minéralogique incomplète*

Ces matériaux, dont l'épaisseur varie de quelques décimètres à moins de deux mètres sont le plus souvent situés dans les zones ou positions topographiques à drainage médiocre ou soumises à une érosion importante ne permettant pas une évolution poussée ou de longue durée. On distingue ainsi :

- Des matériaux sablo-argileux arénacés, ternes, gris ou beiges, sans structure propre, mais friables et conservant souvent l'arrangement de la roche. Ces matériaux sont caractéristiques des roches leucocrates à grain grossier : micaschiste granitisé et granito-gneiss à deux micas. Ils sont constitués de kaolinite et de minéraux micacés le plus souvent hérités. Leurs possibilités de drainage sont correctes de par leur texture, mais les réserves minérales restent médiocres, bien que de nombreux minéraux primaires subsistent (feldspaths et muscovite).

- Des matériaux argilo-limono-sableux, le plus souvent tachetés, à teinte de fond grise plus ou moins soutenue, et structuration continue. Ces matériaux à réserves minérales moyennes se composent d'un mélange d'argiles kaolinitiques et illitiques ainsi que de minéraux primaires en proportions variables selon la roche : nombreux micas sur gneiss à muscovite, feldspaths peu altérés sur embréchite, surtout porphyroïde, peu de minéraux primaires sur gneiss et granito-gneiss à biotite, dont l'altération est la plus complète. Les caractéristiques de perméabilité-drainage sont le plus souvent médiocres.

- Des matériaux plus argileux gris-sombre plus ou moins verdâtres à structure massive ou verticale large : cubique et prismatique, présentant parfois des phénomènes de gonflement et surtout de retrait. Ces matériaux possèdent les plus importantes réserves minérales mais leurs propriétés physiques sont en général très médiocres.

Ils résultent de l'altération de roches riches en minéraux ferromagnésiens basiques. Le produit de l'altération relativement poussée en milieu plus ou moins confiné est un mélange de kaolinite et d'interstratifiés avec des proportions de minéraux gonflants montmorillonitiques variables ; ce qui confère une capacité d'échange et des taux de saturation supérieurs à la moyenne.

1.2. Les matériaux épais et à évolution minéralogique poussée

Ces matériaux, dont l'épaisseur dépasse deux mètres et atteint parfois plus de dix mètres, sont abondants dans le périmètre étudié et les mieux représentés dans le tiers sud-ouest de la feuille (sud-ouest de DJOUGOU). Ils sont le plus souvent vivement colorés, bariolés ou tachetés de plusieurs couleurs : jaune, ocre, rouge violacé, et constitués essentiellement de kaolinite et de sesquioxydes métalliques, mais leur morphologie d'ensemble et leurs caractéristiques physico-chimiques varient selon la roche-mère. On les trouve en position de bon drainage externe et ils s'étendent sur une plus ou moins grande fraction de l'interfluve selon la morphologie du paysage. Deux grands types de matériaux ont été distingués selon l'intensité de leur évolution géochimique :

- Des matériaux ferrallitiques où l'altération entraîne d'importants départs de silice et de bases et où l'alumine libre peut-être présente sous forme amorphe ou cristallisée (gibbsite). Ces matériaux les plus épais sont également les plus anciens et l'évolution du sol jusqu'en surface est de nature ferrallitique.

- Des matériaux kaoliniques à évolution un peu moins accentuée : on n'y décèle pas d'alumine libre, et de rares minéraux primaires peuvent subsister (feldspaths et muscovite) sur roche en contenant de grandes proportions : gneiss à muscovite, granites et embréchites à gros feldspaths. Ces matériaux à réserves minérales un peu moins pauvres que les précédents, subissent en outre une évolution de surface de type ferrugineux, en raison de leur position topographique et de leur caractéristiques physiques.

2. Les processus pédogénétiques

Deux processus de base caractérisent la pédogenèse des sols cartographiés sur la feuille DJOUGOU.

2.1. La Ferruginisation

Ce processus fondamental des régions tropicales à saisons contrastées, avec une pluviosité et une température relativement élevées, intéresse plus de 90 % des sols du périmètre. Ces conditions climatiques permettent une hydrolyse suffisamment intense des minéraux primaires avec pour résultat une individualisation des sesquioxydes métalliques et une néoformation d'argile kaolinique coexistant dans les matériaux originels avec des produits hérités en quantités variables.

La ferruginisation est ensuite caractérisée par un entraînement et une redistribution de ces produits d'altération au sein des profils ou des versants. C'est le processus de lessivage qui comprend :

- une phase de mise en suspension (colloïdes argileux) ou en solution (sesquioxydes métalliques) par les solutions du sol, dans des conditions de milieu définies : acidité, potentiel d'oxydoréduction, présence de molécules organiques permettant une complexation.

- une phase de transport dans un milieu où les possibilités de percolation des solutions du sol sont effectives : porosité, drainage externe ou interne possible etc...

- une phase d'accumulation lorsque le milieu ne permet plus le transfert des solutions du sol (niveau imperméable) ou lorsque les conditions physicochimiques de maintien en suspension ou en solution des produits transportés ne sont plus réalisées.

A la phase d'accumulation sont fréquemment liés des processus secondaires qui peuvent intéresser un ou plusieurs horizons des profils ferrugineux :

- l'**hydromorphie** : présence pendant tout ou partie de l'année d'un excès d'eau dû, outre position topographique particulière, au colmatage de la porosité d'un ou de plusieurs horizons à la suite d'une accumulation de matière : argile ou sesquioxydes métalliques. Ce processus confère à l'horizon concerné, une coloration gris tacheté particulière due à une réduction et une redistribution sur place des sesquioxydes.

- le **concrétionnement** : individualisation d'éléments figurés discontinus à fortes concentrations de sesquioxydes métalliques.

- l'**induration** : individualisation sous forme de trame continue dure de ces mêmes sesquioxydes.

L'intensité des processus principaux de migration et d'accumulation est variable pour chacun des deux constituants majeurs considérés : argile et sesquioxydes, dont le sort est disjoint au sein des profils. Alors que la mise en mouvement et l'accumulation d'éléments métalliques est quasi constante, celle des colloïdes argileux est plus variable et a servi à différencier les sols pour leur classification : cas des sols peu lessivés en argile, lessivés en sesquioxydes. Il en est de même pour la forme de l'accumulation métallique : sols concrétionnés et sols indurés.

Tous ces processus d'entraînement, d'accumulation, d'individualisation d'éléments figurés, de fréquente hydromorphie en profondeur, confèrent aux sols ferrugineux, un profil très différencié où les limites d'horizon sont tranchées : horizons A lessivés peu colorés et à structure fondue, horizons B d'accumulation plus ou moins massifs, plus colorés avec présence d'éléments figurés (taches, concrétions, trame indurée), horizons BC et C à morphologie souvent marquée par l'hydromorphie.

2.2. La Ferrallitisation

Ce second grand processus est caractérisé essentiellement par des actions physicochimiques : hydrolyse, dissolution, oxydation, qui altèrent totalement les minéraux primaires de la roche, et, par suite du départ (**lixiviation**) du profil de la majorité des bases et d'une partie de la silice, aboutissent, après recombinaison,

concentration relative, à la présence quasi-exclusive dans les horizons (B) de produits secondaires de synthèse : kaolinite et sesquioxydes métalliques, en plus du quartz. Toutes ces actions confèrent aux horizons (B) ferrallitiques leur couleur soutenue : ocre ou rouge, une certaine friabilité, mais aussi des valeurs de capacité d'échange et de taux de saturation faibles.

La réalisation de ce processus nécessite de bonnes conditions de drainage conjointement à une température élevée et une humidité du pédoclimat relativement constante, ainsi qu'un couvert végétal suffisamment dense et une longue durée d'action. Toutes ces conditions ne sont (partiellement) réalisées que dans le tiers sud-est de la feuille (PENESSOULOU, BASSILA) et/ou sur roche dont le matériau d'altération est bien drainant : gneiss, granite et granito-gneiss leucocrates (BAKOU, PABEGOU, DJOUGOU). Ces sols ferrallitiques considérés comme les plus anciens, sont le résultat de pédogenèses sous l'action de climats antérieurement plus humides et à saisons moins tranchées, avec un couvert végétal plus dense, non perturbé par l'action de l'homme : feux de brousse et mise en culture. Lorsque ces phénomènes anthropiques sont mis en œuvre, des processus secondaires se manifestent, comme c'est le cas dans le périmètre étudié :

- **le rajeunissement** : l'évolution du sol est perturbée par une cause non physicochimique ; il est alors déphasé par rapport à son évolution normale. La cause principale rencontrée sur le périmètre est l'érosion consécutive à une modification de la végétation et une plus forte agressivité des précipitations. Les horizons (B) sont alors moins développés ; à la limite, la **pénévolution** est la troncature du sol jusqu'aux horizons d'altération ; des minéraux altérables peuvent se maintenir haut dans le profil.

- **l'appauvrissement** : c'est un départ d'argile sur une plus ou moins grande épaisseur du sommet du profil, sans accumulation dans l'horizon (B). Ce processus secondaire est souvent lié à une modification de la végétation et du climat, qui entraîne une diminution des teneurs en matière organique, la modification des propriétés de cette dernière, d'où une diminution de la structuration des horizons de surface et une mise en suspension plus facile des colloïdes argileux. L'appauvrissement s'accompagne d'un ternissement et d'une augmentation de la capacité de ces horizons de surface.

- **le remaniement** : c'est un processus qui amène la concentration à moyenne profondeur dans le profil d'éléments grossiers : quartz, lithologiques, éléments ferrugineux. Ce processus non encore totalement élucidé est attribué par certains à des phases successives d'érosion et de recouvrement, par d'autres à des phénomènes de remontée d'éléments fins, d'origine biologique (action de la faune).

- **le concrétionnement et l'induration** peuvent enfin se manifester par accumulation absolue ou relative de sesquioxydes métalliques mais aussi par modification du régime hydrique ou troncature induisant une dessiccation d'horizons riches en éléments métalliques.

Contrairement au sol ferrugineux, le profil ferrallitique est marqué, outre sa plus grande profondeur, en particulier de son horizon d'altération, par une différenciation très progressive des horizons dont les limites sont beaucoup plus diffuses. Seuls les processus secondaires peuvent faire apparaître des limites tranchées, essentiellement dans les horizons de surface.

- II -

LES SOLS

CLASSIFICATION

1. Principes de classification

L'ensemble des neuf coupures de la couverture totale à 1/200 000 de la République Populaire du Bénin utilise une légende générale regroupant plus de cent unités cartographiques. Seules les unités figurant sur la coupure DJOUGOU seront citées ci-dessous avec leur numéro de référence à cette légende générale.

Les sols cartographiés sur la présente feuille appartiennent à quatre classes de la Classification Française (CPCS-AUBERT, 1967). Cette classification morphogénétique est fondée sur la morphologie des sols et leurs grands processus de formation et d'évolution, qui sont utilisés pour définir plusieurs niveaux :

La CLASSE (-) : fait état du processus fondamental d'évolution.

La SOUS-CLASSE (+) : précise les conditions physicochimiques dues au pédoclimat.

Le GROUPE (=) : est défini à partir de caractères morphologiques correspondant à des processus essentiels découlant ou liés au processus fondamental.

Le SOUS-GROUPE (X) : est défini en fonction de l'intensité d'un processus essentiel ou de l'apparition d'un processus secondaire.

La FAMILLE : fait intervenir la nature de la roche-mère ou du matériau originel du sol.

Le plus bas niveau de classification utilisé est la famille qui fait intervenir ici :

— soit la roche, dans le cas présent, plus par sa composition minéralogique, que par sa nature géologique,

— soit le matériau originel, lorsque ce matériau dérive de la roche sous l'action d'un processus différent de celui qui régit le développement propre du sol (matériaux profonds déphasés).

2. La légende

Les unités cartographiées sont les suivantes :

- Sols minéraux bruts
 - + d'origine non climatique
 - = d'érosion
 - x lithiques
 - (2)* sur roche affleurante ou subaffleurante

- Sols peu évolués
 - + d'origine non climatique
 - = d'érosion
 - x lithiques
 - (3) sur quartzite du socle
 - (4) sur quartzite et micaschiste atacoriens

- Sols à sesquioxydes de fer et de manganèse
 - + sols ferrugineux tropicaux
 - = sols peu lessivés
 - x peu lessivés en argile, lessivés en sesquioxydes
 - (16) sur gneiss à muscovite et à deux micas
 - (18) sur granito-gneiss à biotite
 - (21) sur roche basique
 - (23) sur matériau kaolinique issu de gneiss à biotite
 - (24) sur matériau kaolinique issu de gneiss à deux micas
 - (25) sur matériau kaolinique issu de granito-gneiss à biotite
 - x hydromorphes
 - (28) sur gneiss à ferromagnésiens
 - (29) sur roche basique
 - = sols lessivés
 - x sans concrétions
 - (32) sur granito-gneiss à deux micas
 - (35) sur anatexite
 - (36) sur micaschiste granité
 - x à concrétions
 - (45) sur embréchite
 - (46) sur embréchite porphyroïde à ferromagnésiens et granite
 - (48) sur granite et granito-gneiss à deux micas
 - (53) sur matériau kaolinique issu d'embréchite
 - (54) sur matériau kaolinique issu d'embréchite porphyroïde à ferromagnésiens et granite
 - (55) sur matériau kaolinique issu de gneiss à muscovite et à deux micas
 - (57) sur matériau kaolinique issu de granite et granito-gneiss à deux micas
 - (59) sur matériau kaolinique issu de quartzite et micaschiste atacoriens
 - x indurés
 - (60) sur embréchite
 - (61) sur gneiss à biotite

* (2) Il s'agit des numéros de référence des unités cartographiées.

- Sols ferrallitiques
 - + sols moyennement désaturés en (B)
 - = sols typiques
 - x faiblement rajeunis
 - (94) sur gneiss à biotite
 - (95) sur granite et granito-gneiss à deux micas
 - = sols appauvris
 - x faiblement rajeunis
 - (96) sur embréchite et gneiss
 - = sols rajeunis ou pénévoués
 - x avec érosion et remaniement
 - (97) sur gneiss à muscovite et à deux micas

N.B. Les unités cartographiques ci-dessus correspondent parfois à des unités pédologiques homogènes, mais assez fréquemment à des associations, qui sont alors représentées par le seul élément dominant.

ETUDE MONOGRAPHIQUE

Principes Généraux :

Les caractéristiques essentielles de chaque grand type de sol peuvent être définies, dans la classification utilisée, au niveau du sous-groupe. Le niveau de la famille, qui fait intervenir la nature de la roche ou du matériau originel, permet de définir ensuite les caractères secondaires propres à chaque unité d'un même sous-groupe.

Pour chaque sous-groupe seront donc exposées les données morphologiques et analytiques communes aux diverses familles, puis seront explicitées celles de la famille la mieux représentée sur le périmètre cartographié, à l'aide d'un profil-type. Les variations et différences rencontrées pour les autres familles du même sous-groupe seront ensuite précisées comparativement pour chaque unité cartographiée.

Les données analytiques essentielles du profil-type seront consignées, à la suite de la description morphologique, dans un tableau où les abréviations suivantes désignent :

- R . : % pondéral des éléments grossiers (refus) supérieurs à 2 mm puis, pour la terre fine inférieure à 2 mm :
- A : % pondéral d'argile
- L : % pondéral de limons (fins et grossiers)
- MO : % pondéral de matière organique
- C/N : rapport pondéral carbone/azote dans la matière organique
- pH : acidité à l'eau
- T : capacité d'échange en milliéquivalent pour 100 g de terre fine (mé %)
- S : somme des cations échangeables en mé %
- V : taux de saturation en % (rapport S/Tx 100)
- PT : taux de phosphore total ‰
- PA : taux de phosphore assimilable ‰
- K : test de perméabilité sur colonne en cm/heure (terre fine 2 mm)

1. Les sols minéraux bruts

Tous les sols de l'UC 2* appartenant à cette classe sont des sols d'érosion, sur roche dure. Le profil est de type (A)C ou même C lorsqu'ils ne comportent que la roche massive ou fragmentée. Entre ces fragments peut se trouver un petit horizon discontinu humifère en poches dans lesquelles s'accroche la végétation lorsqu'elle commence à se développer. Ces sols correspondent aux pointements rocheux du socle granito-gneissique dont les principaux sur la feuille sont les montagnes de WARI-MARO, KPESSOU, ADIANDJA, GOUBONO. Ces sols qui représentent une très faible surface sont inutilisables.

* UC = unité cartographique

2. Les sols peu évolués

De même que les précédents, les sols de cette classe sont tous des sols d'érosion liés à des massifs rocheux. Le profil est ici de type AC. Les horizons A, sableux, sont peu épais et peu humifères. L'horizon d'altération C reste à texture grossière mais peut être coloré par imprégnation de sesquioxydes ; son épaisseur, fonction inverse de la pente, ne dépasse pas 50 cm et de nombreux fragments de roche se maintiennent dans tout le profil.

Les sols liés aux affleurements de quartzite et micaschiste de l'Atacorien (TANEKA, BIRNI) : **UC 4**, ont un horizon C coloré à texture sablo-argileuse où les fragments de roche, désagrégés et ferruginisés, sont assez fragiles.

Sur quartzite saccharoïde plus massive du socle : **UC 3**, il n'y a pas d'argilisation, les blocs de quartzite restent plus sains.

Ces sols sont, comme les précédents avec lesquels moins de 1 % de la surface totale est couverte, à ne pas utiliser sinon pour reboisement lorsque la profondeur le permet.

3. Les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse : sous-classe des sols ferrugineux tropicaux

Les sols de cette sous-classe occupent plus de 90 % de la surface cartographiée.

Ce sont des sols à profil de type ABC ou A(B)C, caractérisés par une richesse en sesquioxydes individualisés qui confère aux horizons B ou (B) une coloration jaune, ocre ou rouge tranchant avec les teintes claires des horizons A peu humifères et les teintes ternes des horizons C fréquemment marqués par l'hydro-morphie.

La structure des différents horizons est peu développée : fondue en A, continue ou massive en B. Les horizons C peuvent être largement structurés lorsque l'altération de minéraux basiques fournit un peu d'argiles gonflantes.

Dans l'horizon B, le complexe argileux est composé de minéraux de néoformation kaolinitique et de proportions variables de minéraux illitiques. Sa capacité d'échange varie de 10 à 30 mé pour 100 g d'argile avec une saturation moyenne de 40 à 70 %.

Les conditions de pédogenèse favorisent la séparation des sesquioxydes métalliques et des minéraux argileux qui subissent, isolément, une dynamique propre. C'est l'intensité différentielle de la migration et de l'accumulation respectives des colloïdes argileux et des sesquioxydes qui est utilisée pour la caractérisation des groupes et sous-groupes.

Les Sols Ferrugineux Tropicaux Peu Lessivés

Les sols de ce groupe sont caractérisés par une faible migration de leur colloïdes minéraux. C'est surtout le cas des colloïdes argileux, les sesquioxides subissant dans tous les cas observés, une migration plus importante. C'est ainsi que deux sous-groupes ont été retenus selon l'apparition ou non d'hydromorphie au sein des horizons (B).

+ Les sols peu lessivés en argile, lessivés en sesquioxides

Les sols de ce sous-groupe se distinguent par des teneurs en argile rapidement élevées (25 à 35 %), et par conséquent une faible épaisseur d'horizons éluviés en éléments fins (10 à 20 cm). Ces teneurs en argile restent ensuite relativement constantes sur une grande partie du profil jusqu'à la zone d'altération : il n'y a pas d'horizon d'accumulation d'argile nettement différencié et, par opposition au sous-groupe suivant, il n'y a pas d'indice d'hydromorphie.

La migration des sesquioxides se fait par contre sur une plus grande profondeur : jusqu'à un mètre ; leur accumulation est marquée par une augmentation des teneurs en fer par rapport aux teneurs en éléments fins, ce qui entraîne la formation d'éléments figurés dans l'horizon (B)_{fe} : concrétions et trame indurée ferrugineuse.

La morphologie des sols de ce sous-groupe est ainsi relativement constante :

- l'horizon A₁ est sableux ou sablo-argileux, peu coloré (gris ou beige), peu humifère, peu épais, à structure fondue.
- l'horizon (B)₂₁ est plus coloré, à dominante jaune pour les sols développés sur roche et ocre pour les sols développés sur matériau kaolinique. La texture est rapidement argilo-sableuse ; la structure est continue. Quelques tâches peuvent apparaître à sa base.
- l'horizon B₂₂_{fe} est atteint le plus souvent brutalement vers 1 m. Il est tacheté, fond jaune ou ocre, à taches rouilles ou rouges, fréquemment jointives et indurées, plus ou moins riche en concrétions. La texture de la terre fine est encore argilo-sableuse ; la structure est massive à débit anguleux dur.
- sous cet horizon, le matériau original C est atteint avant 2 m de profondeur. Sur roche c'est un matériau grisâtre plus ou moins marbré et riche en minéraux primaires, relativement riche en limons ; sur matériau kaolinique, la coloration est plus accentuée, la texture reste argilo-sableuse jusqu'à grande profondeur.

– les sols sur roche

L'unité la mieux représentée est développée sur gneiss à muscovite et à deux micas : UC 16. Elle couvre 10 % de la surface totale et est abondante dans le tiers nord-ouest de la feuille où la position la plus fréquente des sols est sur versants.

Le profil JTN 19 a été observé dans cette région, au voisinage de ANAN-DANA, dans le tiers supérieur d'un court versant concave où la pente locale est de 1 %. Il est couvert par une savane arborée claire anthropique à *Parkia biglobosa*.

Morphologie :

0 - 15 cm A ₁	Gris-jaune (2,5 Y 7/2). Finement sableux. Structure fondue, tendance polyédrique moyenne, fragile. Porosité bonne ; radicelles. Passage distinct
15 - 55 cm (B) ₂₁	Beige-jaune (2,5 Y 7/5), quelques taches rouges indurées. Rapidement argilo-sableux. Structure continue à débit anguleux moyen, assez dur (sec). Porosité moyenne ; radicelles et quelques racines. Passage net.
55 - 110 cm B ₂₂ ^{fe}	Tacheté, fond gris clair (2,5 Y 6/2) ; 50 % de taches nettes rouilles et rouges, plus ou moins jointives, indurées ; concrétions à cassure noire. Terre fine argilo-sableuse. Structure massive, débit anguleux dur (sec). Porosité tubulaire ; rares racines. Passage progressif.
110 - 200 + cm C	Matériau riche en paillettes de mica gris-clair (N8/0) ; quelques marbrures brunes et rouilles au sommet. Argilo-limoneux. Structure continue à débit anguleux fragile (frais) ; arrangement de la roche visible à la base. Porosité faible ; pas de racine.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁	4	6	11	0,9	14	5,8	2,8	1,2	42	1,1	0,02	1,1
B ₂₁	8	32	15	0,6	12	5,7	5,4	2,3	42	0,7	0,01	0,7
B ₂₂	21	37	18			5,9	8,0	3,3	40	0,8		0,4
C	8	32	27			6,1	4,9	3,7	74	0,9		0,4

Les teneurs en argiles sont moyennes (30 à 40 %) et relativement constantes. Les teneurs en limon sont élevées dans le matériau originel. Les caractéristiques du complexe échangeable sont moyennes à médiocres : capacité inférieure à 10 mé %, bases inférieures à 10 mé %, saturation de 40 % dans les horizons pédologiques ; pH moyennement acide. La matière organique est peu abondante : moins de 1 %, mais à C/N relativement bas : ces sols de la zone ouest-DJÏUGOU sont très cultivés. Les propriétés physiques sont médiocres : faible perméabilité due à une structure peu développée et peu stable, réserves en eau moyennes à faibles ; taux d'éléments ferrugineux grossiers souvent élevé mais surtout induration dans l'horizon B₂₂ qui s'accroît en bas de versants.

Autres familles :

L'UC 18 de sols peu lessivés est développée sur **granito-gneiss à biotite**. Ces sols qui couvrent moins de 6 % du périmètre sont situés à l'est de DOMPAGO-SEMERE et dans le quart nord-est de la feuille. Ils occupent des positions analogues sur versant. La morphologie du profil est semblable, bien que l'induration et le concrétionnement soient plus intenses et plus épais, la roche mésocrate, plus riche en biotite, libérant plus de fer. La texture, en particulier du matériau originel, est plus sableuse, mais les propriétés physiques restent voisines. La présence de feldspaths plus abondants dans la roche améliore les teneurs en potassium échangeable. Les teneurs en matière organique peuvent atteindre 2 %, mais le rapport C/N est plus élevé pour les sols situés à l'est de la feuille, région peu cultivée.

L'UC 21 de sols peu lessivés sur roche basique est peu représentée sur la coupe et sera étudiée avec l'unité 29, sous-groupe hydromorphe, à morphologie et caractéristiques physicochimiques voisines.

— les sols sur matériau kaolinique

Trois familles de sols peu lessivés du même sous-groupe sont cartographiées ; la mieux représentée est celle qui constitue l'UC 23, sur matériau kaolinique issu de gneiss à biotite. Ces sols couvrent plus de 7 % de la superficie totale et sont les plus fréquents dans le tiers sud-ouest de la feuille : zone moyennement peuplée et peu cultivée. Ils sont situés en position de bon drainage externe et occupent plus des 2/3 des interfluves larges. Ils sont associés à des sols ferrallitiques (unité 94) sur positions dominantes et à des sols ferrugineux lessivés indurés en bas des versants convexes (unité 61).

Le profil-type JSM 42 a été observé à proximité de SAKOUNA (centre sud de la feuille), sous une savane arborée à Burkea, Uapaca, Monotes, en position haute sur large croupe.

Morphologie :

- 0 - 20 cm
A₁ Gris-brun (10 YR 5/2). Sableux. Structure fondue anguleuse assez fragile. Porosité bonne. Radicelles et racines. Passage progressif.
- 20 - 80 cm
(B)₂₁ Beige-orangé (7,5 YR 6/6). Rapidement argilo-sableux. Structure peu développée polyédrique moyenne. Porosité moyenne. Radicelles et racines. Passage net.
- 80 - 110 cm
B₂₂^{fe} Tacheté fond beige-jaune (2,5 Y 7,4) à petites taches nettes roses et rouges non jointives. Nombreuses concrétions à cassure rouge ou noire. Argilo-sableux. Structure polyédrique fine assez bien développée. Porosité, tubulaire, moyenne. Rares racines. Passage progressif.
- 110 - 150 cm
BC Tachetées à taches de mêmes couleurs, plus larges, moins nettes. Sans concrétion. Argilo-sableux. Structure massive débit anguleux peu fragile. Porosité plus faible. Rares racines. Passage très progressif.
- 150 - 200 + cm
C Matériau bariolé à taches enchevêtrées jaune-verdâtre, brun-orange, violacé. Rares feldspaths blancs friables. Argilo-limono-sableux. Structure fondue anguleuse assez fragile. Porosité faible. Très rares racines.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁	1	14	13	2,2	20	6,2	6,3	4,0	64	0,9	tr	1,1
(B) ₂₁	1	32	13	0,6	8	5,7	4,8	1,7	36	0,9	tr	0,9
B ₂₂	58	38	16	0,4	8	5,7	5,9	2,5	42	0,9	tr	0,7
BC	10	37	18			5,9	6,5	2,5	38	0,8		0,9
C	1	33	24			6,1	4,7	2,8	59	1,0		0,8

Les taux d'argile sont encore moyens et relativement constants jusqu'à l'horizon A₁. Les teneurs en limons augmentent dans le matériau originel kaolinique à morphologie bariolée typique, pauvre en minéraux primaires (rares fantômes de feldspaths). Les valeurs de capacité d'échange sont proches de celles sur roche, 4 à 7 mé %, mais les teneurs en bases sont plus faibles dès le matériau originel plus évolué : la saturation ne dépasse pas 60 % et le pH est moyennement acide. Le concrétionnement est important sur ces roches riches en biotite libérant assez de fer. En position haute on ne relève pas par contre d'induration. La perméabilité est supérieure et la structure mieux développée que pour les sols sur roche.

Autres familles :

L'UC 25 de sols sur matériau kaolinique issu de granito-gneiss à biotite couvre moins de 4 % dans le quart nord-est et à l'est de ALEDJO-DOMPAGO. La morphologie des profils est voisine. Le concrétionnement est cependant moins intense dans l'horizon B₂₂ qui n'est que tacheté. Le matériau kaolinique est ici sablo-argileux ; les teneurs en limons sont plus faibles ; la perméabilité est meilleure. Les caractéristiques d'échange sont par contre plus médiocres : taux de saturation et pH plus bas (5 à 5,5).

L'UC 24 des sols sur matériau kaolinique issu de gneiss à deux micas couvre moins de 2 % dans la zone des gneiss leucocrates au nord-ouest de la feuille. Dans cette région à interfluves courts, ces sols n'occupent que les positions hautes planes (moins de la moitié de l'interfluve) et sont associés aux sols ferrallitiques rajeunis de l'unité 97 qui occupent les positions sommitales et aux sols ferrugineux de l'unité 16 qui occupent la totalité des versants. La morphologie des profils est semblable aux précédentes ; la coloration des horizons B₂₁ et B₂₂ est cependant moins accentuée : plus jaune. Le matériau kaolinique est souvent riche en musco, vite peu altérée ; sa texture est sablo-limono-argileuse. Les propriétés physiques et chimiques sont proches de celles de l'unité 25. Le drainage est souvent plus faible en profondeur.

— Caractères de fertilité

Les sols ferrugineux du sous-groupe peu lessivé en argile, lessivé en sesquioxydes sont marqués par un fort contraste textural au passage des horizons A aux horizons B, qui peut provoquer un arrêt brutal pour certains systèmes racinaires. La fréquence du concrétionnement et/ou de l'induration à moyenne profondeur constitue encore un obstacle pour les cultures à enracinement profond et diminue en outre les réserves en eau. Structure et perméabilité sont moyennes en surface à médiocres en profondeur, surtout pour les sols sur roche où le matériau C est fréquemment engorgé en saison humide. La fertilité chimique est très moyenne, légèrement plus élevée sur roche mésocrate que leucocrate, équivalente sur roche et matériau kaolinique dans les horizons A et B ; mais les taux de saturation ne descendent pas au-dessous de 40 % et les pH restent moyennement acides. Les taux de matière organique, comme pour tout le périmètre cartographié, sont surtout liés à des facteurs anthropiques : couvert végétal et intensité de mise en culture. L'érodibilité des horizons de surface peu structurés et à texture légère est à craindre : le drainage vertical est gêné par la discontinuité texturale qui favorise le ruissellement et le drainage oblique superficiel.

L'utilisateur devra donc rehausser en général, ou maintenir les taux de matière organique, éviter les façons culturales trop "actives" (grosses buttes), tout en préférant celles qui favorisent la pénétration de l'eau. L'apport d'engrais de couverture ne peut être que bénéfique à ces sols à réserves minérales peu élevées mais équilibrées. Les résultats d'une fumure de fond sont plus douteux pour ces sols à complexe d'échange moyen ou médiocre. On choisira enfin, si possible, pour leur profondeur et leur induration moins fréquente, les sols sur matériau kaolinique aux sols sur roche.

+ Les sols peu lessivés en argile, hydromorphes

Les sols de ce sous-groupe sont proches de ceux du sous-groupe précédent quant à la dynamique respective des colloïdes argileux et des sesquioxydes. Ils présentent en plus des caractères d'hydromorphie haut dans le profil (horizons (B)), en toute position topographique. Cette hydromorphie et les autres propriétés spécifiques de ces sols sont d'origine pétrographique : faible épaisseur totale, coloration terne, structure massive ou large en profondeur, faible perméabilité, richesse chimique supérieure à la moyenne. Les roches-mères méso ou mélanocrates, riches en minéraux basiques fournissent des produits d'altération responsables de ces caractéristiques. Le modelé lié à ces sols est accidenté : interfluves étroits, pentes fortes, marigots encaissés dont les têtes présentent une digitation caractéristique.

La morphologie générale des sols de ce sous-groupe est relativement constante :

- l'horizon A₁ est gris, peu épais, sablo-argileux, à structure moyennement développée polyédrique

- l'horizon B₂₁, terne, brun-jaunâtre ou verdâtre, à taches rouilles est rapidement argilo-sableux ou argileux ; la structure est massive ou large peu développée

- l'horizon B₂₂ est gris, tacheté, riche en concrétions caractéristiques, petites, rondes, à cassure noire et patine jaune ; il est riche en argile ; la structure est souvent polyédrique fine

- l'horizon C, gris-jaunâtre ou verdâtre, argileux, est à large structure prismatique ou anguleuse et présente des phénomènes variables de retrait et/ou de gonflement

- la roche désagrégée est souvent visible à moins de 2 m de profondeur.

- Les sols peu lessivés hydromorphes sur gneiss à ferromagnésiens

Les sols de cette UC 28 sont les mieux représentés du sous-groupe : près de 6 % de la surface. Ils sont répartis en plusieurs points de la feuille correspondant aux petits massifs de gneiss basiques intercallés à proximité de DJOUGOU et à l'est d'AFFON, au voisinage de la SANI.

Le profil JBA 92 a été observé à l'est d'AFFON, sur pente faible couverte par une savane arborée lâche à *Terminalia macroptera* et *Combretum sp.*

Morphologie :

0 - 20 cm A ₁	Gris foncé (10 YR 4/1) ; sablo-limoneux, assez humifère ; structure moyennement développée polyédrique. Porosité interagréats. Nombreuses radicelles. Passage distinct.
20 - 40 cm (B) ₂₁	Brun-jaunâtre (2,5 Y 5/2), à taches peu nettes orangées. Argilo-sableux. Structure polyédrique grossière à assemblage prismatique. Porosité moyenne à faible. Radicelles et racines. Passage net.
40 - 70 cm B ₂₂ fe	Gris (10 YR 5/1) à taches orangées plus nettes ; quelques quartz ; nombreuses petites concrétions rondes à cassure noire et patine jaune. Terre fine argileuse. Structure continue à débit polyédrique fin. Porosité faible. Rares racines. Passage net.
70 - 150 cm C ₁	Matériau jaunâtre (2,5 Y 6,6) à quelques taches ocres et mouchetures noires. Argileux. Structure prismatique nette, large. Microporosité faible ; nombreuses fentes de retrait. Rares racines. Passage progressif.
150 - 200 cm C ₂	Matériau à trame de roche altérée, gris-clair à taches orangées et mouchetures noires. Sablo-argileux à nombreux feldspaths peu altérés. Structure fondue à débit assez fragile selon la trame de la roche. Pas de racine.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁	1	13	19	2,5	19	6,3	11	7	63	1,1	0,06	1,3
(B) ₂₁	4	25	18	1,5	16	6,3	13	9	70	1,1	tr	1,7
B ₂₂	69	54	9	1,6	15	6,9	20	20	100	1,7	0,01	2,7
C ₁	1	50	14			8,4	21	20	95	1,1		0,3
C ₂	1	22	13			8,2	18	22	100	2,5		0,3

Les teneurs en argile sont élevées : elles dépassent 50 % dans les horizons profonds. Les caractéristiques du complexe d'échange sont supérieures à la moyenne : capacité de 10 à 20 mé %. Seuls les deux premiers horizons sont lixiviés en bases : saturation à 70 %, 100 % ensuite ; le pH reste faiblement acide en surface, devient neutre puis progressivement basique en profondeur. Calcium et magnésium sont équilibrés ; les réserves potassiques et phosphorées sont correctes à faible profondeur. La structure est moyennement développée, peu fragile, dans les trois premiers horizons. Dans les horizons C, la perméabilité décroît très sensiblement : ces sols sont rapidement engorgés, mais les réserves en eau disponibles pour les plantes demeurent faibles en saison sèche. La matière organique est relativement abondante mais à C/N élevé. La ferruginisation est nette et se manifeste par un horizon très concrétionné qui, bien que peu coloré, peut contenir plus de 15 % de fer total pour 5 % en surface et 10 % dans les horizons C. En position basse, l'accumulation ferrugineuse n'augmente pas mais les caractères vertiques peuvent envahir tout le profil.

— Les sols sur roches basiques

Les sols de cette UC 29 sont moins fréquents : moins de 2 %. Ils sont liés à des petits massifs de roches basiques peu abondants sur le périmètre : ouest-DJOUYOU,

AFFON. Par rapport aux précédents, leur profil est de teinte plus verdâtre et les caractères vertiques se manifestent plus haut : les proportions de minéraux gonflants sont plus élevées. Les réserves minérales sont encore supérieures mais souvent déséquilibrées par excès de magnésium ; les proportions de potasse sont également plus faibles. Le pH est souvent plus acide en surface : il décroît plus vite en milieu vertique pour un même taux de saturation. Les propriétés physiques sont analogues : structuration moyenne et drainage médiocre.

Les sols de l'**UC 21** : région de KPERE, également sur roches basiques, présentent moins d'indices d'hydromorphie car situés sur grand interfluve, loin du niveau de base. Hormis l'engorgement, leurs propriétés physiques et chimiques sont voisines.

– Caractères de fertilité

Deux points essentiels caractérisent les sols de ce sous-groupe sur la coupe **DJOUGOU** : propriétés chimiques les plus correctes du périmètre, propriétés physiques le plus souvent médiocres à cause de l'engorgement en saison humide et des faibles réserves en eau disponibles pour les plantes en saison sèche. La structure sous végétation naturelle est bien développée en surface. Les taux d'argile moyens dans les premiers horizons permettent les cultures exigeantes chimiquement (réserves minérales correctes), mais ne craignant ni un excès d'eau ni la relativement faible épaisseur du sol au-dessus de l'horizon concrétionné. Certaines cultures vivrières s'accommodent de ces conditions, mais le travail de ces sols à texture relativement lourde devra attendre les premières pluies. La pratique des buttes et billons pour éliminer une partie de l'engorgement sera bénéfique ; les risques d'érosion sont limités.

Les Sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés

Les sols de ce groupe présentent un ou plusieurs horizons A lessivés en argile et en sesquioxides ; l'intensité de l'éluviation et la profondeur affectée par rapport à l'épaisseur du profil, sont importantes. Les niveaux d'accumulation sont variables : souvent nets pour l'accumulation ferrugineuse, les horizons d'accumulation d'argile sont plus difficiles à diagnostiquer avec certitude aussi bien morphologiquement qu'analytiquement et leur présence est très variable. N'ont ainsi pas été distingués au niveau cartographique les sols lessivés en argile à horizon B d'illuviation des sols appauvris à horizon (B) structural ou de comportement, car lessivage vertical et oblique coexistent dans la plupart des sols.

La division en sous-groupe se fait donc ici en fonction des processus d'accumulation de sesquioxides : présence et intensité du concrétionnement et/ou de l'induration.

+ Les sols lessivés non concrétionnés

Les sols de ce sous-groupe ne présentent pas d'accumulation sous forme figurée indurée. Les mouvements d'éléments ferrugineux existent et sont même parmi les plus intenses, mais l'accumulation et la redistribution sont discrètes et ne se manifestent que par changement de couleur de l'horizon B_{fe} . On trouve ces

sols sur roches leucocrates, granito-gneiss, micaschiste, anatexite. Leurs caractères essentiels sont une faible coloration d'ensemble, des teneurs en éléments fins peu élevées, une épaisseur moyenne, des horizons aux limites peu tranchées :

- les horizons A sont gris puis beige, sableux, peu humifères, assez épais, peu ou pas structurés,
- les horizons (B) sont un peu plus colorés : bruns ou orangés, sablo-argileux, à structure continue,
- les matériaux originels C sont des arènes riches en sables grossiers quartzéux, tachetés de couleurs ternes, peu ou pas structurés.

– **Les sols non concrétionnés sur granito-gneiss**

Les sols de cette **UC 32** sont les plus fréquents sur le périmètre : plus de 6 %. Ils sont situés sur les versants, dans la zone à interfluve large, entre BAKOU et la TEROU, et sont associés sur les sommets des interfluvés à des sols plus profonds, plus colorés, concrétionnés (**UC 57**).

Le profil JSO 98, situé au nord-ouest de DOGUE, à mi-pente de 2 %, est couvert par une savane arborée dense à *Isoberlinia*, *Kaya*, *Burkea*.

Morphologie :

- 0 - 15 cm Gris-brun (10 YR 5/2). Sableux. Structure fondue, polyédrique moyenne, fragile. Porosité bonne. Chevelu racinaire abondant. Passage progressif.
A₂
- 15 - 50 cm Beige (10 YR 6/4) ; graviers de quartz. Sableux. Structure fondue à débit anguleux fragile, peu cohérent. Porosité moyenne. Radicelles et racines. Passage progressif.
A₂
- 50 - 115 cm Beige-orangé (10 YR 6/6) ; graviers de quartz. Sablo-argileux. Structure continue à débit polyédrique moyen peu fragile. Porosité tubulaire, moyenne. Quelques racines. Passage très progressif.
(B)_{fe}
- 115 - 200 cm Matériau arénacé gris clair (10 YR 7/1) à quelques larges taches ternes roses et orangées ; graviers de quartz, feldspaths et paillettes de mica peu altérés. A peine argilo-sableux. Structure massive à débit anguleux peu fragile. Porosité moyenne. Rares racines.
C

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁	tr	8	15	1,8	20	6,6	5,3	3,3	62	0,5	tr	0,7
A ₂	1,6	8	13	0,5	14	5,9	2,4	0,7	29	0,4	tr	0,4
(B) _{fe}	1,0	30	13			5,9	5,4	1,6	32	0,4		0,6
C	1,5	33	19			5,7	4,9	1,4	29	0,4		0,8

Les teneurs en argile restent faibles sur tout le profil. L'éluviation est intense sur les 50 premiers cm. La matière organique est peu abondante, même sous végétation naturelle; son C/N est élevé; elle pénètre peu dans le profil. Les caractéristiques du complexe d'échange sont médiocres : capacité et surtout taux de satu-

ration très faibles sous l'horizon A₁. L'horizon A₂, relativement épais, est très appauvri en argile et lixivié en bases. Les teneurs en base et phosphore sont faibles, mais les minéraux argileux étant essentiellement kaoliniques, le pH reste moyennement acide et approche la neutralité en surface. La structure est peu développée et très fragile en surface. Le drainage en place est correct, mais sur sol remanié, les agrégats sont facilement dispersés et il y a colmatage de la porosité. Les réserves en eau sont faibles.

— Les autres familles

Les sols de l'UC 35 sur anatexite couvrent moins de 1 %. Situés au voisinage de PELEBINA, ils ont un profil semblable, un peu plus coloré et plus argileux dans l'horizon (B) : ces roches contiennent plus de feldspath. Les caractéristiques physico-chimiques sont à peine supérieures à celles des sols sur granito-gneiss leucocrate.

Les sols de l'UC 36 sur micaschiste couvrent un peu plus de 3 % entre TANEKA et BIRNI. Situés sur les courts versants de la zone à interfluves courts, ils se distinguent des précédents par de fortes teneurs en refus constitués surtout de quartz et de résidus rocheux plus ou moins altérés qui se concentrent par départ de terre fine dans les premiers horizons créant ainsi une limite tranchée entre les horizons A et (B). L'appauvrissement en argile et la lixiviation en bases sont encore intenses. Le matériau originel, à structure de roche est souvent assez limoneux et peu drainant, présentant de fréquents indices d'engorgement.

— Caractères de fertilité

Ces sols très appauvris en argile et en bases, présentent une structure peu développée et très fragile. En général assez profonds, sans discontinuité texturale, leurs teneurs en refus ne sont élevées que sur micaschiste. Le drainage en place est correct mais une dégradation de la structure peut accélérer la mise en suspension de l'argile et provoquer un colmatage suivi d'appauvrissement encore plus poussé et d'érosion en nappe. Ces sols ne seront utilisés que pour des cultures peu exigeantes, préférant une bonne profondeur et une texture légère à des réserves minérales abondantes. La fertilité essentielle se résume à l'horizon humifère dont on maintiendra le plus possible le taux de matière organique. On évitera les trop fortes pentes. En position basse assurant une bonne alimentation en eau, ces sols peuvent porter de nombreuses cultures vivrières.

+ Les sols lessivés concrétionnés

Les différentes unités de sol de ce sous-groupe, le mieux représenté du périmètre, couvrent plus de 30 % de la surface ; le concrétionnement est un processus dominant dans la région. Ces sols sont développés sur roches ou matériaux variés relativement riches en sesquioxydes. A la suite des phénomènes de lessivage, accumulation, redistribution, un ou plusieurs horizons contiennent de fortes proportions d'éléments ferrugineux figurés. Ceux-ci sont de deux grands types :

— dans les sols ferrugineux développés sur roche à faible profondeur, ce sont le plus souvent des concrétions à cassure rouille et noire et fréquent accrois-

sement concentrique. Elles sont les plus nombreuses dans l'horizon d'accumulation de sesquioxides.

— dans les sols ferrugineux sur matériau kaolinique profond, les éléments ferrugineux dominants sont des nodules : noyaux de matériau imprégnés de sesquioxides, individualisés par accumulation absolue ou relative.

La morphologie des sols de ce sous-groupe présente des caractères constants liés au processus de lessivage, tandis que la présence de concrétions (au sens large) n'est pas exclusivement liée aux horizons d'accumulation ferrugineuse :

— les horizons A_{11} sont gris-beiges, sableux, peu humifères, peu épais, peu structurés ; sur matériau kaolinique, ils peuvent contenir quelques concrétions,

— les horizons de transition A_{12} ou AB sont plus épais et peu colorés, beiges ou roses, sableux ou sablo-argileux, à structure fondue ; les teneurs en concrétions peuvent augmenter dès ces horizons,

— les horizons B argilo-sableux sont les plus colorés et les mieux structurés sur matériau kaolinique : rose ou rouge. Sur roche, ils restent relativement ternes ; c'est dans ces horizons à moyenne profondeur (1 m) qu'on a alors le maximum de concrétions,

— les horizons C sont variables selon la roche et la nature du matériau : coloration, texture, drainage ; mais ils sont atteints le plus souvent à moins de 2 m.

— Les sols sur roche

Les sols concrétionnés sur **granite et granito-gneiss à deux micas de l'UC 48** sont les mieux représentés du sous-groupe (près de 8 % de la surface). Ils sont situés sur les versants plus ou moins longs des zones à interfluves longs ou moyens du quart nord-est de la feuille et sont associés en position haute aux sols profonds de l'unité 57 étudiés plus loin.

Le profil JBA 91 a été observé au voisinage de SONOUMON dans la partie haute d'un versant en faible pente, sous savane arborée basse à *Azelia*, *Burkea*, *Pterocarpus*.

Morphologie :

0 - 15 cm A_{11}	Gris-brun (10 YR 4/2), moyennement humifère, sableux. Structure peu développée fragile à tendance polyédrique. Porosité bonne, chevelu racinaire abondant. Passage progressif.
15 - 40 cm A_{12}	Gris plus clair (2,5 Y 6/2), quelques concrétions, sableux. Structure continue à débit anguleux. Porosité moyenne, radicelles et racines. Passage progressif.
40 - 75 cm AB	Horizon de transition beige-jaune (2,5 Y 7/4), quelques taches orangées, quelques concrétions ; sablo-argileux. Structure continue à débit polyédrique. Porosité tubulaire, moyenne. Radicelles et racines subhorizontales. Passage net.
75 - 150 cm B_{fe}	Tacheté fond gris (2,5 Y 6/2) à taches orangées et rouges nettes ; nombreuses concrétions à cassure noire et rouge, tour rouille. Terre fine sablo-argileuse à argilo-sableuse. Structure massive à débit peu cohérent polyédrique. Porosité moyenne. Rares racines. Passage progressif.

150 - 200 cm
C

Matériau gris plus sombre (2,5 Y 5/2) à larges taches peu nettes orangées et rouge pâles, quelques mouchetures noires ; nombreux minéraux primaires, feldspaths cassants, paillettes de mica, graviers de quartz. Sablo-argileux. Structure fondue anguleuse fragile. Très rares racines.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁₁	2	11	12	2,9	15	7,0	8,2	8,4	100	1,0	0,02	1,0
A ₁₂	4	11	12	0,9	15	6,5	4,9	2,5	50	0,8	tr	4,8
AB	5	20	11	0,8	12	6,3	5,8	3,2	58	0,8	tr	2,0
B _{fe}	62	29	17			6,4	7,2	5,3	73	1,1		1,0
C	3	25	13			6,0	5,6	4,5	80	0,7		1,2

Les teneurs en argile demeurent peu élevées : moins de 30 % ; l'appauvrissement se manifeste dans les 3 premiers horizons. Les teneurs en concrétions augmentent brutalement dans l'horizon B_{fe} créant ainsi une discontinuité dans le profil. On trouve cependant quelques concrétions dans les horizons A. Les caractéristiques de matière organique et de complexe adsorbant sont correctes en surface sous végétation naturelle, mais la saturation décroît à 50 % dans les autres horizons lessivés. La capacité d'échange suit ensuite les variations des teneurs en éléments fins. Le pH, moyennement acide, ne descend pas au-dessous de 6,0. La structure est peu développée et peu stable ; dès que les teneurs en argile remontent, la perméabilité diminue et les horizons B et C présentent des indices fréquents de drainage ralenti. Les réserves en eau de ces sols peu argileux sont faibles.

Les autres familles :

Les sols concrétionnés sur embréchite sont localisés dans le quart sud-est de la feuille et couvrent moins de 7 % de la surface. Ils sont liés à un modelé à interfluves moyens et situés sur versants courts et assez pentus, dans une région peu cultivée où de nombreux affleurements sont visibles : région de KPESOU, WARI-MARO, etc...

Les sols de l'UC 45 sur embréchite ont un profil encore profondément appauvri en argile. Le fer, libéré en quantités supérieures confère une coloration moins terne : orangée, aux horizons A et B, et les concrétions sont encore plus nombreuses dans l'horizon B et sont présentes jusqu'en surface. Chimiquement, ces sols développés sur roche plus mésocrate sont moins désaturés en profondeur ; mais les horizons de surface ont des caractéristiques semblables et les teneurs en refus plus élevées diminuent les réserves en éléments minéraux et en eau pour un même volume de sol.

Les sols de l'UC 46 sur embréchite à faciès porphyroïde sont proches de ceux de l'unité 45 : fort appauvrissement et fortes teneurs en concrétions à faible profondeur. Ils se différencient par le maintien haut dans le profil de feldspaths

peu altérés, qui peuvent constituer des réserves potassiques supplémentaires. Plus riches en éléments grossiers, ils bénéficient d'un drainage sensiblement meilleur.

— Les sols sur matériau kaolinique

Les sols lessivés concrétionnés sur matériau kaolinique issu de granite et granito-gneiss à deux micas de l'UC 57 sont les sols profonds les mieux représentés avec près de 10 % de la surface. Ils occupent les positions hautes dans les régions où les sols des unités 32 (non concrétionnés) et 48 (concrétionnés), sur roche, occupent les versants : large bande nord-est, sud-ouest de roches granitiques au centre de la feuille. Ils se distinguent des sols sur roche par une couleur d'ensemble plus vive, rose ou rouge, un meilleur drainage en profondeur, des teneurs en argile supérieures bien que l'épaisseur des horizons lessivés soit comparable.

Le profil JDG 65 a été observé à proximité de YOROUSONGA au nord de la feuille ; il est situé en position haute, plane, sous une savane arborée dégradée à *Butyrospermum*, *Ficus*, *Burkea*.

Morphologie :

0 - 15 cm A ₁	Gris (10 YR 5/2), peu humifère, sableux, rares concrétions. Structure fragile, polyédrique moyenne. Porosité bonne. Chevelu racinaire abondant. Passage progressif.
15 - 50 cm AB	Beige-rose (7,5 YR 6/4), concrétions rondes à cassure violacée ; sableux à sablo-argileux. Structure continue à débit anguleux peu fragile. Porosité bonne ; radicelles et racines. Passage distinct.
50 - 120 cm (B)	Beige-rose comme au-dessus à plages nettes rouges, brun-orangé, ocres, concrétions comme au-dessus, plus nombreuses. Argilo-sableux. Structure polyédrique moyenne, peu développée. Porosité tubulaire. Quelques radicelles et racines. Passage progressif.
120 - 200 cm C	Matériau bariolé, à plages enchevêtrées rouges, jaune-verdâtres, roses, blanches ; quelques graviers de quartz et rares feldspaths très désagrégés ; quelques concrétions comme au-dessus au sommet, moins dures. Argilo-sableux. Structure continue à débit polyédrique subanguleux. Porosité moyenne à faible. Rares racines.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁	3	8	14	1,5	18	6,0	4,7	2,5	52	0,7	0,06	1,3
AB	13	15	11	0,5	12	5,7	2,5	1,2	46	0,7	0,08	1,0
(B)	27	34	14			5,8	5,5	2,0	37	0,7		1,6
C	6	37	17			5,7	3,6	2,3	65	0,8		1,4

L'appauvrissement en argile est intense sur 50 cm. Les teneurs en argile sont relativement constantes et voisines de 35 % en dessous : il n'y a pas de nette accumulation dans l'horizon (B) par rapport au matériau C. Les concrétions sont les plus nombreuses dans l'horizon (B) où elles se concentrent, mais elles se forment aussi dans le

matériau C par induration des plages colorées violacées riches en fer. La variation assez brutale des teneurs en argile et en éléments grossiers ferrugineux crée une discontinuité entre les horizons A et (B). Les caractéristiques du complexe d'échange sont plus faibles sur matériau kaolinique que sur roche : l'altération est plus complète, la capacité d'échange spécifique de l'argile est plus faible et la désaturation plus poussée. Le pH est également inférieur ici à pH 6,0. Les propriétés physiques sont par contre supérieures, en particulier drainage correct, bien que la structure reste peu développée et relativement fragile. La matière organique est peu abondante et surtout liée aux formations végétales et à la mise en culture.

Autres familles :

L'UC 53 des sols sur matériau kaolinique issu d'embréchite couvre un peu moins de 5 % dans le tiers sud-est de la feuille. Les horizons majeurs sont les mêmes que dans l'unité précédente. L'appauvrissement se fait sur une profondeur analogue, mais les teneurs en argile des horizons B sont plus élevées (40 %). Les teneurs en fer supérieures confèrent à ces sols une coloration plus brune en surface, plus rouge ensuite, tandis que les taux de concrétions sont très élevés : jusqu'à 70 %. Capacité d'échange et somme des bases échangeables sont sensiblement supérieures mais les taux de saturation restent voisins ainsi que le pH.

Les sols de **l'UC 54, sur matériau kaolinique issu d'embréchite porphyroïde** sont moins abondants (moins de 1 %), car liés à un faciès pétrographique particulier. Avec des teneurs en éléments grossiers très élevées, ils se distinguent par des taux d'argile inférieurs dans l'horizon (B). L'appauvrissement, plus intense, peut atteindre l'horizon d'altération, tandis que de nombreux feldspaths peuvent se maintenir dans le profil.

Les sols **sur matériau kaolinique issu de micaschiste de l'UC 59** sont peu fréquents : moins de 0,5 % dans le quart nord-ouest de la feuille. Situés aux sommets d'interfluves courts, ils constituent des unités de faible étendue. Comme les autres sols sur micaschiste, roche leucocrate, le profil est peu coloré, riche en limons en profondeur, moyennement lessivé. Les teneurs en éléments grossiers sont élevées dès la surface, mais une importante fraction est constituée de reliques de matériau d'altération et de roche, imprégnés de sesquioxides.

Les sols lessivés concrétionnés **sur matériau kaolinique issu de gneiss à deux micas de l'UC 55** sont cités pour mémoire. Ils sont situés à la limite nord du périmètre et ne sont bien représentés que sur la feuille NATITINGOU. Plus appauvris que les sols de l'unité 24, peu lessivés, leurs profils et leurs caractéristiques sont proches de ceux des sols de l'unité 57 citée en exemple.

— Caractères de fertilité

Les sols ferrugineux du sous-groupe lessivé concrétionné sont caractérisés par une texture légère sur une importante fraction du profil ainsi que des taux de concrétions élevées. Si l'augmentation des teneurs en argile est assez progressive, celle des teneurs en éléments ferrugineux grossiers est le plus souvent rapide ou brutale et crée une discontinuité qui constitue un obstacle à la pénétration racinaire. Ces fortes teneurs en refus diminuent en outre au prorata le volume de terre

fine disponible et les réserves en eau et en éléments minéraux qui lui sont proportionnelles. Les horizons appauvris sont en général bien drainants mais pauvres chimiquement car très lixiviés en bases. La plante doit atteindre les horizons plus argileux, en général relativement profonds, dont la fertilité chimique, liée à la nature de la roche, est moyenne sur roche mésocrate (embréchite, granito-gneiss), médiocre sur roche plus claire (granite, micaschiste). Cette fertilité chimique est légèrement supérieure dans le cas des sols sur roche, moins désaturés, que sur matériau kaolinique. Mais les propriétés physiques des horizons profonds sont supérieures (structure, drainage) dans ce second cas. Cette alternative devra être étudiée pour le choix des cultures et des sols.

On évitera ainsi les sols les plus profondément appauvris et les plus riches en éléments grossiers, proches de la surface et/ou à forte discontinuité : sols sur embréchite et sols sur matériau kaolinique issu d'embréchite porphyroïde et de micaschiste. Les sols dérivés de granito-gneiss (sur roche et sur matériau kaolinique), s'ils ne sont pas les mieux pourvus chimiquement pour 100 g de terre fine, sont les moins riches en éléments grossiers, qui se situent le plus souvent en profondeur. Le volume de terre fine disponible supérieur compense alors la faiblesse des réserves minérales.

Tous ces sols à texture légère ont une structure fragile en surface. On évitera les façons culturales trop "actives", l'eau pénétrant facilement à plat. Une destruction de la structure peut entraîner une accélération de l'appauvrissement en éléments fins et une érosion en nappe intense. La plus grande partie de la fertilité à faible profondeur de ces sols est liée à la matière organique dont il faudra maintenir ou relever le taux par de fréquentes jachères et/ou enfouissement des résidus de culture.

+ Les sols lessivés indurés

Les sols de ce sous-groupe sont caractérisés, en plus de l'appauvrissement en argile, par la formation au sein d'un ou plusieurs horizons d'une matrice plus ou moins massive et continue, dure, cassable à la main (carapace) ou non (cuirasse). Cette matrice contient de fortes teneurs en sesquioxydes métalliques et correspond à un niveau d'accumulation et de redistribution liées à des phases successives d'engorgement et de dessiccation. Ces sesquioxydes peuvent provenir du lessivage vertical des horizons susjacentes, mais aussi souvent du lessivage oblique de sols situés en position topographique dominante. L'induration consolide enfin fréquemment un horizon déjà riche en éléments grossiers : concrétions et quartz.

Cette induration peut se manifester dans la majorité des sols en positions topographiques particulières. Sur le périmètre, seules deux familles présentent une induration suffisamment constante pour être cartographiée à l'échelle utilisée. Elles sont développées sur roches mésocrates : gneiss à biotite et embréchites, relativement riches en fer. La morphologie des profils est sensiblement constante :

- les horizons A_{11} , peu colorés, peu humifères, sont sableux, peu structurés,
- les horizons A_{12} ou A_2 , sont également ternes, à peine plus argileux, avec de fréquentes taches soulignant un engorgement temporaire ; la structure est fondue,

– l'horizon induré est atteint brutalement à moyenne profondeur. La matrice ferrugineuse est ocre ou rouille, avec des vacuoles plus ou moins remplies de terre fine peu colorée : grise ou beige, à texture variable. L'intensité de l'induration diminue avec la profondeur.

– le passage à l'horizon C est moins brutal. Il est en général peu coloré, plus argileux, mal drainant, assez riche en minéraux primaires.

– **Les sols indurés à carapace sur gneiss à biotite**

Les sols de cette **UC 61** sont abondants (près de 10 %). Ils couvrent toute la moitié inférieure des versants de raccordement aux axes de drainage principaux, dans la zone à interfluves longs, sur le panneau des gneiss à biotite qui s'étend de **GANGAMOU** à **BASSILA**. Ils sont associés, dans la partie supérieure des versants aux sols sur matériau kaolinique de l'unité 23 et, sur les sommets d'interfluves, aux sols ferrallitiques de l'unité 94.

Le profil **JSM 29** a été observé à l'ouest de **PARTAGO**, à mi-pente d'un long versant, sous une savane arborée anthropique à *Parkia*, *Azelia*, *Combretum*.

Morphologie :

0 - 20 cm A ₁₁	Gris (2,5 Y 5/2), peu humifère ; sableux. Structure polyédrique fondue moyennement cohérente. Porosité bonne ; chevelu racinaire. Passage progressif.
20 - 50 cm A ₁₂	Beige-jaune (2,5 Y 7/4) ; quelques taches orangées diffuses ; quelques concrétions à cassure rouille et noire. A peine sablo-argileux. Structure continue à débit polyédrique moyen. Porosité tubulaire, moyenne. Radicelles et racines subhorizontales. Passage brutal.
50 - 110 cm B ₂₁ ^{fe}	Carapace, trame ferrugineuse orangée (10 YR 5/8), couvrant 70 % de la surface ; quelques plages rouge-violacées. Un peu de terre fine sablo-argileuse dans des vacuoles ; quelques concrétions comme au-dessus et quartz dans la matrice indurée. Structure massive à débit anguleux dur. Porosité tubulaire dans les vacuoles. Rares racines dans la terre fine. Passage distinct par diminution de l'induration.
110 - 150 cm B ₂₂	Tacheté, fond beige-clair (2,5 Y 8/2) ; nombreuses taches orangées et rouges, nettes, indurées et plus ou moins jointives au sommet ; concrétions comme au-dessus. Terre fine sablo-argileuse à argilo-sableuse. Structure continue à débit polyédrique moyen peu dur. Porosité faible ; rares racines. Passage distinct.
150 - 200 cm C	Matériau gris (2,5 Y 6/2), rares taches rouilles et rouges peu nettes ; quelques graviers de quartz et paillettes de mica ; mouchetures noires. Argilo-sableux. Structure massive à débit polyédrique grossier. Porosité faible. Pas de racine.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁₁	1	11	11	1,5	19	6,3	5,1	3,4	66	0,7	tr	1,6
A ₁₂	8	17	10	0,9	13	5,4	5,2	1,5	28	0,7	tr	2,8
(B) ₂₁ ^{fe}	64	15	13			5,6	7,1	2,3	33	1,4		4,1
B ₂₂	40	24	16			5,6	5,6	3,3	58	1,1		2,8
C	1	37	14			5,9	9,1	5,4	60	0,7		1,2

Les teneurs en argile sont faibles sur le premier mètre du profil. L'appauvrissement touche les horizons A et la terre fine de l'horizon carapacé. L'induration est intense sur une importante épaisseur (60 cm). La terre fine contenue dans les vacuoles ne représente que 30 % en poids de l'horizon induré. Les horizons éluviés en argile sont également très lixiviés en bases échangeables : la saturation ne dépasse 35 % que dans l'horizon B₂₂. Sous l'horizon de surface, le pH est nettement acide. Il remonte peu dans les horizons profonds. Les réserves minérales au-dessus de l'horizon C sont faibles mais équilibrées. La matière organique est peu abondante, à C/N élevé. Elle contribue cependant à maintenir en surface un taux de saturation et un pH supérieurs à la moyenne du profil. La structure est peu développée et fragile dans les horizons A qui sont en outre soumis à un engorgement temporaire consécutif au niveau d'arrêt de la carapace, bien que la porosité et la perméabilité sur sol remanié soient correctes. Les réserves en eau des horizons éluviés sont très faibles.

— Les sols indurés à carapace sur embréchite

Les sols de cette **UC 60** sont encore assez abondants dans le tiers sud-est de la feuille : près de 6 %. Ils occupent dans la zone à interfluves moyens une plus grande partie des versants, sur des pentes sensiblement supérieures. L'intensité de l'appauvrissement en argile et de l'induration sont semblables à celles des sols précédents. Ils s'en différencient par une coloration un peu plus soutenue des horizons de surface à drainage moins ralenti, et des teneurs en éléments grossiers : concrétions et quartz plus élevées au-dessus de la carapace. La désaturation des horizons A et (B) est également intense ; mais le matériau d'altération est sensiblement plus riche en bases (caractère pétrographique).

— Caractères de fertilité

Les sols indurés de ce sous-groupe sont essentiellement caractérisés par une faible profondeur utile limitée par l'horizon carapacé : parfois moins de 50 cm. En outre les horizons A qui surmontent le niveau induré sont très appauvris en argile, très lixiviés en bases, à drainage interne temporairement ralenti par l'obstacle de l'induration et parfois riches en éléments grossiers (sur embréchite). La texture légère des horizons de surface, leur structure peu développée et fragile, la position topographique sur pente, le drainage interne ralenti, rendent ces sols très susceptibles à l'érosion en nappe. Lorsqu'on le pourra, on évitera donc de cultiver ces sols, et en particulier les bas de pente où l'induration est maximum et l'épaisseur

des horizons A la plus faible. On se reportera sur les sols qui leur sont associés en position haute, sols développés sur matériau kaolinique (unités 23 et 53) aux caractères de fertilité supérieurs en tous points.

4. Les sols ferrallitiques : sous-classe des sols moyennement désaturés en (B)

Les sols ferrallitiques sont peu abondants dans le périmètre étudié : les quatre familles reconnues totalisent moins de 7 % de la surface.

Ce sont des sols profonds (jusqu'à 10 m ou plus), qui sont définis par un ensemble de caractères morphologiques et physico-chimiques.

Le profil de type A (B) C, coloré, aux limites d'horizons peu tranchées, comprend :

- des horizons A à matière organique bien évoluée
- des horizons (B), épais, colorés, bien structurés, friables
- des horizons C bariolés de couleurs vives, très épais, un peu moins bien structurés, pauvres en minéraux primaires.

Sur le plan physicochimique, ces sols sont caractérisés par une altération complète des minéraux primaires de la roche et une élimination importante des bases et de la silice qui aboutissent à la présence quasi-exclusive de produits de néosynthèse : minéraux kaoliniques et sesquioxydes métalliques, présence variable d'alumine libre. Les caractéristiques du complexe d'échange sont ainsi faibles : capacité et surtout taux de saturation ; le pH est acide.

Tous les sols rencontrés étant moyennement désaturés, les processus secondaires de rajeunissement, appauvrissement... définis dans la première partie ont été utilisés pour les classer.

Les Sols Ferrallitiques Moyennement Désaturés, Faiblement Rajeunis

Les sols faiblement rajeunis ont un profil proche de celui du sol modal : horizons (B) colorés, bien développés, épais, le matériau d'altération n'apparaît qu'à grande profondeur. Plusieurs familles de sols présentent ces caractères. Ils sont situés dans les zones à interfluves longs et moyens, où l'érosion est relativement discrète en position haute.

+ Les sols ferrallitiques typiques faiblement rajeunis sur gneiss à biotite

Cette UC 94 est la mieux représentée avec plus de 2 % de la surface. Ils occupent la majorité des positions hautes des grands interfluves au sud-ouest de la feuille, entre BODI et BASSILA. Leur profil est profond, vivement coloré, rapidement riche en argile, à horizons A peu épais, mais à taux élevés d'éléments ferreux grossiers qui se concentrent dans les horizons proches de la surface.

Le profil JSM 91 a été observé à proximité de BODI, sur plateau en pente

très faible, sous une savane arborée à *Isoberlinia* et *Burkea*.

Morphologie :

0 - 15 cm A ₁	Brun (7,5 YR 4/2), nombreux nodules à cassure rouge, violacée, ocre. Sablo-argileux. Structure polyédrique fine peu fragile. Porosité bonne ; chevelu racinaire abondant. Passage progressif.
15 - 40 cm (B) ₂₁	Rouge (5 YR 5/6), nombreux nodules comme au-dessus, quelques gros noyaux violacés. Terre fine argilo-sableuse. Structure polyédrique moyenne, peu fragile. Porosité bonne ; radicelles et racines. Passage progressif.
40 - 120 cm B ₂₂	Rouge plus vif (2,5 YR 5/8) ; nodules moins nombreux ; noyaux violacés. Terre fine argileuse. Structure fondue polyédrique friable. Porosité moyenne. Radicelles et racines. Passage très progressif.
120 - 200 cm BC	Rouge plus sombre (2,5 YR 4/6) ; plages violacées sensiblement plus dures ; rares petits nodules. Argilo-sableux. Structure fondue anguleuse peu fragile. Porosité tubulaire moyenne. Rares racines.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁	69	19	10	3,2	17	6,4	12	6,6	54	0,2	0,02	4,4
(B) ₂₁	74	43	10	1,6	13	5,8	10	2,7	28	0,2	0,01	2,4
B ₂₂	47	48	11	0,7	11	5,5	9	1,0	11	0,1	tr	2,1
BC	16	38	18			5,5	6	0,6	10	0,1		1,8

Les teneurs en argile sont rapidement élevées : plus de 40 % d'argile à 20 cm de profondeur. Ces sols sont peu appauvris. Ils sont cependant marqués par de fortes teneurs en nodules et fragments de matériau C bariolés, indurés, résiduels. Les teneurs en limons sont faibles et ne remontent que dans le matériau d'altération. La capacité d'échange, assez élevée, est liée à des taux de matière organique importants en surface sous végétation naturelle et aux teneurs en argile relativement fortes. La désaturation est par contre très poussée : les bases sont très lixiviées, mais le pH reste moyennement acide. Les propriétés physiques sont bonnes : structure bien développée et peu fragile, porosité et drainage corrects, perméabilité supérieure à la moyenne. Les réserves en eau restent cependant médiocres dans les horizons riches en éléments grossiers.

+ Les autres familles

Deux autres familles de sols ferrallitiques faiblement rajeunis ont été cartographiées.

— Les sols ferrallitiques typiques faiblement rajeunis sur granito-gneiss à deux micas

Les sols de cette **UC 95** couvrent un peu plus de 1 % de la surface, au centre de la feuille, dans la région de DARINGA et vers SARMANGA. Ils sont situés également en position haute de plateau. La morphologie du profil est voisine du pré-

cèdent : horizons A peu épais, horizons (B) rapidement argilo-sableux, épais et colorés un peu plus ternes, mais à nodules et noyaux moins abondants, horizon C bariolé de couleurs moins vives. La texture d'ensemble, plus riche en sables grossiers est moins argileuse. Les caractéristiques physicochimiques sont voisines : capacité d'échange un peu plus faible, taux de saturation aussi bas, pH moyennement acide. La structure est un peu plus fondue mais le drainage est équivalent. Les réserves en eau par unité de volume sont supérieures : moins d'éléments grossiers.

— **Les sols ferrallitiques appauvris faiblement rajeunis sur embréchite**

Les sols de l'UC 96 sont peu répandus : 0,5 % dans la zone des embréchites, à l'est de la feuille, en bordure de l'OUEME. Ils occupent des positions hautes sur petites collines ou plateaux discontinus. La coloration d'ensemble est encore à dominante rouge. Les teneurs en éléments grossiers sont très élevées : nodules surtout. Ils se distinguent des sols sur gneiss par un plus grand développement des horizons A, plus clairs, moins structurés, et une moindre épaisseur des horizons (B). Ces sols peuvent être appauvris sur près de 50 cm. Le matériau bariolé est plus proche de la surface et visible à moins de 2 m de profondeur. Soumis à dessiccation, il présente parfois une induration, tandis que sa limite avec l'horizon (B) est plus tranchée. Les caractéristiques de saturation et de pH sont sensiblement plus élevées, mais doivent être pondérées par les fortes teneurs en éléments grossiers : la roche, plus riche en minéraux basiques libère également plus de fer.

+ **Caractères de fertilité**

Ces sols ferrallitiques faiblement rajeunis sont ceux qui possèdent sur le périmètre étudié, les meilleures propriétés physiques : profondeur élevée, éluviation en argile faible ou moyenne, structure bien développée, peu fragile et stable, bonne porosité et drainage correct. Certaines familles (gneiss à biotite, embréchites) contiennent des teneurs en éléments grossiers qui peuvent gêner. L'expérimentation agronomique montre que ce caractère est moins défavorable qu'une discontinuité texturale, si l'appauvrissement en argile reste moyen. La capacité d'échange est voisine de celle de la majorité des sols ferrugineux. Les taux de saturation sont par contre sensiblement plus bas, mais une fumure appropriée complète rehaussera les déficiences minérales et permettra de rentabiliser la majorité des cultures industrielles. On choisira pour les cultures à système racinaire fragile et exigeantes en eau, les sols sur granito-gneiss, à faibles teneurs en éléments grossiers. Les risques d'érosion de ces sols sur pentes faibles sont minimes. Une accélération de l'appauvrissement entraînant une érosion sélective des éléments fins sera évitée en maintenant les taux de matière organique et en évitant les façons culturales trop "actives", non indispensables (bon drainage).

Les Sols Ferrallitiques Moyennement Désaturés en (B), Rajeunis ou Pénévolués

Ces sols rajeunis se distinguent des précédents par la perturbation de leur évolution par un processus non physicochimique. Dans le secteur étudié, le rajeunissement est dû à l'érosion, entraînant une évolution moins complète, qui se répercute morphologiquement sur le profil par un développement faible de l'horizon (B) (parfois inexistant : sols pénévlués), un accroissement de l'appauvrissement et du remaniement des horizons de surface par concentration d'éléments grossiers,

une coloration moins soutenue du profil, et une plus grande proximité du matériau C de la surface, ce qui entraîne le maintien de proportions de minéraux primaires supérieures. La morphologie du profil est alors sensiblement différente :

- les horizons A sont plus clairs, riches en noyaux résiduels de matériau C, pauvres en argile, peu structurés,
- les horizons (B) ou BC sont peu épais, peu colorés (ocre), également riches en noyaux, moins argileux, plus riches en limon et à structure moins développée,
- le matériau originel C est encore bariolé de couleurs vives, mais riche en limons et minéraux primaires ; il conserve fréquemment la structure lithologique.

+ Les sols ferrallitiques rajeunis sur gneiss à muscovite ou à deux micas

Les sols de cette **UC 97** sont les seuls sols rajeunis du périmètre. Ils ne sont représentés que dans le tiers nord-ouest de la feuille où ils couvrent moins de 2 %. Situés dans la zone à interfluves courts, ils occupent des positions hautes sur plateaux correspondant aux lambeaux de l'ancienne pénéplaine. De par la forme du modelé, ils sont soumis à une érosion et un appauvrissement plus intenses que les sols situés dans les autres zones. Cause ou conséquence, la végétation y est en outre beaucoup plus dégradée.

Le profil JTN 66 a été observé à proximité de PABEGOU, sur un plateau de faible étendue, en faible pente est. Il porte une savane arborée claire très dégradée à *Parkia*, *Azelia*, *Burkea*.

Morphologie :

0 - 10 cm A ₁₁	Gris clair (10 YR 6/2), quelques quartz et nodules à cassure violacée et ocre, piquetés de paillettes de mica. Sableux. Structure fondue polyédrique moyenne, peu fragile. Porosité bonne ; chevelu racinaire. Passage progressif.
10 - 35 cm A ₁₂	Beige (10 YR 6/4), nombreux éléments grossiers : gros quartz, nodules, noyaux bariolés. Terre fine sableuse. Structure peu développée polyédrique fragile. Porosité bonne. Radicelles et racines subhorizontales. Passage distinct.
35 - 160 cm BC	Ocre (7,5 YR 5/8) à plages brun-jaunâtres et rouge-violacées, feuilletées, riches en paillettes de muscovite ; quelques nodules et quartz. Terre fine argilo-sableuse. Structure fondue polyédrique subanguleuse peu fragile. Porosité moyenne, tubulaire ; quelques racines. Passage très progressif.
160 - 220 cm C	Bariolé de couleurs vives à larges plages blanches, ocres, rouge-violacées, filonnets de quartz et de feldspaths, nombreuses paillettes de mica. Sablo-limono-argileux. Structure fondue anguleuse feuilletée, friable. Trame de la roche reconnaissable. Porosité moyenne à faible ; rares radicelles.

Données analytiques :

Horizon	R	A	L	MO	C/N	pH	T	S	V	PT	PA	K
A ₁₁	26	7	7	1,4	20	6,0	4,1	2,6	63	0,6	0,02	1,6
A ₁₂	66	10	7	1,1	19	5,5	5,2	1,3	25	0,8	0,02	1,3
BC	17	31	11			5,3	7,0	1,1	16	0,9		1,6
C	9	27	18			5,5	3,9	1,3	32	0,6		1,4

L'appauvrissement des horizons de surface est intense (moins de 10 % d'argile) mais assez peu profond (35 cm). Il n'y a pas d'horizon B d'accumulation marqué. Les teneurs en limons sont élevées dans le matériau bariolé encore riche en minéraux primaires ; son évolution minéralogique est incomplète mais de nature nettement ferrallitique. Les taux de matière organique sont faibles et le rapport C/N est élevé. La structure est peu développée, fragile, en surface, où la concentration d'éléments grossiers est intense par départ de la terre fine. Les valeurs de capacité d'échange sont moyennes et liées aux taux d'argile. Les taux de saturation sont bas sous l'horizon de surface (15 à 35 %), tandis que le pH est inférieur à 6,0. Les réserves minérales sont faibles au-dessus du matériau d'altération. Le drainage en place est moyen. Sur sol remanié, les valeurs de perméabilité sont médiocres.

+ Caractères de fertilité

Les sols ferrallitiques rajeunis sont moins favorables à l'utilisation que les précédents. Les propriétés chimiques sont équivalentes (taux de saturation), mais les propriétés physiques sont nettement inférieures : simultanément fort appauvrissement en argile des horizons de surface et fortes teneurs en éléments grossiers, discontinuité texturale à moyenne profondeur susceptible de ralentir le drainage. Structure fragile et taux de matière organique faibles rendent en outre ces sols facilement érodibles. Les réserves en eau sont faibles en surface, puis très moyennes. La mise en culture de ces sols est déconseillée, d'autant que l'amélioration de la fertilité chimique par apport d'engrais est peu réalisable. On leur préférera les sols associés sur les versants : sols ferrugineux peu lessivés sur roche et sur matériau kaolinique.

CONCLUSION

POTENTIALITES AGRONOMIQUES DU SECTEUR

1. Répartition des sols - Importance relative - Critères d'utilisation

Les sols du périmètre cartographié peuvent être classés en huit grandes catégories selon leurs caractéristiques d'utilisation favorables ou défavorables particulières.

1.1. *Les sols minéraux bruts et peu évolués*

Ces sols (UC 2, 3, 4) couvrent moins de 1 % de la surface. Leur utilisation est à proscrire, ils ne présentent que des **caractères défavorables** : faible profondeur, forte pierrosité, forte érodibilité etc...

1.2. *Les sols ferrugineux peu lessivés sur roches leuco et mésocrates*

Ces sols couvrent près de 16 % du périmètre, sur gneiss et granito-gneiss (UC 16 et 18). Leur possibilité d'utilisation dépend surtout de la profondeur d'apparition des horizons tachetés, parfois indurés, qui limitent le drainage interne et la pénétration racinaire.

Caractères favorables : texture rapidement argilo-sableuse entraînant des caractéristiques d'échange et de réserves hydriques correctes à faible profondeur, par rapport à l'ensemble de la zone.

Caractères défavorables : discontinuité à moyenne profondeur au passage à l'horizon tacheté, drainage médiocre en profondeur, battance et risque d'érosion en nappe.

1.3. *Les sols ferrugineux peu lessivés sur roches mélanocrates*

Ces sols couvrent près de 8 % du périmètre, disséminés en unités de moyenne étendue et liés aux roches riches en minéraux basiques (UC 21, 28, 29). Leur possibilité d'utilisation dépend surtout des conditions de drainage (position topographique), et de la texture en surface, qui, trop lourde, rend le travail du sol difficile.

Caractères favorables : réserves minérales les plus abondantes du périmètre, capacité d'échange élevée et bonnes réserves hydriques après les dernières pluies ;

texture homogène, structure en général bien développée et peu fragile en surface, teneurs en matière organique supérieures à la moyenne, érodibilité limitée.

Caractères défavorables : profondeur moyenne à faible limitée par la discontinuité de l'horizon concrétionné, massivité en profondeur, drainage médiocre dans tout le profil.

1.4. *Les sols ferrugineux lessivés non concrétionnés*

Ces sols couvrent un peu moins de 10 % de la surface et sont développés sur roches leucocrates : granito-gneiss, anatexite et micaschiste (UC 32, 35, 36). Leur possibilité d'utilisation dépend de leur position topographique : drainage et érodibilité, et des teneurs en éléments grossiers (forte pierrosité sur micaschiste).

Caractères favorables : bonne profondeur utile, absence de discontinuité texturale ; réserves potassiques proportionnellement correctes (en profondeur) ; pas d'éléments grossiers ferrugineux.

Caractères défavorables : texture légère sur une grande profondeur, capacité d'échange et taux de saturation très faibles, malgré la présence de minéraux primaires, qui constituent des réserves minérales, mais peu assimilables ; réserves hydriques et matière organique peu abondantes ; structure peu développée et fragile : forte érodibilité sur pente après défriche.

1.5. *Les sols ferrugineux lessivés concrétionnés sur roches*

Ces sols couvrent un peu plus de 15 % du périmètre sur roches mésocrates : granito-gneiss à deux micas et embréchite (UC 45, 46, 48). Leur possibilité d'utilisation dépend de l'importance du taux d'éléments grossiers, de leur répartition dans le profil, ainsi que de la compacité et des possibilités de drainage interne de l'horizon B.

Caractères favorables : augmentation assez progressive avec la profondeur des teneurs en éléments fins et des caractéristiques d'échange ; absence fréquente de forte discontinuité texturale ; saturation en bases moyenne dans les horizons B.

Caractères défavorables : teneurs en éléments grossiers élevées limitant le volume de terre fine exploitable et la profondeur de sols facilement pénétrable ; structure fragile en surface ; compacité fréquente et drainage médiocre temporairement en profondeur, bien que les réserves hydriques se maintiennent peu après les pluies ; faibles teneurs en matière organique ; érodibilité pouvant être élevée en position topographique défavorable.

1.6. *Les sols ferrugineux lessivés indurés*

Ces sols sont relativement abondants dans la partie basse de la majorité des versants. Ils couvrent près de 15 % de la surface du périmètre sur gneiss et embréchite mésocrates (UC 60 et 61). Leurs possibilités d'utilisation sont faibles ou inexistantes. Ces sols présentent essentiellement des **caractères défavorables** : faible profondeur et lessivage intense des horizons au-dessus du niveau induré,

obstacle pour les racines ; structure médiocre et fragile, engorgement temporaire des horizons de surface ; érodibilité irréversible qui conduit à l'affleurement de l'horizon induré.

1.7. *Les sols ferrugineux plus ou moins lessivés sur matériau kaolinique*

Ces sols développés sur matériau d'altération profond sont abondants sur le périmètre : 30 % de la surface totale. Ils sont situés en position générale de bon drainage sur roches variées, qui conditionnent une partie de la fertilité chimique. Leur possibilité d'utilisation est ensuite liée à l'intensité du lessivage des horizons de surface ; les sols des UC 23, 24, 25 sont lessivés sur une faible profondeur ; les sols des UC 53, 54, 55, 57 et 59 sont appauvris sur une plus grande profondeur.

Caractères favorables : bonne profondeur, teneurs en éléments grossiers ferrugineux faibles sur roches leucocrates, lessivage en argile limité et sans discontinuité texturale, capacité d'échange moyenne rapportée au volume de sol ; réserves hydriques supérieures aux sols sur roche ; structure mieux développée à faible profondeur ; érodibilité limitée sur pentes moyennes.

Caractères défavorables : réserves minérales faibles dues à une évolution poussée du matériau originel : déficiences phosphorées et potassiques fréquentes ; taux de saturation et pH relativement bas ; teneurs en refus parfois élevées dès la surface, sur roches mésocrates (embréchite).

1.8. *Les sols ferrallitiques*

Ces sols ont une faible extension : 6 % du périmètre. Leur développement est plus lié à des positions topographiques favorables qu'à des caractères pétrographiques. On les trouve sur roches variées : granite et gneiss leucocrates (UC 95 et 97), gneiss et embréchite mésocrates (UC 94 et 96). Leurs possibilités d'utilisation sont liées surtout à un plus ou moins intense appauvrissement-rajeunissement (roches leucocrates) et aux teneurs en éléments ferrugineux grossiers (roches mésocrates).

Caractères favorables : grande profondeur ; bonnes propriétés physiques : bon drainage, appauvrissement en argile faible ou limité, capacité d'échange correcte, réserves en eau suffisantes à moyenne profondeur ; structure en général mieux développée que sur sol ferrugineux, peu fragile ; érodibilité très limitée.

Caractères défavorables : faibles réserves minérales, taux de saturation et pH bas sous l'horizon humifère ; teneurs fréquemment élevées en éléments ferrugineux grossiers sur roches mésocrates. Possibilité de discontinuité texturale consécutive à un rajeunissement et un plus fort appauvrissement en éléments fins en position géomorphologique particulière (nord-ouest du périmètre sur gneiss à muscovite).

2. Les principales contraintes pour la mise en valeur

Les potentialités agronomiques du secteur sont limitées par trois catégories de contraintes :

2.1. Les contraintes d'origine pédologique

L'érodibilité des sols est fonction de plusieurs facteurs qui, en se combinant, tendent à accélérer ce processus défavorable. On évitera de cultiver sur fortes pentes (5 %) les sols à texture trop légère et structure fragile : sols ferrugineux lessivés des UC 32, 35, 45, 46 et 48. L'amélioration de la structure en rehaussant les taux de matière organique par de fréquentes jachères limitera l'érosion.

La profondeur des sols est une contrainte difficilement surmontable. On évitera les sols dont la profondeur est limitée par l'induration (UC 60 et 61), par un fort concrétionnement (UC 45 et 46) ou par un drainage ralenti par une trop forte compacité de l'horizon B, ainsi que les positions topographiques particulières (sols peu lessivés sur roches basiques). La réalisation de buttes ou billons en position de faible érodibilité peut augmenter le volume de sol utilisable.

Les teneurs en éléments grossiers importantes constituent une contrainte très fréquente dans la zone étudiée. On évitera les sols où l'apparition de ces fortes teneurs est brutale à faible profondeur et les sols à pierrosité trop élevée (UC 36 et 59).

Le drainage limité en profondeur est également une contrainte fréquente pour les sols ferrugineux sur roche. On évitera les positions topographiques défavorables au drainage externe. Pour les sols où le drainage déficient est intrinsèque (sols peu lessivés des UC 16 et 18, et sols sur roches basiques des UC 21, 28 et 29), la pratique des buttes peut augmenter le volume de sols non soumis à l'engorgement.

La matière organique est le plus souvent peu abondante dans le secteur étudié, ce qui constitue une contrainte importante pour ces sols tropicaux : une grande partie de la fertilité chimique et physique des horizons de surface lui est liée. Elle est toujours plus abondante sous végétation naturelle que sous culture, et ces différences sont beaucoup plus importantes que celles relevées d'un type de sol à l'autre. On s'efforcera dans tous les cas de maintenir le taux de matière organique après défrichement ou de le rehausser dans les zones cultivées par l'enfouissement des résidus de culture et de fréquentes jachères. En culture traditionnelle, le maintien des arbres et arbustes ne peut être que bénéfique.

Les réserves minérales sont liées à la nature de la roche-mère (plus faibles sur roches leucocrates) et à la nature des processus pédogénétiques fondamentaux : (plus faibles sur sols ferrallitiques et sols profonds sur matériau kaolinique). Les contraintes de fertilité chimique sont les plus importantes dans les sols très appauvris en éléments fins, pauvres en matière organique, où la capacité d'échange est faible, elles sont difficilement améliorables à long terme : on ne recourra qu'à des apports d'engrais de couverture. Dans le cas des sols profonds à appauvrissement en éléments fins limité à capacité d'échange correcte, où les déficiences les plus fréquentes sont

potassiques et phosphoriques, l'apport d'engrais de fond rehaussera la fertilité chimique à court et à plus long terme.

Les réserves hydriques sont liées essentiellement aux teneurs en éléments fins. On tiendra compte de cette contrainte lors de l'utilisation des sols les plus appauvris. Les sols sur matériau kaolinique profond et les sols ferrallitiques contiennent les plus importantes réserves d'eau utile, une grande partie de l'année ; ces réserves sont cependant réduites au prorata dans le cas de fortes teneurs en éléments grossiers.

2.2. Les contraintes liées au milieu

L'étude des conditions climatiques a montré la durée relativement longue des mois écologiquement secs (4 à 5 mois), où la prédominance des pertes en eau par évapotranspiration sur les apports pluviaux amène l'humidité du sol en dessous du point de flétrissement. Les quantités de précipitations, plus variables d'une année à l'autre que d'un point à l'autre du secteur, et la date des premières pluies, constituent une contrainte dont il faudra tenir compte pour les options de mise en culture : relation sol-date des semis. On cherchera pour les cultures à cycle long les sols profonds peu appauvris, dont les réserves hydriques sont les plus longtemps disponibles pour la plante.

Le caractère groupé des précipitations : près des 3/4 en 4 mois, crée par contre une contrainte supplémentaire dans le cas des sols à drainage interne médiocre : peu profonds, à horizons B compacts, en position topographiques défavorables.

2.3. Les contraintes socio-économiques

La répartition de la population dans le périmètre est très hétérogène et souvent contradictoire avec la mise en valeur rationnelle optimale des sols à potentialités intéressantes.

Dans la région nord-ouest, la plus peuplée, mais aussi la seule facilement pénétrable, les contraintes liées aux carences en matière organique à l'érodibilité (conditions de modelé), à la pierrosité (région de TANEKA), aux faibles réserves minérales (roches leucocrates), se manifestent souvent.

La zone centrale (DONGA, PARTAGO, BASSILA) est par contre mieux pourvue en sols profonds à bonnes propriétés physiques et teneurs en matière organique supérieures (végétation naturelle) ; l'érodibilité y est aussi plus faible (zone à interfluvés longs). La mise en valeur de ces sols est rendue difficile actuellement par le faible peuplement et l'absence de voies de pénétration entre les routes principales DJOUGOU-PARAKOU et DJOUGOU-SAVALOU. Une colonisation de cette zone a été entreprise autour de BASSILA et au voisinage de DONGA. Elle s'écarte peu des axes routiers. L'augmentation de la densité des pistes est un préalable à la mise en valeur des sols qui peuvent supporter cultures industrielles mécanisées rentables et cultures vivrières.

La zone Est, également peu peuplée et peu pénétrable, domaine des forêts

classées est par contre l'objet de plus nombreuses contraintes pédologiques : fort appauvrissement sur granite leucocrate, fort concrétionnement sur embréchite, érodibilité plus élevée, faible extension des sols profonds. Les principaux efforts de mise en valeur n'auront pas, dans l'immédiat, lieu d'y être portés. Le maintien de cette région en zone de réserve de faune et de flore, ou en espace pastoral (réserves d'eau dans les principaux axes de drainage), est justifié.

Enfin, tout projet de mise en valeur rationnelle devra être précédé d'une étude ponctuelle plus détaillée du contenu-sol, dont les caractéristiques agronomiques sont le plus souvent très hétérogènes à faible distance. L'hétérogénéité, la nature et la répartition des contraintes locales une fois précisées, le choix final des cultures, des façons culturales, des remèdes à apporter aux contraintes, ne pourra se faire efficacement qu'à la suite d'une expérimentation agronomique suffisamment étalée dans le temps et répartie dans l'espace. La présente **carte pédologique de reconnaissance** constitue un instrument de travail de base pour le planificateur ; ses conclusions devront être adaptées à chaque projet et confirmées par l'utilisateur.

BIBLIOGRAPHIE

TRAVAUX PEDOLOGIQUES INTERESSANT LA COUPURE DJOUGOU

- AUBERT G. - 1950 .— Observations sur la dégradation des sols et la formation de la cuirasse latéritique dans le nord du DAHOMEY - (Congrès des Sols d'Amsterdam) - C.R. Inter. C. of Soil Sc., AMSTERDAM - Vol. III, pp. 127-128.
- DABIN B. - 1955 .— Prospection pédologique dans les cercles de DJOUGOU et de NATITINGOU. - ORSTOM-COTONOU.
- FAUCK R. - 1962 .— Etude des sols de la région de DONGA (Rapport préliminaire) - ORSTOM-COTONOU.
- FAURE P. - 1969 .— Carte pédologique de reconnaissance du DAHOMEY à 1/200 000, feuille DJOUGOU. Edition provisoire - ORSTOM-COTONOU.
- FAURE P. - 1973 .— Carte pédologique à 1/10 000 de points d'expérimentation agronomique-Nord-Ouest-DAHOMÉY - ORSTOM-COTONOU.
- FAURE P., VIENNOT M. - 1973 .— Observations pédologiques dans quelques plantations d'anacardiens - ORSTOM-COTONOU.
- LENEUF B. - 1953 .— Observations pédologiques dans les cercles de KANDI et de DJOUGOU en vue de l'extension de la culture cotonnière - ORSTOM-COTONOU.
- VOLKOFF B. - 1964 .— Etude des sols de la région des DONGAS - ORSTOM-COTONOU.
- VOLKOFF B., WILLAIME P. - 1963 .— Carte des sols du DAHOMEY à 1/1 000 000. Notice explicative - ORSTOM-COTONOU.

Composition et impression : COPEDITH
7, rue des Ardennes - 75019 PARIS

Dépôt légal n° 6132 - 1^{er} trimestre 1977

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

Direction générale :

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Service des Publications

70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY

O.R.S.T.O.M. Editeur
Dépôt légal : 1^{er} trim. 1977
ISBN 2-7099-0423-3
ISBN 2-7099-0433-0

REPUBLIQUE POPULAIRE DU BENIN
CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE A 1/200000

DJOUGOU

dressée par P. FAURE

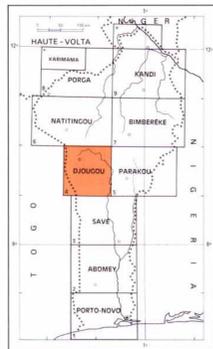
REPUBLIQUE POPULAIRE DU BENIN
**MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL
 ET DE LA COOPÉRATION**

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

LEGENDE

- SOLS MINÉRAUX BRUTS
 D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
 D'ÉROSION LITHIQUES**
- 2 Sur roche affleurante ou subaffleurante
- SOLS PEU ÉVOLUÉS
 D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
 D'ÉROSION LITHIQUES**
- 3 Sur quartzite du socle
 4 Sur quartzite et micaschiste atacoriens
- SOLS À SESQUIOXYDES DE FER ET DE MANGANESE
 SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX
 PEU LESSIVÉS
 PEU LESSIVÉS EN ARGILE, LESSIVÉS EN SESQUIOXYDES**
- 16 Sur gneiss à muscovite et à deux micas
 18 Sur granito-gneiss à biotite
 21 Sur roche basique
 23 Sur matériau kaolinique issu de gneiss à biotite
 24 Sur matériau kaolinique issu de gneiss à deux micas
 25 Sur matériau kaolinique issu de granito-gneiss à biotite
- HYDOMORPHES**
- 28 Sur gneiss à ferro-magnésiens
 29 Sur roche basique
- LESSIVÉS
 SANS CONCRÉTIONS**
- 32 Sur granito-gneiss à deux micas
 35 Sur anatexite
 36 Sur micaschiste granitisé
- A CONCRÉTIONS**
- 45 Sur embréchite
 46 Sur embréchite porphyroïde à ferro-magnésiens et granite
 48 Sur granite et granito-gneiss à deux micas
 53 Sur matériau kaolinique issu d'embréchite
 54 Sur matériau kaolinique issu d'embréchite porphyroïde à ferro-magnésiens et granite
 55 Sur matériau kaolinique issu de gneiss à muscovite et à deux micas
 57 Sur matériau kaolinique issu de granite et granito-gneiss à deux micas
 59 Sur matériau kaolinique issu de quartzite et micaschiste atacoriens
- INDURÉS**
- 60 Sur embréchite
 61 Sur gneiss à biotite
- SOLS FERRALLITIQUES
 MOYENNEMENT DESATURÉS
 TYPIQUES
 FAIBLEMENT RAJEUINIS**
- 94 Sur gneiss à biotite
 95 Sur granite et granito-gneiss à deux micas
- APPAUVRIS
 FAIBLEMENT RAJEUINIS**
- 96 Sur embréchite et gneiss
- RAJEUINIS OU PÉNEVLUÉS
 AVEC ÉROSION ET REMANIEMENT**
- 97 Sur gneiss à muscovite et à deux micas

N.B. - Les numéros des unités pédologiques correspondent à la légende générale des 9 coupures.



SYNTHÈSE DES 9 COUPURES RÉALISÉE PAR M. VIENNOT

REFERENCES TOPOGRAPHIQUES
 Cartes de l'Institut Géographique National de l'Afrique de l'Ouest à 1/200 000 (Extraits modifiés)
 Feuilles NC-81-VIII - NC-81-IX - Ed. 1955

