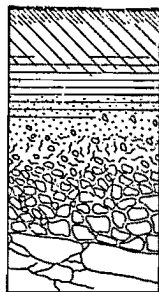


BOA DANIEL
MAMERI CAMARA

**PRINCIPAUX TYPES DE SOLS ET
GRAVILLONS DU BASSIN VERSANT DE
BOORO-BOROTOU**

(Region de TOUBA au Nord Ouest de la
COTE D'IVOIRE)



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIPODOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P.V 51 - ABIDJAN

Octobre 1984

POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

(O.R.S.T.O.M.)

BP. V-51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Laboratoire de Pédologie

PRINCIPAUX TYPES DE SOLS ET DE GRAVILLONS

DU BASSIN VERSANT DE BOORO BOROTOU

(Région de Touba au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire)

par

BOA Daniel et Maméri CAMARA

S O M M A I R E

- I. INTRODUCTION

- II. GÉNÉRALITÉS
 - A. TYPES DE VEGETATION
 - B. FACIES GEOLOGIQUE

- III. TYPES DE SOLS
 - A. ASPECT DE LA SURFACE DES SOLS
 - B. CLASSIFICATION DES SOLS OBSERVES

- IV. GRAVILLONS
 - A. DEFINITIONS - RAPPELS
 - B. CRITERES FONDAMENTAUX DE DIFFERENCIATION DES GRAVILLONS
 - C. TYPES DE GRAVILLONS
 - D. RECAPITULATION DES TYPES DE GRAVILLONS
 - E. ZONES PREFERENTIELLES D'APPARITION DES GRAVILLONS
 - F. GRANOCLASSEMENT DES GRAVILLONS

- V. DIRECTIONS DE RECHERCHE

- VI. CONCLUSION GÉNÉRALE

- VII. BIBLIOGRAPHIE

1. INTRODUCTION

Le programme "HYPERBAV" associe des chercheurs de plusieurs disciplines sur un même bassin versant situé à Booro Borotou, village distant de 26 km au Nord-Ouest de la Préfecture Centrale de Touba.

Notre intervention sur ce bassin consiste à :

- reconnaître les principaux types de sols qui peuvent être observés ;
- déterminer les principaux types de gravillons.

Pour mener ce travail, nous avons adopté le plan suivant :

- généralités : dans ce point, nous avons tenté de définir succinctement les grands types de végétation qui couvrent le bassin et le faciès géologique qui constitue la roche mère des différents sols ;
- types de sols : avant de classer les sols qui ont été observés, nous nous sommes intéressés d'abord à l'aspect de la surface des sols directement accessibles ;
- gravillons : l'étude sur les gravillons n'étant pas courante, nous avons jugé utile de :
 - x définir, d'abord, d'une manière générale, les gravillons en faisant de brefs rappels ;
 - x établir, ensuite, les critères fondamentaux de différenciation des gravillons ;
 - x donner, enfin, les principaux types de gravillons existant sur le bassin versant ;
 - x signaler, pour une bonne situation, les zones préférentielles d'apparition des gravillons ;
 - x préciser, pour terminer, que les gravillons en surface subissent un granoclassement ;
- directions de recherche : il s'agit de définir des directions de recherche à la suite des travaux de terrain, des constatations, et des idées suscitées à la suite du développement des points ci-dessus ;
- conclusion générale qui fait ressortir l'essentiel de ce présent rapport.

II. GÉNÉRALITÉS

Les premiers jours de notre séjour à Booro Borotou ont été consacrés à la reconnaissance du bassin versant (Fig.1) en suivant la piste qui en fait le tour complet. Pendant le cheminement, nous avons noté les types de végétation, les affleurements de roche, l'aspect de la surface des sols, et enfin les gravillons en surface.

Les jours suivants, nous avons examiné les fosses pédologiques sur neuf toposéquences récemment implantées par les cartographes (cartographie fine du bassin versant suivant la méthode appliquée en Guyane par BOULET).

C'est pourquoi, au cours du présent travail, nous nous baserons essentiellement sur nos propres observations. Mais chaque fois que cela s'avèrera nécessaire, nous introduirons les informations recueillies ailleurs.

A. TYPES DE VEGETATION

Nos observations sur les différentes composantes de la végétation du bassin concordent avec celles déjà définies dans un précédent rapport (J. COLLINET et Ch. VALENTIN, 1984). Pour mémoire, nous allons revenir sur les définitions des types de végétation du bassin versant.

* Forêt galerie : les arbres sont d'assez grande taille (plus de 30 mètres parfois) et les cimes sont jointives. On observe ce type de végétation uniquement le long du principal cours d'eau. Le sous bois se compose de végétaux hydrophiles ;

* Savane herbeuse : la strate arborée est soit totalement absente, soit très peu représentée. La strate graminéenne couvre 90 % de la surface et atteint une hauteur de 150 à 200 cm. Elle se localise préférentiellement dans la zone de bas de pente ;

* Savane arbustive : les arbustes sont associés à un tapis graminéen ;

* Savane boisée : les arbres et arbustes forment un couvert clair laissant passer la lumière. Les strates arborée et herbacée sont bien représentées ;

* Savane arborée : les arbres et arbustes sont disséminés parmi le tapis graminéen ;

* Savane en mosaïque : c'est la juxtaposition de plusieurs formes de savane qui a été désignée sous le terme de "savane en mosaïque".

Comme on peut le constater à partir de ce qui vient d'être écrit ci-dessus, l'essentiel des formations végétales du Nord de la Côte d'Ivoire existe sur le bassin versant de Booro Borotou.

Les proportions de chacune de ces formations sont variables ; seule une étude fine des photographies aériennes peut permettre de les distinguer.

B. FACIES GEOLOGIQUE

La carte géologique de reconnaissance d'Odienné à l'échelle de 1/50.000e (par la Direction des Mines et de la Géologie - 1968) situe Booro Borotou dans un substratum géologique constitué par du granite à hypersthène.

L'observation de terrain permet de dire au niveau des rares affleurements (près de l'exutoire du cours d'eau où se situent les installations des hydrologues) qu'il existe du granite à faciès migmatitique marqué. Ailleurs, la pédoplasmation poussée ne permet plus d'observer, du moins en surface, le matériau originel. Toutefois, grâce à la texture et à l'aspect de la surface du sol, il est vraisemblable de dire que les sols de

. qu'en z

III. TYPES DE SOLS

Selon l'étude pédologique de la région de Touba (nord-ouest de la Côte d'Ivoire) réalisée par VIENNOT (1983), à l'échelle de 1/200.000e, le bassin versant de Booro Borotou concernée par la présente étude correspond au paysage morpho-pédologique 1 caractérisé par des plateaux ou témoins cuirassés bien individualisés. Du sommet de l'interfluve au bas de pente les unités cartographiques (suivant la méthode mise au point par ESCHENBRENNER, 1972) sont : UC 11, UC 13, UC 14.

A l'échelle du présent travail (1/2.500e), en plus du paysage 1, on reconnaît les paysages 3 et 5. Le paysage morpho-pédologique 3 est un paysage de collines gravillonnaires convexes à plan convexe ; les unités cartographiques sont : UC 15, UC 16, UC 17.

Le paysage morpho-pédologique 5 présente le modelé suivant : le sommet est convexe ou plan convexe et, le versant est convexe à plan convexe puis rectiligne. Les unités cartographiques sont UC 4, UC 6, UC 7 et UC 22.

Au cours de ce chapitre, nous allons d'abord décrire l'aspect de la surface des sols et, ensuite, classer les sols qui ont été observés sur le bassin versant.

A. ASPECT DE LA SURFACE DES SOLS

Les caractéristiques de l'aspect de la surface des sols ont été déterminées en suivant la piste faisant le tour du bassin en partant de l'exutoire (N-NE du bassin). Le trajet suivi part du point le plus bas (exutoire) à la butte cuirassée au sud-est (Fig. 1) ; de cette butte, le cheminement s'est poursuivi sans tenir compte de la variation de pente, pour aboutir à nouveau à l'exutoire.

Sur une même position topographique, l'aspect de la surface du sol du bassin versant ne varie pas. Fort de cette constatation, nous baserons nos descriptions sur les grandes parties d'un interfluve.

Bas de pente : sur le tiers inférieur et médian du bas de pente, le sol est sableux en surface avec une coloration grise plus ou moins foncée. Sur le tiers supérieur du bas de pente, si le sol reste toujours sableux, sa coloration devient nettement rosée.

Mi-pente : sur toute la partie médiane du versant, on observe des gravillons en surface avec un gradient décroissant de la base vers le sommet de la mi-pente. Et le sol, en surface, a une couleur brun rose et une texture sableuse dominante.

Tiers supérieur : à ce niveau du versant, on n'observe plus de gravillons en surface. Le sol a toujours une couleur brun rose et une texture qui devient limono-sableuse.

Sommet : sur le tiers inférieur du sommet, les gravillons apparaissent à nouveau en surface en plus des gros blocs de cuirasse (quand il s'agit du paysage 1). Le sol a une texture sableuse dominante et une coloration brune. Sur le tiers médian et supérieur du sommet, les gravillons se rarefient. Cependant, on continue d'observer en surface (comme sur le tiers inférieur toujours en ce qui concerne le paysage 1), de gros blocs de cuirasse dont les uns sont pisolitiques et les autres vacuolaires. Au niveau des zones marquées par des rigoles d'érosion, on note un déchaussement des racines et l'existence de gravillons essentiellement brunifiés. Localement, subsistent quelques blocs de granite à ferromagnésiens. Le sol, en surface, reste limono-sableux avec une coloration brun foncé.

Au sommet de pente du paysage morpho-pédologique 3, on n'observe pas de gravillons en surface. Le sol a une texture limono-sableuse et une coloration brun foncé en surface.

Au sommet de pente du paysage morpho-pédologique 5, on observe un affleurement de roche leucocrate comportant des lits noirs. De taille moyenne, cet affleurement se présente sous forme de dos de baleine.

B. CLASSIFICATION DES SOLS OBSERVES

Les sols classés, à partir de 96 profils, ont été observés le long de neuf toposéquences (fig. 1). Et la classification qui fait référence au CPCS (version 1967), est basée essentiellement sur les caractéristiques morphologiques des sols concernés. Le fait d'accorder une grande importance aux caractéristiques morphologiques est pour traduire le but appliqué visé par ce travail.

Les sols observés appartiennent à quatre classes :

- la classe des sols minéraux bruts ;
- la classe des sols peu évolués ;
- la classe des sols hydromorphes ;
- la classe des sols ferrallitiques.

Dans la classe des sols minéraux bruts, les sols appartiennent à la sous classe des sols minéraux bruts non climatiques, au groupe des sols minéraux bruts d'érosion et au sous groupe des lithosols, et enfin, à la famille des granites à faciès migmatitique marqué.

Dans la classe des sols peu évolués, deux sous classes ont été reconnues :

- la première sous classe reconnue est celle des sols peu évolués non climatiques, le groupe est celui des sols d'apport colluvio-alluvions, le sous-groupe est hydromorphe et, enfin, la famille est celle des sols colluvio-alluvions ;

- la seconde sous-classe observée est celle des sols peu évolués humifères, le groupe celui des rankers, le sous-groupe à mull et, la famille celle des granites à faciès migmatitique marqué. On observe ces sols au contact du dôme granitique (paysage 5) et du versant.

Dans la classe hydromorphe, les sols correspondent à la sous-classe des sols hydromorphes peu humifères ou de sols minéraux bruts, au groupe à pseudogley, au sous-groupe à pseudogley de surface et, enfin, à la famille colluvio-alluvions. Le faciès est appauvri en surface.

Les sols ferrallitiques sont très largement représentés sur le bassin versant. Ils regroupent plus de 95 % des sols observés. Les quatre groupes (typique, appauvri, remanié et rajeuni) de cette classe ont été reconnus. Les sous-groupes sont pour :

- * le groupe remanié :
 - modal,
 - induré,
 - appauvri,
 - rajeuni ;
- * le groupe rajeuni :
 - avec érosion et remaniement ;
- * le groupe appauvri :
 - modal,
 - hydromorphe ;
- * le groupe typique :
 - modal,
 - rajeuni,
 - remanié.

La famille des sols ferrallitiques est essentiellement granitique. Les faciès sont rajeuni, remanié, appauvri en surface et d'hydromorphie ancienne.

Comme on peut le constater, nous n'avons pas défini les caractéristiques des sols classés dans les divers classes, sous-classes, groupes, sous-groupes et familles. Ces précisions sont identiques à celles déjà mentionnées dans un précédent rapport de M. CAMARA (1983).

IV. GRAVILLONS

A. DEFINITIONS - RAPPELS

Pour la définition et la dénomination des différents types d'éléments grossiers ferrugineux, référence sera faite pour le présent travail à la nomenclature de A. LEVEQUE (1970, 1975, 1979) avec des aménagements apportés par les auteurs. Ainsi donc, les termes suivants peuvent être définis de la façon suivante :

Gravillons : désignent, sans autre précision, indépendamment de la nature et de la structure, toute masse indurée de taille centimétrique mais dans la majorité des cas millimétrique, pour rejoindre le sens étymologique du mot. En effet, la taille dominante de ces éléments ferrugineux se situe en général entre 5 et 10 mm (BOA, 1983).

Nodules : les masses indurées à structure isotrope non concentrique, identiques à la masse terreuse.

Concrétions : les éléments indurés avec une ou plusieurs couche(s) concentrique(s) autour d'un noyau central à structure isotrope non fondamentalement différente de la masse fine, et, ici, en général de volume assez important que le cortex. Dans ce cas, on parlera de concrétion sémi-pisolitique.

Débris : tous les éléments indurés, dans la plupart des cas, de grande dimension (taille supérieure à 20 mm) non directement décelables au sein du profil mais définis par des coups de piochons. Ce terme s'apparente au débit pour la détermination de la structure des sols et s'oppose aux gravillons qui, eux, sont facilement discernables. Il y a donc lieu de distinguer :

* les débris lithoréliques : définis aux dépens des horizons tachetés altéritique B₂ C₂ ; la structure de la roche y est facilement reconnaissable. Leur couleur est, à la cassure, ocre rouille. Ils ont une forme assez régulière, le plus souvent ovoïde.

* les débris indurés : proviennent du démantèlement des cuirasses ou carapaces.

B. CRITERES FONDAMENTAUX DE DIFFERENCIATION DES GRAVILLONS

La reconnaissance des différents types de gravillons est basée sur les critères essentiels suivants :

1) La forme : comme "la structure du sol", la différenciation des gravillons découle principalement de la reconnaissance de quelques figures géométriques simples avec comme référence le polyèdre qui est constitué de faces planes et d'arêtes anguleux.

C. TYPES DE GRAVILLONS

Les types morphologiques des gravillons observés en surface et au sein de certains profils sont les suivants :

- Type_I : il se compose surtout de nodules. Et ces nodules sont caractérisés, d'une part, par des formes assez régulières, polyédriques adoucies à sub-ovoïdes, parfois mamelonnés et, d'autre part, par des différenciations superficielles assez marquées par rapport aux autres gravillons : assombrissement de la couleur, développement d'une patine dans les horizons supérieurs en particulier humifères et, enfin, de dureté moyenne ;
- Type_II : il s'agit de concrétions semi-pisolitiques qui sont le plus souvent ovoïdes, de formes plus ou moins régulières et parfois franchement sphériques ; elles sont formées par la croissance d'une petite masse indurée, recouverte de dépôts successifs concentriques de sesquioxides de fer, de teintes assez sombres : noir, brun, marron, très rarement rouge. La dureté de ces concrétions est beaucoup plus prononcée que pour les autres types ;
- Type_III : ce sont des nodules composites qui correspondent à la forme botyroïde de BREWER (1964) définie comme un gros agrégat d'éléments plus ou moins sphéroïdaux, formé de nodules ou de concrétions de types précédents (dans la majorité des cas semi-pisolitiques) cimentés par un matériau en général peu induré et semblable à la fraction fine de l'horizon dans laquelle ils sont incorporés ;
- Type_IV : ce type concerne des nodules de formes assez régulières le plus souvent ovoïdes, également tendres, poreux, sans patine. Ce sont de simples masses imparfaitement indurées renfermant souvent des minéraux primaires plus ou moins altérables : muscovite, feldspath poudreux. Ils sont dans la majorité des cas de couleur jaune-ocre, rose ou rouge. Ce sont des pseudo-nodules issus de roches leucocrates (gneiss, granite) ;
- Type_V : il comporte les pseudo-nodules qui désignent des fragments ferruginisés de roche plus ou moins altérée. Ils se distinguent principalement, à la cassure, par la permanence de la structure lithologique et, quelquefois, par une forme particulière, parallélépipédique, caractérisée par la dominance de deux faces planes opposées. Les plus petits éléments présentent une tendance à des formes polyédriques ou cubiques assez nettes. Les pseudo-nodules sont observés presque exclusivement dans les sols développés aux dépens de micaschistes, de quartzites et, parfois, d'amphibolites. Cependant, par extrapolation surtout à cause de la forme parallélépipédique, nous avons identifié certains gravillons du bassin versant à ces pseudo-nodules ;
- Type_VI : il s'agit de nodules de formes très irrégulières identiques à celles des rognons silex ; les dimensions maxima sont plus grandes. Ils renferment de très nombreux grains de quartz anguleux ou émoussés, hyalins ou ferruginisés, ainsi que des feldspaths assez grossiers. Ce qui leur donne un aspect rugueux. Comme le type III, leur couleur est, en général, plus claire et semblable à celle du matériau fin : jaune, ocre, rouille, quelquefois blanchâtre.

D. RECAPITULATION DES TYPES DE GRAVILLONS

Tableau 1 : Principales caractéristiques des différents types de gravillons.

Types de gravillons	Forme	Nature de l'aspérité	Minéraux primaires reconnaissables	Dureté
I	Polyédrique ou sub-polyédrique			moyenne
II	Ovoïde sub-ovoïde sphérique			forte
III	Ovoïde sub-ovoïde	concrétion		
IV	Ovoïde sub-ovoïde		parfois minéraux primaires	faible
V	Parallélépipédique sub-polyédrique		Minéraux primaires	
VI	Ovoïde sub-ovoïde	quartz		

Le tableau récapitulatif (tableau 1) regroupe les traits caractéristiques pour une reconnaissance rapide sur le terrain des gravillons. On peut y remarquer que dans certains cas, la forme seule suffit pour identifier un type de gravillons. Les gravillons reconnus uniquement par la forme sont I, V ; la forme se définit ainsi comme un critère fondamental. Cependant, même pour les types précités, il existe des intergrades difficilement reconnaissables par la seule considération de la forme. Il y a donc lieu de conjuguer plusieurs paramètres. C'est alors qu'interviennent les caractères considérés secondaires tels que l'état de surface, la présence de minéraux primaires altérables, la dureté; la couleur, en dépit de son importance sur le plan de la rétention en eau des gravillons, mais variable suivant l'horizon considéré dans un profil, peut être noté en faciès.

Signalons, enfin, qu'autant il est aisé de différencier les gravillons quelle que soit leur situation en fonction de leur forme et l'aspérité, autant les autres paramètres (couleur, dureté, minéraux primaires altérables) s'avèrent difficiles pour être pris en compte dans la détermination des éléments grossiers dans les horizons humifères et en surface. Les horizons minéraux paraissent appropriés pour la caractérisation des types de gravillons.

E. ZONES PREFERENTIELLES D'APPARITION DES GRAVILLONS

Sur une séquence donnée, du bas de pente au sommet, les gravillons en surface sont observables préférentiellement sur deux parties : la mi-pente et le sommet.

Quel que soit le type de paysage morpho-pédologique, selon la nomenclature mise au point par ESCHENBRENNER en 1972 et adoptée à l'ORSTOM-Adiopodoumé, les gravillons en surface apparaissent presque toujours sur le tiers médian du versant. Sur le tiers inférieur de cette même partie (mi-pente) on remarque quelquefois, en plus des gravillons, la présence d'une cuirasse affleurante (induration de bas de pente).

Sur le sommet, l'observation des gravillons en surface est constante quand il s'agit des paysages morpho-pédologiques 1 et 2, paysages avec des sommets entièrement ou partiellement cuirassés. Sur le sommet du paysage 3, on n'observe généralement pas de gravillons en surface.

A Booro Borotou, le bassin versant concerné par la présente étude se situe dans les paysages morpho-pédologiques 1, 3 et 5 (comme déjà signalé plus haut). Et l'apparition des gravillons en surface respecte les constatations dont il vient d'être question ci-dessus, à savoir existence de gravillons en surface à la mi pente pour les paysages 1, 3 et 5 et au sommet pour le paysage 1.

F. GRANOCLASSEMENT DES GRAVILLONS

Il existe en granoclasement des gravillons en surface au niveau des zones préférentielles de leur apparition. Suivant qu'on part du haut vers le bas, ou vice versa, la taille des éléments grossiers diminue ou augmente. Cette répartition homogène, du point de vue taille, des éléments grossiers (les éléments grossiers de grande taille à l'amont et de petite taille à l'aval à partir des foyers d'apparition) se produit sur de faible distance (moins de 10 mètres dans la plupart des cas).

Les gravillons qui subissent un granoclasement, peuvent appartenir à plusieurs types, même s'il est fréquent de remarquer la nette dominance d'un type donné sur une partie comprise dans le granoclasement.

VI. CONCLUSION GÉNÉRALE

Sur le bassin versant retenu à Booro Borotou, on retrouve l'essentiel de la végétation qui compose les savanes de la Côte d'Ivoire.

Les paysages morpho-pédologiques qui existent sur le bassin versant sont les paysages 1, 3 et 5. La ferrallitisation marque la plus grande partie des sols de la zone d'étude (plus de 95 %). Et ces sols se développent aux dépens d'un substratum géologique essentiellement granitique. Tous les groupes et la plupart des sous-groupes de la classe ferrallitique ont été reconnus.

Les sols hydromorphes minéraux bruts à pseudogley de surface se limitent à la frange littorale (moins de 100 mètres) qui borde de part et d'autre le lit du cours d'eau principal et certains de ses affluents.

Quant aux sols peu évolués non climatiques, ils sont très localisés et se rangent dans le groupe des sols d'apport colluvio-alluvions et dans le sous-groupe hydromorphe. La famille reste granitique.

Les sols minéraux bruts, également très localisés, appartiennent à la sous-classe des sols non climatiques, au groupe des sols minéraux bruts d'érosion et au sous-groupe lithosols et, enfin, à la famille des roches granitiques.

A partir des définitions et de l'adoption des critères fondamentaux de différenciation, six (6) types de gravillons ont été reconnus sur le bassin versant :

- Type_I : il se compose de nodules qui ont des formes assez régulières, polyédriques adoucies à sub-ovoïdes ;
- Type_II : il s'agit de concrétions semi-pisolithiques qui sont le plus souvent ovoïdes, de formes plus ou moins régulières et parfois franchement sphériques ;
- Type_III : ce sont des nodules composites qui correspondent à la forme botyroïde de BREWER (1964) ;
- Type_IV : ce type concerne les nodules de formes assez régulières le plus souvent ovoïdes, et qui sont tendres, poreux, sans patine ;
- Type_V : il comporte les pseudo-nodules qui désignent des fragments ferruginisés de roche plus ou moins altérée ;
- Type_VI : il s'agit de nodules de formes irrégulières, identiques à celles des rognons et à aspect rugueux.

Quand ces divers types de gravillons apparaissent en surface, on les observe, de préférence, à la mi-pente et au sommet de pente quand il s'agit du paysage 1. Et leurs répartitions, sur ces parties, se font suivant un granoclassement sur de courte distance (moins de 10 mètres).

En tenant compte des acquis de ce travail sur les sols et les gravillons, il est possible d'entreprendre des études plus approfondies sur :

- la cartographie pédologique fine et les processus pédogénétiques qui découlent de cette étude ; on portera un intérêt particulier à la répartition des processus pédogénétiques et les voies d'extrapolation possibles des résultats de l'étude ;

- la cartographie fine des gravillons du bassin versant en mettant un accent sur la répartition aussi bien verticale qu'horizontale des gravillons et, l'échange d'eau entre ceux-ci et la terre fine du milieu réel dans lequel on les observe.

VII. BIBLIOGRAPHIE

- BOA D.- Octobre 1983.
Caractéristiques hydriques des gravillons ferrugineux dans les sols ferrallitiques.
ORSTOM - Adiopodoumé, 50p.
- CAMARA M.- Octobre 1983.
Etude pédologique et représentation cartographique à 1/50.000e de la région de Tiéningboué (Centre Nord de la Côte d'Ivoire).
Contraintes et potentialités agronomiques des types de sols reconnus dans la zone.
ORSTOM - Adiopodoumé, 78p.
- COLLINET J. et Ch. VALENTIN.- Juillet 1984.
Identification des principaux types d'organisations superficielles du bassin versant de Booro-Borotou.
ORSTOM - Adiopodoumé, 15p.
- COMMISSION DE PEDOLOGIE ET DE CARTOGRAPHIE DES SOLS.- 1967.
Classification des sols.
Edition 1969, 6p.
- DIRECTION DES MINES ET DE LA GEOLOGIE DE LA COTE D'IVOIRE.- 1968
Carte géologique de reconnaissance (feuille NC-29 sud-est).
Feuille d'Odienné à l'échelle de 1/500.000e.
- ESCHENBRENNER V. et L. BADARELLO.- 1978
Etude pédologique de la région d'Odienné (Côte d'Ivoire).
Carte des paysages morpho-pédologiques.
Feuille d'Odienné à 1/200.000e.
Notice explicative n° 74 - ORSTOM - Paris.
- LEVEQUE A.- 1969
Les problèmes des sols à nappe de gravats au Togo.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. VII n° 1, 29p.
- LEVEQUE A.- 1970
L'origine des concrétions ferrugineuses dans les sols du socle granito-gneissique du Togo.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. VII, n° 3, pp. 321-348.
- LEVEQUE A.- 1978
Les concentrations du fer dans les sols développés sur granito-gneissique du Togo.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XVI, n° 1, 21p.

- LEVEQUE A.- 1979

Pédogenèse sur le socle granito-gneissique du Togo.
Différenciation des sols et remaniements superficiels.
Travaux et Doc. ORSTOM, n° 108, Paris.

- VIENNOT M.- 1983

Etude pédologique de la région de Touba (Côte d'Ivoire).
Carte des unités morpho-pédologiques et des paysages
morpho-pédologiques feuille de Touba à l'échelle de
1/200.000e.
Notice explicative N° 98 - ORSTOM - Paris - 91p.