



Etude morphopédologique du bassin versant du mont Blanguand dans le massif du Yaouré en région centre de la Côte d'Ivoire

Albert YAO –KOUAME^{1*}, Guy Fernand YAO², Alphonse Konan ALUI², Antoine Kouame N'GUESSAN², Tonga Paul TIEMOKO¹ et Yao Konan KLOMAN¹

*¹Institut Nationale Polytechnique de Yamoussoukro (INPHB),
Département des Sciences de la Terre et des Ressources Minières,
BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire*

*² UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM),
Université de Cocody, 22 BP 801 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : yaokouamealbert1@yahoo.fr

Résumé

Le massif montagneux du Yaouré, situé entre le Bandama Blanc et le Bandama rouge (ou marahoué), est une zone de transition entre la forêt dense au Sud et la savane arborée au Nord. Le climat de la région correspond au régime équatorial de transition atténué (climat baouléen).

Les rares affleurements observés sur les flancs des collines sont altérés en schistes argileux jaunâtres, riches en pyrite

Sur les sommets, se retrouvent des cuirasses latéritiques souvent polygéniques, à fragments de quartz et de roches vertes, de taille centimétrique, indiquant la présence de brèches volcaniques. L'altération de ce matériau rocheux conduit à d'épaisses couches de sols brunifiés, argilisés, très riches en éléments grossiers, notamment au bas et à la mi – pente, avec comme caractéristiques morphologiques majeures:

-la charge en éléments grossiers qui évolue inversement à la variation de la pente;

- la faible humidité correspondant à une classe de drainage de faible indice;
- le drainage, de moins en moins bon au fur et à mesure que l'on descend en profondeur dans le profil de sol;
- le sol moins humide quand la pente est forte, et plus humide quand la texture devient plus fine.

Mots-clés : *cuirasses latéritiques; polygéniques, sols brunifiés, argilisés, mont Blanguand, Yaouré*

Abstract

Morphopedologic study of the pond overturning of the mountain Blanguand into the massif of Yaoure in region centres of Côte d'Ivoire

The mountain massif of Yaoure, situated between Bandama Blanc and red Bandama (or marahoue), is a zone of transition enter the dense forest the South and the savanna raised in the North. The climate of the region corresponds to the equatorial regime of transition eased (baouleen climate).

The rare emergences observed on the sides of hills are distorted in yellowish, rich clayey schists pyrits

On summits, shells meet themselves often lateritics polygenics, in fragments of quartz and green cliffs, centimetric size, indicating the presence of volcanic breaches. The change of this rocky material leads to thick coats of burnished grounds, clayed, very rich in unrefined elements, notably in the bottom and at the middle - hillside, with as major morphological characteristics:

- the load in unrefined elements which evolves conversely in the variation of the hillside;
- the weak humidity corresponding to a class of drainage of weak indication;
- The drainage, less and less good as we come down in depth in the profile of ground;

- The less wet ground when the hillside is strong and wetter when the texture becomes finer.

Keywords : *shells latéritiques; polygéniques, brunifiés grounds, argility, Blanguand montain, Yaoure.*

1. Introduction

De nos jours, le souci de concevoir et de mettre en œuvre une politique d'«agriculture écologique» [1] faisant une large place à la surveillance et la protection des sols [2] est vivace dans de nombreux pays d'Afrique au sud du SAHARA, notamment ceux, comme la Côte d'Ivoire, dont l'économie a toujours reposé sur l'agriculture. Une telle préoccupation nécessite au préalable une bonne connaissance de l'état des sols, de leurs caractéristiques et, en la matière, l'interprétation fonctionnelle des mesures ainsi que la prédiction spatiale demeurent des questions cruciales [3] C'est dans cette perspective que la zone de KOUAKOU GNANOU/ BOPRI (région de BOUAFLE), région jadis couverte par la forêt dense ivoirienne et grande zone de production agricole, où se pratiquaient aussi bien des cultures industrielles de cacaoyer (la région produit 72.070 tonnes de cacao par an) et de caféier, que des cultures vivrières (igname, maïs, bananier plantain, taro, arachide, riz) et légumières (piment, aubergine, pistache, gombo, etc), aujourd'hui quasiment abandonnée à l'orpaillage, pendant que l'on assiste à une grande avancée de la savane, à l'exception de quelques bas – fonds aménagés pour l'horticulture maraîchère, fait actuellement l'objet d'une étude pédologique. Cette étude a conduit dans un premier temps, à la caractérisation morphopédologique des sols du bassin versant de la colline BLANGUAND, préalable à la protection du milieu [4], en vue de l'établissement d'une cartographie pédologique pour pérenniser l'information recueillie à un moment de la connaissance[5], avant d'envisager plus tard, l'examen de leurs propriétés physico – chimiques et minéralogiques, de même que l'analyse de la probable interrelation

entre le cycle biogéochimique et la différenciation pédogénétique des horizons de sols[6].

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

La zone d'étude se situe au centre de la Côte d'Ivoire, à l'extrême Est de la Région du Marahoué, dans le Département et la Sous - Préfecture de Bouaflé.

Il s'agit d'une colline dénommée «Blanguand» qui fait partie du massif montagneux du Yaouré, située entre le Bandama blanc et le Bandama rouge (ou marahoué), à une dizaine de kilomètres en amont de leur confluent.

Le site d'étude est localisable sur les cartes topographiques sur la carte Gagnoa 3d.

L'étude a été réalisée sur le bassin versant délimité par la colline BLANGUAND offrant deux sommets (**Figure 1**): l'un à 356m d'altitude, de latitude N: 07°00,556', de longitude W: 005°31.027' et l'autre à 334 m, de coordonnées : N: 07°00,432' et W: 005°, 30,905': (**Planche. 1**). Les principales caractéristiques du milieu sont les suivantes:

La région est dominée par le massif montagneux du Yaouré, très découpé et long de vingt (20) kilomètres sur dix (10) kilomètres de large environ. Le sommet le plus haut du massif culmine à six cent (600) mètres d'altitude au dessus de la pénéplaine environnante qui n'est qu'à deux cent (200) mètres.

La zone étudiée est une zone de transition entre la forêt dense au Sud et la savane arborée au Nord (c'est à dire au centre de la Côte d'Ivoire, département de SAKASSOU). Elle est fort logiquement couverte par une forêt semi dense, activement perturbée par les activités agricoles pratiquées surtout au bas et sur les flancs des collines, ainsi que par les activités de prospection et d'exploitation minière. On note toutefois la présence de forêt galerie, plus dense, aux abords des rives du Bandama blanc, des îlots forestiers au niveau des montagnes et des collines avec

des végétaux tels que les Caesalpiniaceae, des Convolvulaceae, des Apocynaceae, des Poaceae et des Asteraceae et caractérisée par un sous bois touffu et influencé par la présence des plantes épineuses (**Planche 1**).

Le climat de la région correspond au régime équatorial de transition atténué (climat baouléen). Il est caractérisé par:

- une grande saison des pluies de mars à juin;
- une petite saison sèche de juillet à août;
- une petite saison des pluies de septembre à octobre;
- une grande saison sèche très marquée de novembre à février, comportant toutefois quelques précipitations isolées.

Les hauteurs moyennes mensuelles de pluie la plus élevée et la plus basse sont respectivement de 160,42mm et 12,29mm enregistrées dans les mois de juillet et de janvier.

La température moyenne mensuelle est de 25,5°C. Les différents enregistrements mensuels oscillent entre les minima de 20,4° et des maxima de 37,5°C.

L'humidité relative varie entre 63,55 et 80% avec une moyenne de 74%. Les taux les plus faibles sont enregistrés entre Janvier et Février quelque fois en Mars. La moyenne est inférieure à 70%.

Le site de l'étude est drainé par des rivières non permanentes, toutes tributaires du Bandama blanc situé à environ un (1) kilomètre à vol d'oiseau du site et sur lequel est bâti le barrage hydraulique de Kossou. Ce sont les rivières: Blo N'zué, Gblé qui sert le Blo N'zué, Ahouba, localisé à l'entrée du village vers la montagne "yoboué soun oka"n'zuéblé, qui fusionne avec le Gblé pour donner le Tchêchêpou, Agbagnan, qui se trouve devant Tchêchêpou, Gblou gblou, Amianklô, derrière la colline Konkonzza,

N'goran N'goran, Tita et Klaha, tous orientés Est-Ouest, en direction du Bandama blanc qui lui, est orienté rigoureusement Nord-Sud, certainement à cause des faciès birimiens plus facilement érodables qu'il traverse.

Les formations géologiques de la région du Yaouré se rattachent au précambrien précisément, au protérozoïque inférieur ou Birimien

largement répandu en Côte d'Ivoire et en Afrique de l'Ouest (Ghana, Burkina Faso, etc.). Les différents faciès rencontrés forment la " série Birimienne du Yaouré", caractérisée par:

- la présence de roches d'origine volcanique et de roches d'origine détritique;
- la manifestation d'un métamorphisme léger, dans la zone épimétamorphique;
- des plissements isoclinaux aux axes de direction N-S à NE-SW.

Outre ces caractères généraux, certains signes de polarité stratigraphique y ont été observés. Il s'agit notamment:

- des écoulements en coussins (pillow lavas), montrant nettement le pédicelle vers le bas, pour les roches d'origine volcanique basique;
- des formes de stratification oblique, dont les haut et bas sont accompagnés ou non de classement granulométrique, pour les roches d'origine détritique [7].

Le Birrimien inférieur est défini comme un ensemble d'origine essentiellement sédimentaire, et le Birimien supérieur, comme un ensemble d'origine volcanique. Pour d'autres géologues tels les volcanites sont à la base des sédiments [7-10]. Ces derniers auteurs proposent donc les successions suivantes:

Birimien inférieur:

- orthométamorphites basiques (métadolérites, metabasaltes, orthoamphibolites, etc);
- quartzites à spessartine (gondites);
- schistes quartzitiques;
- et quartzites saccharoïdes.

Birimien supérieur:

- conglomérats à ciment grauwackeux;
- grauwackes graveleuses et fines;
- schistes gréseux, argileux;
- paraamphibolites;
- etc.

La zone de Kouakou Gnanou/Bopri –Angovia comporte de puissants niveaux d'altération allant souvent au delà de vingt cinq (25) mètres, comme en témoignent les fosses de l'ex-mine d'Angovia.

Les rares affleurements observés sur les flancs des collines sont altérés en schistes argileux jaunâtres, riches en pyrite. Il s'agit probablement de roches vertes à aspect doléritique ou tuffacées, si l'on s'en tient aux échantillons volants qu'on retrouve au bas des collines.

Sur les sommets, se retrouvent les cuirasses latéritiques souvent polygéniques, à fragments de quartz et de roches vertes, de taille centimétrique, indiquant la présence de brèches volcaniques ou sédimentaires. Au bas des collines, s'observent des galets de roches vertes issues de la décomposition de conglomérats situés initialement plus haut. Les sommets sont également le lieu de manifestation d'intenses activités biologiques caractérisées notamment par de nombreuses termitières étagées (**Planche, 2**)

Tout cet ensemble d'origine volcanique et détritique est parcouru par des filons de quartz auro-argentifères.

2-2. Observations de terrain

La phase de terrain a été effectuée au début de cette étude. Ses objectifs étant d'abord de découvrir les pédopaysages du bassin versant de KOUAKOU GNANOU, ensuite de relever des sites d'observation de terrain de manière à recenser l'essentiel des situations géologiques et morphologiques de la zone d'étude. En tout il y a observations localisées sur le terrain par un GPS de marque GARMIN.

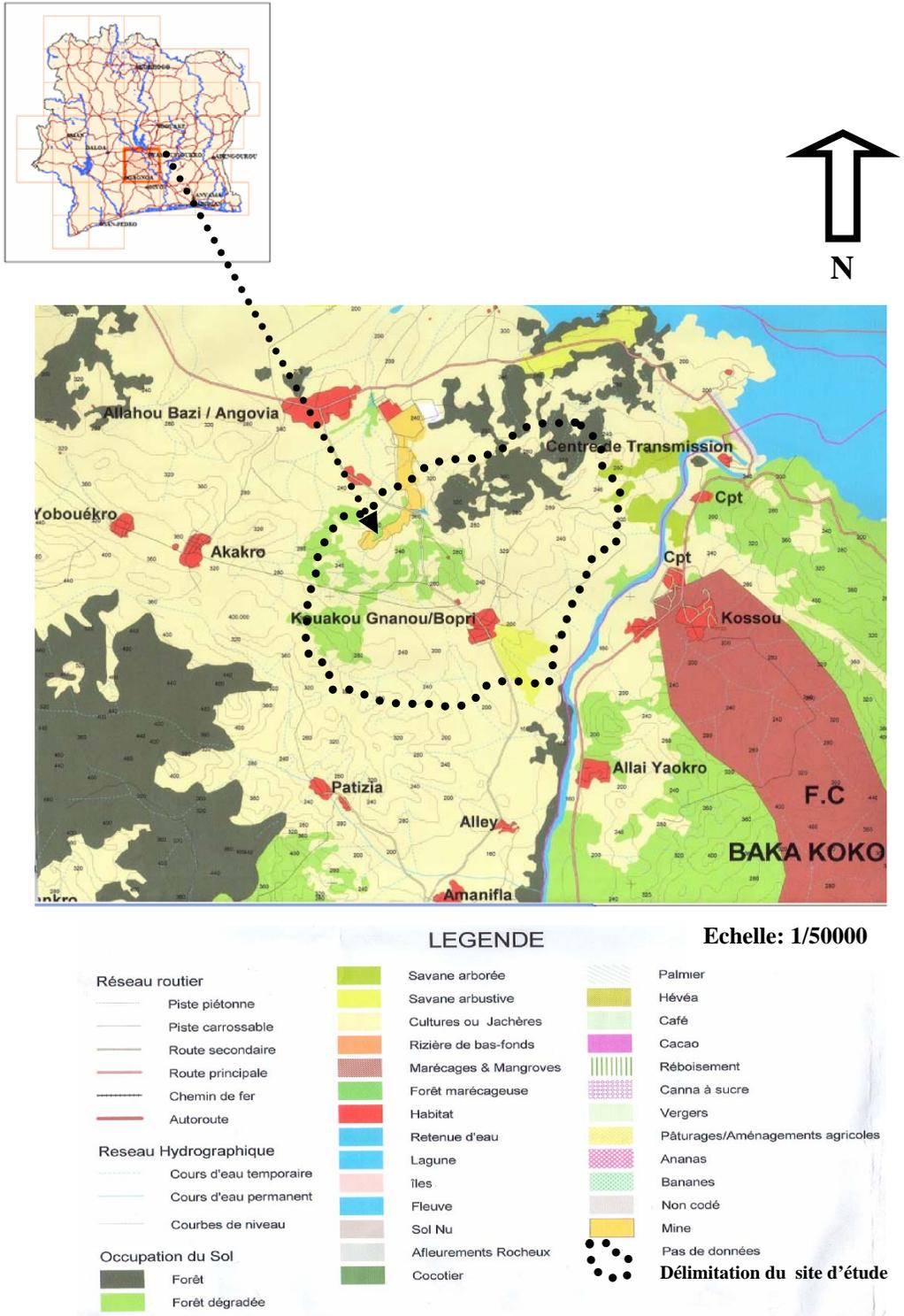


Figure 1 : Localisation du site d'étude



a



b



c



d



e



f

Planche 1 : *Paysage caractéristique de Blangan.*

a: vue du mont Blangan avec ses deux sommets;

b: végétation épineuse et îlot forestier;

c: végétaux caractéristiques du sommet (Caecalpinia bonduc);

d: forêt galerie sur le flanc (mi pente);

e: herbe à éléphant à mi pente;

f: végétation en bordure du lit du cours d'eau.

**a****b****c****d****e****f****Planche 2 : Aspect de la surface du sol**

- a : affleurement rocheux;*
- b : bloc de roche parentale ;*
- c : bloc de cuirasse;*
- d : bloc de roches altérées;*
- e: dalle latéritique;*
- f: termitière étagé.*

La phase de terrain a été effectuée au début de cette étude. Ses objectifs étant d'abord de découvrir les pédopaysages du bassin versant de KOUAKOU GNANOU, ensuite de relever des sites d'observation de terrain de manière à recenser l'essentiel des situations géologiques et morphologiques de la zone d'étude. En tout il y a observations localisées sur le terrain par un GPS de marque GARMIN.

Les propriétés des sols du bassin versant sont identifiées par l'implantation de 16 toposéquences orientées suivant des directions azimutales données, et 180 fosses pédologiques, à des densités de 625 m² environ. Le sol est décrit sur une profondeur maximale de 1,20 m s'il n'y a pas d'obstacles naturels. Les différents horizons sont identifiés de façon tactile et visible, leur texture étant également définie.

La méthode de cartographie utilisée repose sur l'exploitation de variables prédictives facilement accessibles et sur un calage des relations entre ces derniers et les propriétés des sols par observations de terrain. Ces variables concernent les altitudes (pente, morphologie locale, morphologie globale, position dans le versant); substrat géologique (si possible); occupation du sol ; profondeur des horizons; structure; texture; pourcentage et taille des éléments grossiers; ambiance physico – chimique; couleur Munsell; humidité. Elle se décompose en plusieurs phases, à savoir:

- une phase d'implantation des toposéquences et d'ouverture de profils pédologiques, suivie de la description de certaines caractéristiques du sol,
- une phase d'estimation des propriétés des sols selon des fonctions de pédotransfert,
- une phase d'analyse spatiale et statistique des relations entre les différentes caractéristiques des données de sols relevées,
- une phase de cartographie des propriétés morphopédologiques des sols observées.

2-3. Analyse statistique des données recueillies

Une étude statistique est effectuée, afin de confronter les connaissances théoriques et pratiques cumulées au cours des traitements de données et

des observations de terrain, sur les distributions et les associations des variables extrinsèques retenues pour l'étude. L'objectif est d'arriver à détecter dans un premier temps, les éventuelles changements suite aux généralisations cartographiques effectuées initialement (3 variables extrinsèques aux sols: matériaux, morphopaysages et occupation du sol):

- comment s'organisent les modalités de la même variable entre elles (intra facteur), et une fois associées aux autres,
- comment réagissent toutes les modalités des 3 variables entre elles: l'aspect «inter-facteur»

On procède d'abord aux tests ANOVA (Analyse de la Variance), de Fischer basé sur l'hypothèse nul pour un niveau de signification $\alpha = 0,05$ et $0,01$. Chaque fois que la probabilité calculée était significative, le test HSD de Tukey, pour un niveau de signification $\alpha = 0,05$ et $0,01$, a été effectué afin de comparer les différentes moyennes et apprécier les différences significatives qui existent entre celles – ci. Les données respectaient les prémisses de l'analyse d'ANOVA, notamment la normalité et l'homogénéité.

Des analyses en composantes principales de ces variables qualitatives ont été effectuées afin de rechercher des corrélations existant entre elles [11 , 12]. Ces ACP permettront d'analyser des données multivariées et de les visualiser sous forme de nuages de points dans des espaces géométriques.

Tous ces tests ont été réalisés avec le logiciel Statistica 7.1 (copyright Stat Solf, Inc 1984 – 2005).

3. Résultats

3-1. Caractéristiques analytiques

Les éléments caractéristiques de la granulométrie qui ont fait l'objet d'étude concerne essentiellement la profondeur des sols, la texture, les éléments grossiers, le drainage, la variation de pente, l'humidité et la couleur des sols.

Pour la plupart des paramètres de la granulométrie, les analyses

statistiques indiquent au moins une différence significative quant à leur quantité en fonction de la topographie sauf pour la texture où il n'y a pas de différences significatives.

Les données relevées font apparaître une grande variation de pente, ce qui constitue en soi un facteur morphométrique important, déterminant pour la granulométrie. En considérant l'importance spatiale des pentes on a pu dégager trois catégories de pentes correspondant à trois zones topographiques du bassin versant de Blanguan. Ainsi il y a les sommets des versants dont la plupart des pentes varient de 5 à 10 p.c.; en mi versant les pentes varient de 10 à 25 p.c. et en bas des versants les pentes varissent de 4 à 8 p.c.

L'analyse de la variance montre que la variation de pente sur les versants, comporte des différences significatives au seuil de signification $\alpha = 0,05$ et hautement significatives pour $\alpha = 0,01$. Les analyses statistiques donnent:

[F_(2; 39) = 33,879; P = 2,92. 10⁻⁹] (**Tableau 1 A**).

Les moyennes des variations de pente sont réparties comme suit:

- sommet des pentes (9,07 p.c)
- mi - pente (23,74 p.c)
- bas de pente (8,34 p.c), (**Tableau 1 B**).

De façon quantitative, les pentes sont plus importantes en moyenne des versants et, de façon générale, les pentes sont tout de même fortes sur l'ensemble du site de Blanguan.

En ce qui concerne les éléments grossiers (EG), les analyses indiquent que leur proportion est relativement importante sur l'ensemble du site car elle varie de 75 à 90 p.c.

L'analyse de la variance montre que le p.c. des éléments grossiers en fonction de la variation de pente sur les versants, comporte une différence significative au seuil de signification $\alpha = 0,05$. Le test de Fischer donne:

[F_(2; 39) = 3,4306; P = 0,042419] (**Tableau 1 A**).

Les moyennes des éléments grossiers en fonction de la variations de pente sont réparties comme suit:

- sommet des pentes (80,22 p.c)

- mi - pente (75,69 p.c)
- bas de pente (86,65 p.c), (**Tableau 1 B**).

Les éléments grossiers ont une proportion plus importante en bas de pente sur l'ensemble du site, suivi du sommet de pente et de la mi pente. Enfin de parvenir à une analyse quantitative des données de l'humidité, il nous a paru nécessaire d'attribuer des chiffres selon qu'on a sec (1) ; frais (2) et frais à sec (1,5).

L'analyse de la variance montre que taux d'humidité en fonction de la variation de pente sur les versants, comporte une différence significative au seuil de signification $\alpha = 0,05$ et hautement significatives pour $\alpha = 0,01$. Les analyses statistiques donnent:

[F_(2; 39) = 19,895; P = 0,000001] (**Tableau 1 A**).

Les moyennes des humidités en fonction de la variation de pente sont réparties comme suit:

- sommet des pentes (1,4286)
- mi - pente (1)
- bas de pente (1,6786), (**Tableau 1 B**).

Ainsi les sols des bas de pente sont relativement frais, ceux de la mi pente sont secs et ceux du sommet de pente sont frais à sec.

Le drainage est une propriété importante influençant plusieurs autres qualités des sols ainsi que la vulnérabilité des sols à la dégradation. L'on a pu dégager deux classe de drainage une classe qui draine mal et une autre qui draine moyennement bien.

L'analyse de la variance montre que les classes de drainage en fonction de la variation de pente sur les versants, comportent des différences significatives au seuil de signification $\alpha = 0,05$ et hautement significatives pour $\alpha = 0,01$. Le test de Fischer donne:

[F_(2; 39) = 10, 34; P = 0, 000249] (**Tableau 1 A**).

Les moyennes de ces classes de drainage en fonction de la variation de pente sont réparties comme suit:

- sommet des pentes (2,271)
- mi - pente (1,7)
- bas de pente (2,86), (**Tableau 1 B**).

Ainsi les sols de la mi pente draine moyennement bien comparativement aux sols du bas et du sommet de pente qui drainent mal.

La profondeur des sols varie de 106 à 120 cm. L'analyse de la variance montre que la profondeur des sols en fonction de la variation de pente sur les versants, comporte une différence significative au seuil de signification $\alpha = 0,05$ et hautement significatives pour $\alpha = 0,01$. Les analyses statistiques donnent:

$[F_{(2; 39)} = 19,895; P = 0,000001]$ (**Tableau 1A**).

Les moyennes de la profondeur des sols en fonction de la variations de pente sont réparties comme suit:

- sommet des pentes (118,71 cm)
- mi - pente (106,93 cm)
- bas de pente (119,43 cm), (**Tableau 1B**).

Les sols situés en bas de pente sont relativement plus profonds que ceux situés à mi pente et au sommet de pente.

En ce qui concerne la texture des sols de Blanguan, seule le taux d'argile a été pris en compte. Au regard des analyses statistiques, il n'y a pas de différence significative dans leur répartition. Tout ces taux varient de 50 à 60 p.c.

Les sols de la mi pente pour la plupart sont fréquemment indurés à faible profondeur, ils présentent une couleur brun – rougeâtre foncée, à structure polyédrique subanguleuse (couleur d'ensemble 5 YR 4/3, 2,5 YR 4/6, 7,5 YR 4/2 couleur des taches 10 YR 3/3); pour le sommet de pente, les sols présentaient des horizons gravillonnaires et caillouteux, contenant de très nombreux fragments de cuirasse, nodule ferrugineux. La couleur d'ensemble est brune moyennement rougeâtre à structure polyédrique subanguleuse (couleur d'ensemble 2,5 YR 4/8, 7,5 YR 5/2, couleur des taches 10 YR 4/3); pour les sols en bas de pente, les horizons présentent des couleur pour la plupart brunes faiblement rougeâtres à structure polyédrique subanguleuse ((couleur d'ensemble 2,5 YR 4/4; 7,5 YR 5/8, couleur des taches 5 YR 3/4 ; 10 YR 4/3), (**Tableau 1 C et Planche. 3**).

Tableau 1 A : *Principaux descripteurs granulométriques des sols de Blanguand. Analyse de la variance (ANOVA) à $P < 0,05$; $P < 0,01$*

Variances descripteurs	F	P (Probabilité)	Signification
p.c. EG	3,430624	0,042419	S
Drainage	10,34221	19,89503	0,000001
Humidité			HS
Variation de pente	33,87966	$2,92 \cdot 10^{-9}$	HS
Texture (p.c. argile)	0,529731	0,5929339	NS
Profondeur des sols	4,125820	0,023694	S

THS = *très hautement significatif*, HS = *hautement significatif*,
S = *significatif*, NS = *non significatif*

Tableau 1 B : *Comparaison des éléments caractérisant les sols de Blanguan, par le test de Tukey; différence significative marquées à $P < 0,05$ et $P < 0,01$*

Éléments caractéristiques des sols de Blanguan

Position topographique	Pente	Drainage	Humidité	Texture	Éléments grossiers	Profondeur
Bas de pente Mi pente	8,24 a	119,43 b	1,67 b	57,65 a	86,65 b	119,43 b
Bas de pente Sommet de pente	23,74 b	106,93 a	1 a	60,56 a	75,69a	106,93
Sommet de pente Mi pente	9,07 a	118,71 b	1,42 b	61,87 a	80,22 a	118,71 b

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne comportent pas de différences statistiques.

3.2. Corrélation entre les paramètres caractérisants des sols de Blanguan

L'étude de la cartographie des sols de Blanguan est représentée dans l'espace réduit des deux premières composantes principales sur la figure 1. Les deux pourcentages de variances représentent plus de 10 p.c. de l'inertie générale; cela montre que ces résultats sont interprétables du point de vue des éventuelles corrélations qui existent entre ces variances. Ainsi, le facteur F1 représente 22,39 p.c. et le facteur F2 17,96 p.c.

Sur le site de Blanguan, aux seuils de signification $\alpha = 0,05$, les éventuelles corrélations sont:

- Pente Sp - p.c. EG Sp; $r = - 0,61$ corrélation négative et moyennement bonne, traduisant le fait que la charge en éléments grossiers évolue inversement à la variation de la pente.
- Humidité à mi - pente Drainage à mis pente; $r = 0,58$ corrélation positive et moyennement bonne, exprimant le même sens d'évolution de l'humidité et de la classe de drainage: la faible humidité correspondant à une classe de drainage de faible indice.
- Drainage Bp – Profondeur Bp; $r = - 0,61$ corrélation négative et moyennement bonne; ce qui signifie que plus l'on descend en profondeur dans le profil de sol, plus celui – ci draine mal.
- Humidité Bp – Pente Bp; $r = 0,61$ corrélation positive et moyennement bonne, car en effet, plus la pente est forte, moins l'eau stagne et, consécutivement, moins le sol est humide.
- Texture Bp – Humidité Bp; $r = - 0,56$ corrélation négative et moyennement bonne (**Tableau 2**), traduisant le fait que plus la texture est fine, moins le sol est poreux, moins il est perméable et donc plus il est humide. Les éventuelles corrélations entre la plupart des variables n'existent seulement qu'en bas de pente, quelque soit la position topographique (**Figure 2**).

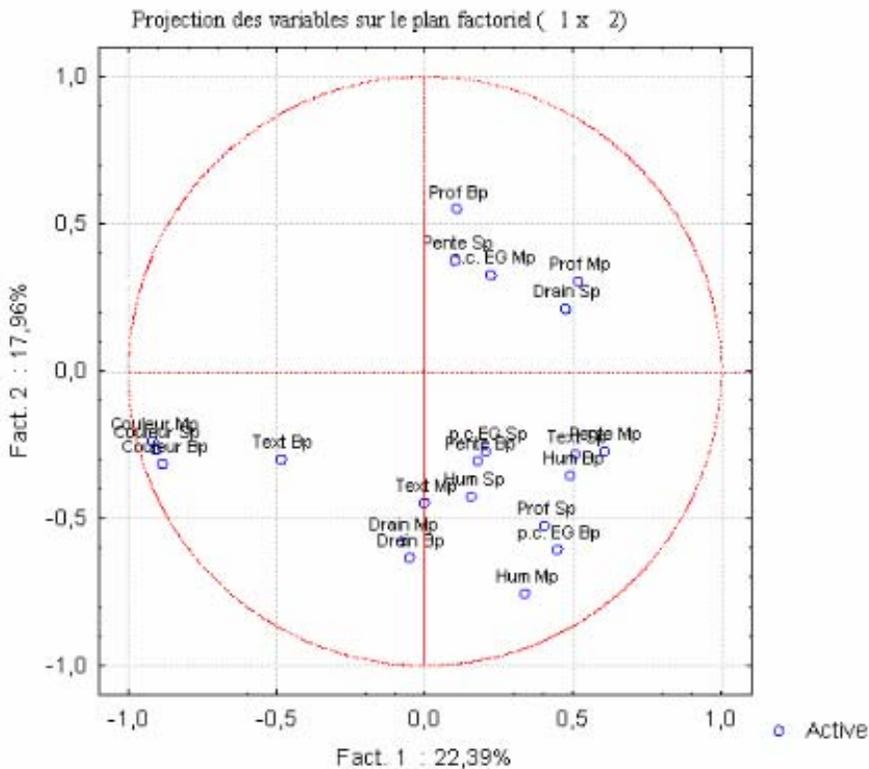


Figure 2 : *Corrélation entre les caractéristiques des sols de Blanguan*

3-3. La distribution des sols en fonction de la variation des pentes sur le bassin versant

Les sols observés sont représentés du point de vue de leur distribution, sous la forme de carte de répartition des sols à partir des données GPS (**Figure 3**). Du point de vue de la couleur, la tendance générale est que l'on passe des sols de couleur brune claire à brune rougeâtre au sommet, à des sols brun - foncés à brun - noirâtres aux mi et bas de pente (**Tableau 1 C**). Il s'agit essentiellement et en fonction de la position topographique, des sols brunifiés remaniés à faciès rajeunis sur les sommets et à la mi – pente, et des sols brunifiés à tendance vertisolique, remaniés ou rajeunis en bas de pente (**planche 3**).

Tableau 1 C : Coloration des sols

Sommet P	Mi P	Bas P
2,5 YR 6/3	10 YR 3/3	5 YR 3/4
2,5 YR 5/3	10 YR 7/8	10 YR 7/5
2,5 YR 6/1	10 YR 4/4	5 YR 3/4
5 YR 6/6	5 YR 4/3	2,5 YR 2/2
7,5 YR 5/6	5 YR 4/4	10 YR 3/2
10 R 4/3	5 YR 5/4	10 YR 6/8
10 R 6/3	7,5 YR 3/8	10 YR 4/2
7,5 R 5/6	5 YR 3/2	2,5 YR 5/6
2,5 YR 4/8	5 YR 3/2	5 YR 8/8
2,5 YR 5/8	2,5 YR 4/6	10 YR 6/6
7,5 YR 5/2	2,5 YR 3/6	5 YR 5/3
2,5 YR 5/6	2,5 YR 7/8	2,5 YR 4/4
5 YR 4/3	7,5 YR 4/2	10 R 5/3
5 YR 5/8	10 YR 5/4	7,5 YR 5/8

Tableau 2 : Corrélations significatives marquées à $P < 0,05$

Source de variation	Coefficient de corrélation « r »	Signification
Pente Sp - p.c. EG	- 0,61	S
Humidité Mp - Drainage Mp	0,58	S
Drainage Bp - Profondeur Bp	- 0,61	S
Humidité Bp - Pente Mp	0,61	S
Texture Bp - Humidité Bp	- 0,56	S

THS = *très hautement significatif*, HS = *hautement significatif*, S = *significatif*,

NS = *non significatif*, Mp = *mi pente*; Bp = *bas de pente*.

**a****b****c****d****e****f**

Planche 3 : *Principaux types de sols observés sur les toposéquences*
 a : *sol brunifié remanié à faciès rajeuni* ; b : *sol brunifié remanié à faciès rajeunis en profondeur* ; c : *sol brunifié remanié à faciès rajeunis* ; d : *sol brunifié remanié rajeuni à faciès de blocs de roches* ; e : *sol brun verticale, remanié* ; f : *sol brun verticale remanié*.

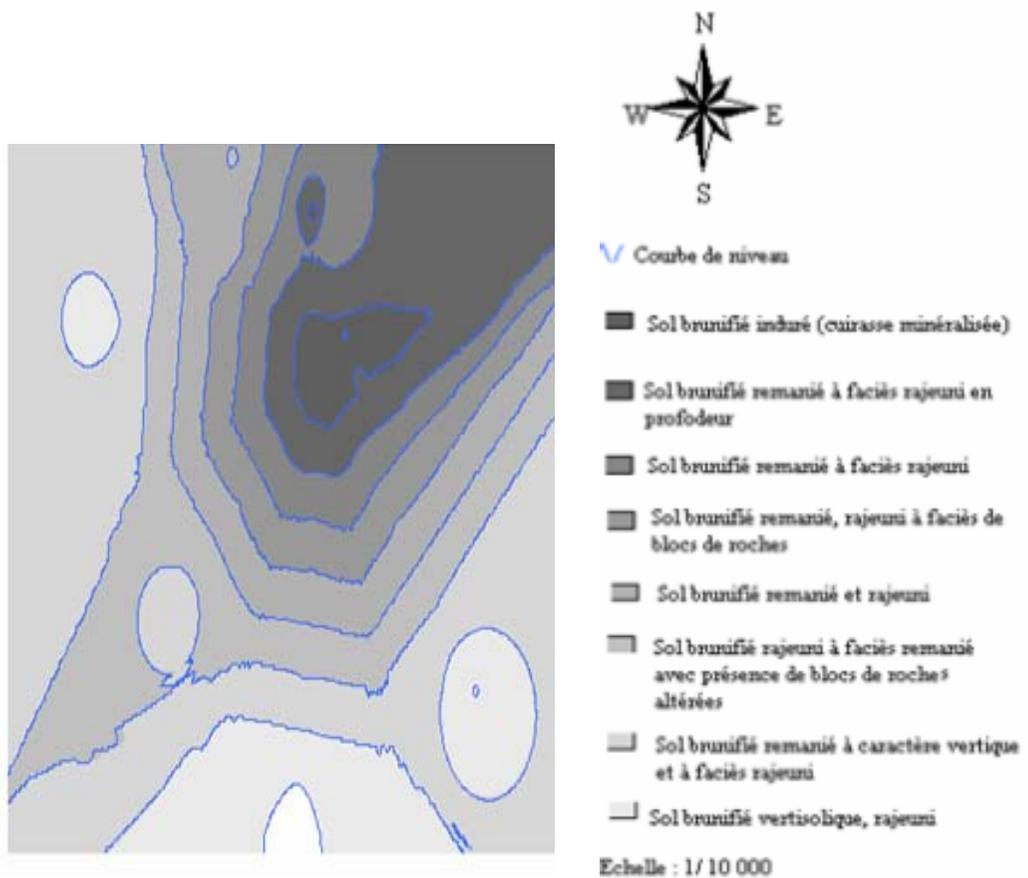


Figure 2 : Carte de répartition des sols

4. Discussion

Les composantes du paysage du bassin versant de la colline Blanguand pourraient être assimilées à un « modèle dit qualitatif » [13], en raison de l'existence de constantes dans son organisation, laquelle laisse toujours apparaître selon une succession topographique presque immuable, les éléments géomorphologiques et pédologiques [14]. Les sols étudiés relativement profonds (plus de 1,12 m) sont l'expression d'épaisses altérations « coiffées » par des indurations plus ou moins continues (cuirasses ou carapaces ferrugineuses) que caractérise une

accumulation de sesquioxydes de fer, de manganèse et éventuellement d'alumine, sous la forme de concrétions et nodules ou de volumes diffus ferro-manganésifères, de colorations plus ou moins noires [15] : la cuirasse fortement indurée se localisant en sommet de versant (**Figure 2**).

les observations effectuées permettent d'affirmer comme d'autres auteurs ont pu le faire ailleurs, en raison de l'aspect conglomératique de cette cuirasse, que le matériau parental de la cuirasse est vraisemblablement la roche sous-jacente [16 - 20].

L'importance de l'altération observée serait due à la pluviométrie relativement abondante et à la vulnérabilité du matériau rocheux, dont les éléments disloqués vont être transportés jusqu'au bas de pente où ils vont s'accumuler, faisant de cette partie de la pédoséquence, un milieu confiné et mal drainant, frais et humide très pourvu en éléments grossiers, des altérites notamment, signe d'un processus érosif apparent [21].

Le domaine aval hydromorphe, à tendance verticale, correspondrait au complexe colluvio-alluvial issu des différentes ruptures de pentes et des formations alluviales plus récentes, nées de la différenciation d'un matériau sans doute initialement argileux par éluviation, illuviation verticale et oblique [22, 23] ou encore résulter de dépôts successifs d'origine alluviale [15], d'où la texture à dominance argileuse des sols observés.

En effet, lorsqu'il y a un phénomène d'oxydant sous une forte activité de l'eau, le milieu devient rapidement réducteur. La cuirasse, localement, c'est-à-dire à sa base et au bas des versants, va subir les conditions de dégradations et y libérer ses éléments constitutifs [24].

Au total, l'altération des matériaux rocheux dans cette partie des massifs montagneux du Yahouré se traduit par deux processus pédogénétiques majeurs que sont le remaniement, caractérisé par la forte charge en éléments grossiers, et le rajeunissement, exprimé par la présence de tâches diversement colorées au niveau des sols, résultant de l'hydromorphie et témoignant de la présence d'une nappe d'eau temporaire à un moment donné [24]. L'un comme l'autre de ces

processus pédogénétiques étant fortement influencés par la topographie, comme cela avait pu être mis en évidence dans d'autres sols de l'ouest montagneux ivoirien au niveau desquels la forte déclivité constitue une sérieuse contrainte à la mise en valeur [25].

5. Conclusion

Les conditions du milieu, notamment la végétation, la température et surtout l'abondante pluviométrie dans la région de KOUAKOU GNANOU/BOPRI, favorisent et provoquent une importante altération des formations du massif du Yahouré. Il en résulte des sols profonds, très pourvus en éléments grossiers dont la topographie très variable va permettre l'accumulation au bas des versants.

Si sur les versants, et particulièrement dans les positions topographiques de mi-versant, les sols semblent être bien drainés, ce n'est pas le cas au sommet et en bas de pente où l'agressivité de l'altération conduit au développement de sols plus ou moins profonds, asphyxiants, lourds et à tendance verticale.

Il apparaît opportun d'envisager ultérieurement, une étude plus approfondie, notamment sur les caractéristiques physico-chimiques, des sols en vue d'en dégager les potentialités de mise en valeur au plans agronomique et minier.

Références

- [1] - M. BENOIT, F. PAPY, « La place de l'agronomie dans la problématique environnementale » Violette O., Barres D. Sciences de la société et environnement à l'INRA – matériaux pour un débat. Dossier de l'environnement de l'INRA, 17(1998).53 -72
- [2] - CE, Vers une stratégie thématique pour la protection des sols. Communication finale de la Commission européenne au parlement, au Comité économique et social et au Comité des régions, 179 (2002) 39p.

- [3] - G. COLINET, J. LAROCHE, M. ETIENNE, D. LACROIX, L. BOCK, « Intérêt d'une stratification pédologique pour la constitution de référentiels régionaux sur les teneurs en éléments traces métalliques dans les sols de Wallonie » *Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement (BASE)*, 8(2) (2004) 83 -94
- [4] - R. BERTRAND., J. KILAN, M. RAUNET, S. GUILLOBEZ, G.BOURGEON, « La connaissance des systèmes de paysages naturels, un préalable à la protection du milieu. L'approche morphopédologique ». *Bull.Rech. Agron. Gembloux*, 20 (3/4) (1985) .545 -559
- [5] - F. GADDAS, « Proposition d'une méthode de cartographie des pédopaysages. Application à « la moyenne vallée du Rhone ». Thèse pour obtenir le titre de Docteur de l'Institut National Agronomique Paris –Grignon (2001) 213p.
- [6] - L. BOCK, J. LAROCHE, G. COLINET, D. LACROIX, « Intérêt des cartes pédologiques pour la caractérisation géochimique des sols. Cas d'une parcelle en Condroz » Baise D. Tercé M. Les éléments traces métalliques dans les sols. Approches fonctionnelles et spatiales. Versailles, France : INRA (2002) 565p.
- [7] - M. JAUJOU, « Le levé géologique du degré carré de Bouaké. Rapport de fin de mission 1964 -1970 ». Ministère de l'Economie et des Finances. Direction des mines et de la Géologie –Service géologique (1970) 151p.
- [8] - E. W. MOLLY, Rapport de fin de campagne du YAOURE.1944 – 46 (1946)
- [9] - A. POUCKET., J.P LIEGEOIS, « Evolution d'un arc insulaire océanique birimien précoce au Liptako nigérien (Sirba): géologie, géochronologie et géochimie ». *J. Afr., Earth Sci.*, 22, pp. 235-354 (1996).
- [10] - D.M, VIDAL M. NORMAND., C. LOUMAGNE, A.L COGNARD., C OTTLE., O TACONET. "Observation et prise en compte de l'état hydrique des sols en hydrologie : une étude sur des bassins versants bretons ». Colloque interceltique d'hydrologie et de gestion des eaux Bretagne 96, Rennes, 8-11 juillet 1996. INRA Editions, Paris, (1996). 135-148
- [11] - M. WOLFF, « Apport de l'analyse géométrique des données pour la modélisation de l'activité ». Sperandio J.C. & Woilff., (Eds). *Formalismes de modélisation pour l'analyse du travail et l'ergonomie*, Paris: Presses Universitaires de France (2003). 195 – 227

- [12] - M. WOLFF & W. VISSER, « Méthodes et outils pour analyse des verbalisations: Une contribution à l'analyse du modèle de l'interlocuteur dans la description d'itinéraires ». *Activités*, 2(2005) pp.99 -118
- [13] - C. MULLON, « Historique de la modélisation ». SEMINFOR 2. La modélisation: aspects pratiques et méthodologiques. Montpellier, 26 -28 Sept.1988. Coll. Colloques et séminaires, ORSTOM, Bondy (1988) pp.372 -383
- [14] - [A. LEVEQUE, « Pédogenèse sur le socle granito –gneissique du Togo ». Différenciation des sols et remaniements superficiels. Coll. Travaux et documents. ORSTOM, n°108, Paris (1976) 224p.
- [15] - D. BLAVET, « Hydro- pédologie d'un versant représentatif d'un paysage sur socle granito – gneissique d'Afrique de l'Ouest (Togo). Relations avec le comportement d'une plante cultivée ». Thèse de Doctorat de Sciences du Sol, Université de Montpellier (1996) 218 p.
- [16] - M. GAVAUD., « Esquisse de l'histoire des sols du Niger Centre Ouest Méridional ». *Bull. ASEQUA*, n°14 – 15, Dakar (1967) pp.24 -27
- [17] - J. VOGT, « Etude de l'alluvionnement en Haute –Volta ». *Rapp. B.R.G.M.* 68 ABI 012 BOB, Arch. Direct. Géol. Mines Haute –Volta (1968) 227p.
- [18] - R. BOULET, « La géomorphologie et les principaux types de sols en Haute –Volta septentrionale ». *Cah.Orstom, Sér. Pédol.*, vol XIII, n°1(1970).3 – 6
- [19] - B. KALOGA, « Etude de la Pédogenèse sur glacis soudaniens de Haute –Volta ». *Bull. ASEQUA* n°22, Dakar (1969) pp.20-23
- [20] - B. KALOGA, « L'évolution du pédoclimat au cours du quaternaire dans les plaines du Centre –Sud du Burkina Faso (ex. Haute –Volta) », *Changements Globaux en Afrique durant le Quaternaire. Symposium INQUA-ASEQUA*, ORSTOM, Paris (1986) pp 221 -225
- [21] - E. HIEN, F. GANRY, V. HIEN et R. OLIVIER, « Dynamique du carbone dans un sol de savane du sud –ouest Burkina sous l'effet de la mise en culture des pratiques culturales » *Bulletin du Réseau Erosion*, n° 23(2004) pp207 – 219
- [22] - R. BOULET, « Toposéquences de sols tropicaux en Haute – Volta. Equilibres dynamiques et bioclimats » *Cah.Orstom, Sér. Pédol.*, Vol. VIII n°3(1975).245 – 271

- [23] - R. BOULET, A. CHAUVEL, F.X. HUMBEL, Y. LUCAS, « Analyse structurale et cartographie en pédologie. 1. prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique. Les études de toposéquence et leurs principaux apports à la connaissance des sols ». *Cah.Orstom, Sér. Pédol.* Vol. XIX n°4(1982).309 – 321
- [24] - K. B. V. KAMGANG, G. E. EKODECK, N. I. KONFOR, « Evolution géochimique des Formations latéritiques dans l'écosystème périforestier du sud – est Cameroun: le site de KANDARA »; *African Journal of Science and Technology (AJST)*, vol 2, n°1(2001) 19 – 32
- [25] - M. CAMARA, A. YAO – KOUAME, B. T. TIE, « Traits morphologiques de quelques sols de montagnes dans l'Ouest ivoirien : cas du village de Gouimpleu. » *Agronomie Africaine*, 2 (1) (1990) 17-26