

# CONFIGURATION TOPOGRAPHIQUE ET VIEILLESSEMENT PRECOCE DES VERGERS DE CACAO DANS LE PAYSAGE DES DEPARTEMENTS DE BONGOUANOU ET D'ARRAH (CENTRE-EST DE LA COTE D'IVOIRE)

## **KOUAKOU KAN RODRIGUE**

*Doctorant géographie Bouake*  
*Kouakoukanrodrigue@gmail.com*  
01 52 9045 27

## **GNIAMIEN KOUAKOU JONATHAN**

*Doctorant géographie Bouake*  
*Kjonathano49@gmail.com*  
07 49 78 72 14

## **TRA BI ZAMBLE ARMAND**

*Maitre de conférences géographie Bouake*  
*Zambtra@yahoo.fr*  
07 47 20 64 15

## **Résumé**

*Une enquête diagnostic des vergers dans le centre-est ivoirien (Bongouanou et Arrah) a confirmé l'existence du phénomène de vieillissement précoce des cacaoyères, survenant à moins de 12 années d'exploitation. Dans l'intention d'identifier les causes de ce constat, une étude agro-pédologique a été conduite en milieu paysan. Un échantillonnage aléatoire de 09 plantations cacaoyères dégradées a été constitué. A partir de la méthode de prospection des toposéquences, l'étude a permis d'identifier les caractères morpho-pédologiques associés au vieillissement précoce des cacaoyers. Les caractères étudiés, que sont les éléments grossiers, le drainage, ont été décrits et évalués in situ selon les différentes positions topographiques cultivées à l'échelle d'une cacaoyère. Les résultats ont révélé une influence de la position topographique sur le vieillissement précoce des cacaoyers. Sur les sommets et les versants, les sols ont présenté des horizons fortement gravillonnaires et une induration à faible profondeur (65 à 80 cm), associés au vieillissement précoce des vergers de cacao. Sur les parties médianes et bas de versants, les sols sont profonds et favorisent la longévité des cacaoyers. Cette étude confirme qu'il existe une corrélation entre les caractéristiques morpho-pédologiques et le vieillissement précoce des cacaoyers dans le centre-est de la Côte d'Ivoire.*

**Mots clés :** *configuration, topographie, vieillissement précoce, Bongouanou, Arrah*

## **Abstract**

*A diagnostic survey of orchards in the central-eastern region of Ivory Coast (Bongouanou and Arrah) confirmed the existence of the phenomenon of premature aging of cocoa plantations, occurring in less than 12 years of cultivation. In order to identify the causes of this observation, an agro-pedological study was*

*conducted in a farming environment. A random sampling of 09 degraded cocoa plantations was carried out. Using the method of prospection of toposequences, the study identified the morpho-pedological characteristics associated with the premature aging of cocoa trees. The studied characteristics, including coarse elements and drainage, were described and evaluated in situ according to the different topographical positions cultivated on the scale of a cocoa plantation. The results revealed an influence of the topographical position on the premature aging of cocoa trees. On the summits and slopes, the soils showed highly gravelly horizons and induration at shallow depths (65 to 80 cm), associated with the premature aging of cocoa orchards. In the middle and lower slopes, the soils are deep and favor the longevity of the cocoa trees. This study confirms that there is a correlation between morpho-pedological characteristics and the premature aging of cocoa trees in the central-eastern region of Ivory Coast.*

**Keywords:** configuration, topography, premature aging, Bongouanou, Arrah

## Introduction

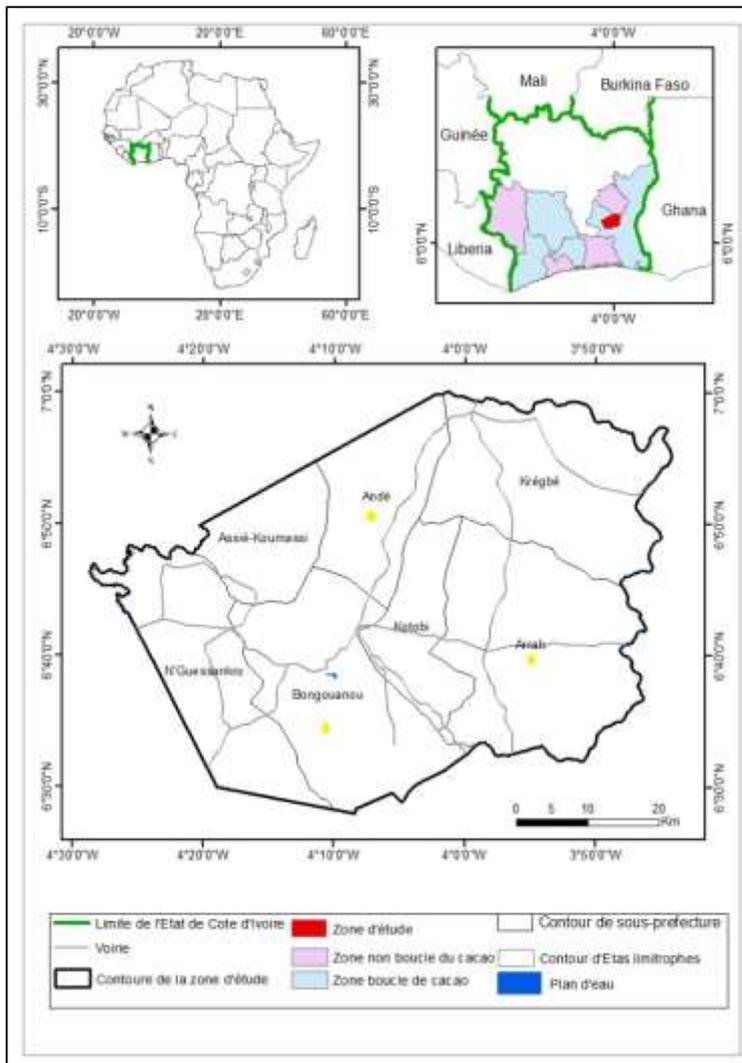
Dans les régions du Centre-Est de la Côte d'Ivoire, les plantations de cacaoyers sont rentrées dans une phase de vieillissement précoce qui se traduit par des mortalités moins de 12 ans d'exploitation entraînant une baisse rapide des rendements (H Freud et *al.*, 2000) selon l'analyse de l'état des vergers, ont fait la distinction entre le vieillissement précoce des cacaoyers observée dans le centre-est et le vieillissement naturel des plantations ou les vieillissements atteignent plus de 25ans (H Freud et *al.*, 2000 ; A.A Assiri, 2007). En conséquence, l'état de vieillissement précoce des vergers de cacaoyers pourrait affecter l'avenir de la cacao-culture dans les départements de Bongouanou et d'Arrah qui furent les principales zones de production du cacao. Le devenir de la cacao-culture est substitué par la percée de l'hévéaculture dans ces deux départements.

Actuellement, la cacao-culture recule au profit de l'hévéaculture. Le manque à gagner des producteurs de cacao, qui n'arrivent plus à maintenir leurs plantations, est la première explication de cette évolution (F Ruf, 2009). Ensuite, plusieurs planteurs qui possèdent encore des cacaoyères dans les anciennes boucles du cacao (régions du Centre-Est), expriment clairement que la cacao-culture n'est plus possible dans le Centre-Est parce que, entre autres contraintes, les sols y sont défavorables (A.A Assiri, 2007 ; L.K Koko, 2008). Le vieillissement précoce des vergers de cacaoyers est illustré de manière un peu caricaturale. Pour apporter des réponses à ces interrogations, la connaissance des sols cultivés en cacaoyer dans les départements de Bongouanou et d'Arrah est donc une nécessité. Les objectifs de cette étude ont été donc d'identifier les caractéristiques morpho-pédologiques dans les cacaoyères dans les départements de Bongouanou et d'Arrah et

d'évaluer leur rôle dans le vieillissement précoce des cacaoyers ainsi les mutations agricoles opérées dans ces deux départements.

## **Matériel et méthodes**

**Le secteur d'étude :** Cette étude a été conduite dans le secteur Centre-Est de la Côte d'Ivoire précisément dans les départements de Bongouanou et Arrah. Trois sous-préfectures ont été choisies à savoir Andé Bongouanou et Arrah (*figure 1*). Le secteur de Bongouanou et d'Arrah est soumis à un climat de type tropical humide avec un régime bimodal : la grande saison pluvieuse débute d'Avril à juin et la saison pluvieuse débute de juillet à Août ; la grande saison sèche débute de novembre et prend fin en mars et la petite saison se situe au mois d'Août. La pluviométrie moyenne de ces départements est comprise entre 1250 et 1300 mm par an avec une température moyenne comprise entre 25,2°C à 26,4°C. La couverture végétale de ces départements est de types forestiers. Cette couverture forestière est sous pression anthropique sous l'effet de l'agriculture croissante (cacao, le café, l'hévéa et le palmier à huile). Les sols de ces deux départements appartiennent à la grande famille des sols ferrallitiques fortement désaturés (J.M Avenard, 1971)



**Figure 1 :** localisation du secteur d'étude

**Enquête relative au sol:** A l'échelle du secteur d'étude, l'étude a été conduite selon trois échelles : le village, la configuration topographique et enfin les plantations cacaoyères. La réalisation de toutes ces étapes s'est

soldée par une investigation de terrain avec l'appui de l'ANADER (Agence Nationale d'Appui au Développement Rural) de Bongouanou dans le but de sectionner les cacaoyers connaissant un état de vieillissement précoce. A cet effet, neuf plantations de cacaoyers ont été sélectionné durant cette investigation à savoir trois plantations de sommet, trois au versant et trois autres au bas de versant. Au cours de l'enquête, l'état général des vergers et les pratiques agricoles des paysans ont été décrits en relation avec le vieillissement précoce des cacaoyers.

Au sein de chaque plantation, une fosse pédologique à été mise en place dans le but d'analyser les composantes du sol afin de comprendre la place du sol dans le vieillissement précoce de ces vergers dans le secteur d'étude. Dans le but de comprendre la relation entre le vieillissement précoce et la configuration topographique, une toposéquence a été installée et trois positions topographiques ont été distingués : sommet versant et bas de versant. Les plantations de cacaoyers ont été décrits et analysé sur chaque position topographique. Une échelle de notation variant de **A** à **C** a été définie : **A** : cacaoyer non dégradé (arbre vigoureux avec un bon aspect végétatif) ; **B** : cacaoyer peu dégradé (arbre en cours de dessèchement) ; **C** : cacaoyer très dégradé (arbre complètement desséché).

L'étude de prospection pédologique s'est faite selon la méthode des toposéquences (A.G Beaudou et Y Chatelin, 1977). Cette méthode consiste à décrire et analyser les sols de façon successive du sommet au bas de versant. La description et l'analyse des sols s'est réalisée le long d'une ligne perpendiculaire aux courbes de niveau qui ceinturent les cours d'eaux. Cette méthode a permis de connaître la longueur des versants, d'identifier la morphologie de terrain afin d'en distinguer les différents segments topographiques.

La description des sols s'est faite selon les cinq paramètres morphologiques essentiels pour l'identification des sols à vocation cacaoyère (G Yoro, 2004) à savoir : la couleur, la texture, le taux et la nature des éléments grossiers, le drainage interne et la profondeur utile. La couleur a été déterminée à l'aide du Code Munsell (1973). La texture a été évaluée in situ à partir de la formation de boudins (G Yoro, 2002). La nature des éléments grossiers a été déterminé sur le terrain ; il s'agit de concrétions ferrugineuses, graviers et cailloux de quartz, et de nodules ferrugineux ; leur taux pondéral a été évalué selon trois niveaux : inférieur

à 20 % ; 20 à 50 % ; et supérieur à 50 %. Le drainage interne a été apprécié à partir de la couleur du sol.

La statistique descriptive (moyenne, histogramme et fréquence) a été utilisée pour le traitement des données. Les associations des différentes positions topographiques et le type de sol et le vieillissement précoce des cacaoyers ont été déterminées avec une analyse de variance. Le coefficient de corrélation entre la position topographique, le vieillissement précoce des cacaoyers et le type de sol a été calculé selon la méthode de Spearman (SAS, 1989).

## **Résultats**

### **Du système d'exploitation agricole aux processus de vieillissement précoce des vergers de cacaoyers**

Les résultats obtenus ont révélé que les plantations de cacaoyers ont été installées sur des parcelles forestières par semis directs à partir des cabosses non sélectionnées. 81,29% des paysans préfèrent ne pas associer les vergers de cacao aux plantes sauvages car pour eux, ces plantes limitent les rendements. Par ailleurs, les fréquences de désherbage, d'application d'insecticides et d'apport d'engrais sont insatisfaisantes. On pourrait déduire que l'entretien des plantations cacaoyères est toujours négligé. Mais, ces raisons constantes et similaires dans les plantations cacaoyères des paysans sur les sites d'enquêtes nous ont permis de constater que 92,4% des plantations subissent un vieillissement précoce alors que 7,6% des plantations se développent normalement sans contrainte de vieillissement précoce. Ce constat est le reflet de certaines positions topographiques.

### **Le rapport entre position topographique et vieillissement précoce des vergers de cacaoyer**

On suit un gradient d'évolution précoce des vergers de cacaoyer du sommet au bas-fond. Le taux de vieillissement précoce des vergers de cacaoyer sur les sommets est plus élevé que sur les versants et dans les bas de versant.

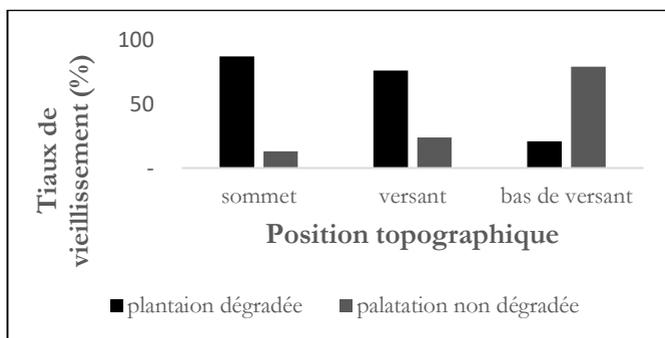
Les sols situés sur les sommets possèdent des taux importants de matériaux grossiers. Ainsi de 0 à 17 cm, ces sols présentent une couleur

noire de texture argilo-sableuse avec 27% de taux pondéral de gravillons ferrugineux. De 17 à 84 cm, le sol est brun rougeâtre et très gravillonnaire avec plus de 63% d'éléments grossiers constitué de quartz et de quelques gravillons ferrugineux. Au-delà de 85 cm de profondeur, on note la présence d'un horizon en voie d'induration (strutichron).

Au niveau des versants, la partie supérieure (0 à 17cm) du sol présente une couleur noir moyen à noir foncé et de texture argilo-sableux. La présence d'élément grossier dans cette tranche de sol est inférieure à 17%. Entre 17 et 89 cm, les sols présentent une couleur variant du brun jaunâtre à jaune brunâtre et de texture argilo-sableuse.

Au niveau des bas de versant, les sols sont caractérisés par un recouvrement d'horizon colluvial de couleur ocre à noire et de texture argilo-sableuse à sableuse en profondeur. Sur les trois sites d'analyse, l'horizon qui varie de 25 à 85cm augmente en fonction de la longueur des versants. L'hydromorphie temporaire a été observé dans les premiers 40 cm et une hydromorphie permanente dans les horizons superficiels. Les horizons de profondeurs (40 à 110 cm) sont constitués d'éléments grossiers d'origines colluviaux. Ces matériaux colluviaux sont entre autres les gravillons ferrugineux, de quartz, etc.

La description des sols a mis en évidence trois principaux caractères morphologiques. Il s'agit du taux d'éléments grossiers supérieurs à 50% et de l'induration à moins 90 cm de profondeur sur les sommets et sur les versants ainsi de l'hydromorphie au bas de versants (figure 2).



**Figure 2 :** Taux de vieillissement des cacaoyers en fonction de la topographie

**Tableau 1 :** Taux de répartition des caractères majeurs des sols selon la position topographique dans les départements de Bongouanou et d'Arrah

Composantes majeures de versant du sol	sommet	versant	bas
Matériaux grossiers et induré 16	69	27	
Matériaux grossiers en profondeur 58	13	21	
Matériaux fins 15		18	56
Drainage interne 00	00		
03			

### La répartition des sols en fonction des toposéquences

Les sols des sommets sont riches en éléments grossiers et indurés soit un taux de 69%. L'abondance de matériaux grossiers sur les sommets est le résultat de la dynamique des sommets. Au niveau des sommets, le coefficient du ruissellement est faible ce qui donne un caractère de dynamique autonome. De plus, au niveau des versants les matériaux grossiers sont en profondeur car ils sont affectés de dynamique érosive, ce qui cautionne le transport des matériaux grossiers dans les dépressions. La présence des matériaux grossiers au niveau des versants est le résultat de la dégradation de l'horizon induré sous-jacente. Aussi, au niveau des bas de versant, on constate une abondance de matériaux fins. Cette prépondérance de matériaux fins au niveau des bas-versants est le témoin d'une dynamique accumulative dont l'humidité fragilise ces matériaux grossiers pour donner naissance aux matériaux fins. En revanche, les sols à bon drainage sont les sols de bas-versant (*tableau 1*).

### Relation entre topographie, sol et vieillissement précoce des vergers de cacaoyers

Les coefficients de corrélations ont été significatives au seuil de 7% entre la position topographique, types de sol et le vieillissement précoce des

vergers de cacaoyers (tableau 2).

**Tableau 2:** corrélation position topographique vieillissement précoce et le type de sol

	Plantation dégradée	non	Plantation dégradée	Type de sol
Position	<b>1</b>		0,87	0,74
topographique	0,87		<b>1</b>	0,59
Dégradation précoce	0,74		0,59	<b>1</b>
Type de sol				

## Discussion

Dans les départements de Bongouanou et d'Arrah, le vieillissement précoce des vergers de cacao suit le gradient pédologique. Le taux élevé d'élément grossier au niveau des sommets et des hauts de versant constitue une contrainte majeure pour les vergers de cacaoyers. Les vergers de cacao rencontrent des contraintes édaphiques sur les sommets.

Les vergers de cacaoyer présentent des exigences édaphiques relativement plus marquées que les autres cultures pérennes tropicales comme le palmier à huile, le caféier et l'hévéa. En effet, parmi tant d'autres plantes tropicales, le cacaoyer requiert des sols profonds (minimum 0,90-1,40 m) avec un bon drainage (non hydromorphes), de préférence à texture sablo-argileuse avec peu d'éléments grossiers. L'horizon superficiel doit être riche en matière organique (3 % au minimum) et assez bien pourvu en éléments minéraux (G Wood et R.A Lass, 1989), même si ce dernier facteur peut être corrigé par des apports de fertilisants. Comparant aux réalités du secteur d'étude, les sols sont plus ou moins pauvres en matières organiques à cause du ruissellement cautionné par les pentes beaucoup prononcées. Selon les producteurs du cacao, la difficulté réside dans la reconnaissance visuelle d'indicateurs de la fertilité des sols *in situ*, car les analyses des caractéristiques chimiques des sols au laboratoire nécessitent autant de moyens financiers et difficiles à interpréter. Cette difficulté réside dans le cadre des prospections pédologiques. Les caractères morphologiques permettent d'identifier les sols favorables aux cacaoyers en Côte d'Ivoire (A.A Assiri,

2007). Ce sont : la couleur du sol, qui permet de savoir si le drainage interne est bon ou médiocre. En effet, une couleur homogène indique un bon drainage interne et une couleur hétérogène indique que l'eau dans le sol ne peut circuler correctement et peut créer des phénomènes d'oxydo-réduction ce qui constitue une source d'asphyxie au système racinaire. Ces observations ont été vérifiées à 3 % au niveau des sols de bas de versant dans les départements de Bongouanou et d'Arrah. La texture influence les caractéristiques physiques et hydrodynamiques du sol (infiltration, réserve utile). Les sols à texture sableuse sont très sensibles au déficit hydrique. La présence d'éléments grossiers influence également la réserve utile des sols de sommets dans la mesure où le taux pondéral est supérieur à 50 %, comme c'est le cas dans 69 % des sols de sommet et 58 % des sols de versant, ils réduisent considérablement l'eau dans le sol (D Boa, 1989). Les résultats des travaux de A.A Assiri (2007) ont montré que si toute une toposéquence est cultivée par les vergers cacaoyer cela résulterait de l'épuisement des terres disponibles. Cependant, l'aptitude à la cacaoculture de chaque position topographique à travers le taux de couverture en cacaoyer a indiqué que les bas de versants sont plus propices.

Cette situation pourrait s'expliquer par les décisions des producteurs lors de la mise en valeur des terres. En effet, pendant longtemps, ils ont considéré que les sols de bas de versant seraient défavorables à la cacaoculture et qu'il fallait plutôt y installer des cultures vivrières. Mais cette situation s'est inversée depuis l'épuisement du massif forestier et de l'irrégularité des pluies. Selon les résultats de cette étude, le vieillissement précoce des cacaoyers survient sur toutes les positions topographiques ; cependant, elle est plus accentuée sur les positions de sommet et de versant que sur celles de bas de versant. La position topographique semble donc être un premier niveau d'évaluation de l'ampleur de ce phénomène. En effet, les prospections agro-pédologiques ont mis en évidence une relation proche entre les principaux caractères morphologiques des sols et les positions topographiques. Les sols caractérisés par les éléments grossiers et/ou l'induration à faible profondeur ont été fréquemment décrits sur les sommets et les versants, tandis que, les sols profonds sont observés sur les bas de versant. Ces résultats montrent l'influence de la topographie dans la répartition des

sols en fonction de la configuration topographique. Cette influence se manifeste selon la configuration topographique par le biais de l'érosion (G Yoro, 2002). Des corrélations significatives existent entre les positions topographiques et la différenciation séquentielle des sols. L'examen des profils des sols des versants en milieu tropical humide a toujours montré une succession de traits morphologiques qui sont le reflet de leur genèse. Il s'agit notamment du gaillonnement, de l'induration, de l'hydromorphie et du rajeunissement entre autres. Tous les profils ayant le même trait pédologique peuvent donc être regroupés au sein d'une unité géomorphologique appelée « segment », qui correspond à une portion de l'interfluve (A.G Beaudou et J Collinet, 1977). Des études ont montré qu'il est possible d'individualiser, sur un demi interfluve, des segments topographiques qui se superposent fréquemment à une facette du modelé (A.G Beaudou et J Collinet, 1977 ; Beaudou et Y Chatelin, 1977). Aussi, les segments peuvent-ils être regroupés au sein d'une unité plus vaste qui découpe le demi interfluve en 4 ou 5 sections : sommet d'interfluve, haut de versant, mi-versant, bas de versant et éventuellement vallée alluviale (A.G Beaudou et Y Chatelin, 1977 ; Yoro G, 1982 ; R Poss et Valentin C, 1983. En tenant compte de la présence ou l'absence de contraintes morpho-pédologiques, plusieurs types de sol, peuvent être identifiés, par position topographique. Il a été mis en évidence quatre contraintes morpho-pédologique relative à la cacaoculture. Ce sont : l'induration à faible profondeur du sol, la charge ou la teneur en éléments grossiers à faible profondeur supérieure à 50% du poids de la terre sèche, la texture sableuse et l'hydromorphie. L'induration à faible profondeur est localisée au sommet d'interfluve, la teneur élevée des éléments grossier, en haut de versant et la texture sableuse et l'hydromorphie au bas de versant. La proportion de sols favorables à la cacaoculture décroît des positions supérieures aux positions inférieures.

## **Conclusion**

Cette étude a permis de comprendre les situations de vieillissement précoce des vergers de cacao dans les départements de Bongouanou et d'Arrah. Ainsi, les investigations de terrain ont permis de décrire et d'analyser les sols en rapport avec l'état du vieillissement des vergers de cacao. En effet, il a été mis en évidence que les taux de vieillissement

précoce des vergers cacaoyers sont plus élevés sur les sommets et sur les versants que sur les bas de versants à cause du taux élevé des éléments grossiers. Ce travail a mis en évidence une triple corrélation significative entre la position topographique, l'état de vieillissement précoce des cacaoyers et les caractéristiques morpho-pédologiques. Ainsi, les éléments grossiers, l'induration à faible profondeur et le mauvais drainage interne ont été identifiés comme critères de bases du vieillissement précoce des vergers de cacao dans les départements de Bongouanou et d'Arrah. Face à l'état du vieillissement précoce des vergers du cacao, les producteurs se réorientent de plus en plus vers les cultures de l'hévéa, du palmier à huile et du tech. Ainsi, pour replanter durablement les cacaoyers tout en adoptant une stratégie de diversification des cultures pérennes, le choix des sols favorables aux cacaoyers est porté vers les bas de versant où les sols sont profonds et permanemment humide.

## **Bibliographie**

**ASSIRI Assiri Alexis**, 2007. Identification des pratiques paysannes dans la conduite des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire. Mémoire DEA, Université de Cocody-Abidjan, 54 p.

**JEAN Michel Avenard**, 1971. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Paris : ORSTOM éditions, n ° 50, 391 p.

**BEAUDOU Alin Gerad et Chatelin Yvon**, 1977. Méthodologie de la représentation des volumes pédologiques : typologie et cartographie dans le domaine ferrallitique africain. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 15 (1) : 3-18.

**BEAUDOU Alain Gerad et Collinet Jean**, 1977. La diversité des volumes pédologiques cartographiables dans le domaine ferrallitique africain. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 15 (1) : 19-34.

**BOA Daniel**, 1989. Caractérisation, propriétés hydrodynamiques, contraintes et potentialités agronomiques des sols gravillonnaires : cas de Booro-Borotou (région de Touba, Nord- Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat-Ingénieur, Université d'Abidjan, 150 p.

**Freud Hanak**, 2000. Petithuguenin Philipe, Richard Jean : Les champs de cacao. Un défi de compétitivité Afrique Asie. Paris : Editions Karthala et Cirad, 207 p.

- KOKO Kouamé Laurent**, 2008. Influence des caractères morpho-pédologiques et chimiques des sols sur la dégradation précoce des cacaoyers dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat Unique de l'Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 148 p.
- POSS Roland et Valentin Christian**, 1983. Structure et fonctionnement d'un système eau-sol-végétation : une toposéquence ferrallitique de savane (Katiola, Côte d'Ivoire). Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 20 (4) : 341-360.
- RUF François**, 2009. Libéralisation, cycles politiques et cycles du cacao : le décalage historique Côte d'Ivoire-Ghana. Cahiers Agricultures 18 (4) : 343-349.
- Wood Gar and Lass RA**, 1989. Cocoa. Tropical agriculture series, Editions Longman, London, 620 p.
- YORO Gballou**, 1982. Etude pédologique et perspectives agricoles de Touba (Côte d'Ivoire). Document et travaux de l'ORSTOM, Adiopodoumé, 15 p.
- YORO Gballou**, 2002. La pédologie pour une gestion durable des sols. Cours d'initiation pour les agents des caisses de stabilisation et de péréquation du Gabon. Abidjan : Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 24 p.
- YORO Gballou**, 2004. Reconnaissance des sols favorables aux cacaoyers. Cours de formation des producteurs de cacao et des agents ANADER, détachés auprès de STCP. Abidjan : Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 9 p.