

N° 27 Juin 2024

“Agriculture durable et souveraineté alimentaire en Afrique”

Numéro Thématique



Revue Scientifique du



Laboratoire
Ville Société Territoire
(laboVST)

Le Journal des Sciences Sociales

Numéro Thématique

“Agriculture durable et souveraineté alimentaire en Afrique”

N°27 - Juin 2024

ISSN 2073-9303

Revue Scientifique du



Le Journal des Sciences Sociales

INDEXATIONS ET RÉFÉRENCEMENTS



TOGETHER WE REACH THE GOAL

<https://sjifactor.com/passport.php?id=23408>

Impact factor 2024 : **5.46**

Impact factor 2023 : **3.379**

auréHAL
accès aux données
de référence de HAL

<https://aurehal.archives-ouvertes.fr/journal/read/id/114767>



<https://reseau-mirabel.info/revue/21500/Le-Journal-des-Sciences-Sociales>

Le Journal des Sciences Sociales

revueljss2@gmail.com

<https://labo-vst.org/>

LE JOURNAL DES SCIENCES SOCIALES

CONSEIL SCIENTIFIQUE

- Prof Simplicie Y. Affou, Directeur de Recherches (Institut de Géographie
Tropicale, IGT, Abidjan) Tel : Cel : (00225) 0707 70 85 57,
E-mail : syaffou@yahoo.fr ou affou@ird.ci
- Prof Alphonse Yapi-Diahou, Professeur Emérite de Géographie (Université Paris 8),
Cel : 0033668032480 ; Email : yapi_diahou@yahoo.fr
- Prof Brou Emile Koffi Professeur Titulaire de Géographie, (Université Alassane
Ouattara,), Cel.: (00225) 0103589105 ; E-mail : koffi_brou@uao.edu.ci
- Prof Roch Gnabéli Yao, Professeur Titulaire de Sociologie, (Université Félix
Houphouët Boigny) ; Cel : 07 08 18 85 96 Email roch.gnabeli@laasse-
socio.org
- Prof Jonas Guéhi. Ibo, Directeur de Recherches (Université Nangui Abrogoua),
Cel : (00225) 0505 68 48 23 E-mail : ibojonas@yahoo.fr
- Prof René Joly Assako Assako, Professeur Titulaire de Géographie, Université
Yaoundé, Cameroun ; Email rjassako@yahoo.fr
- Prof Ferdinand A. Vanga, Professeur Titulaire de Sociologie (Université Péléforo
Gon Coulibaly), Tel : (00225) 01 03 48 91 60 / 05 05 083 702
E-mail : ferdinand.vanga@upgc.edu.ci af_vanga@yahoo.fr

COMITE EDITORIAL

Directeur de Publication

Simplice Y. Affou, Directeur de Recherches (Institut de Géographie Tropicale, IGT, Abidjan) Tel: Cel: (00225) 07 07 70 85 57 E-mail : syaffou@yahoo.fr
ou affou@ird.ci

Rédacteur en Chef

Alphonse Yapi-Diahou, Professeur titulaire de Géographie (Université Paris 8)
Cel : 0033668032480 ; Email : yapi_diahou@yahoo.fr

Rédacteur en Chef Adjoint

Jonas Guéhi. Ibo, Directeur de Recherches (Université Nangui Abrogoua)
Cel : (00225) 05 05 68 48 23 E-mail : ibojonas@yahoo.fr

Secrétariat du Comité de Rédaction

Assué Yao Jean-Aimé, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara,
Bouaké, (00225)0103192952, Email assueyao@yahoo.fr
Konan Kouakou Attien Jean-Michel, Maître-Assistant, Université Alassane
Ouattara, Bouaké, (00225)0707117755, E-mail : attien_2@yahoo.fr
Yapi Atsé Calvin, Maître assistant, Université Alassane Ouattara, Bouaké,
(00225)0707996683, E-mail : atsecalvinyapi@gmail.com
Yassi Gilbert Assi, Maître de Conférences de Géographie, Ecole Normale
Supérieure d'Abidjan, Cel.: (00225) 07 75 52 62; E-mail:
yassiga@gmail.com

Secrétaire aux finances

Bohoussou N'Guessan Séraphin, Maître de Conférences de Géographie, Université
Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire, (00225)0505483129,
E-mail : bohounse@yahoo.fr

COMITE DE LECTURE

- Abdoul Azise SODORE, Maître de Conférences de Géographie/aménagement, Burkina Faso
- Adaye Akoua Assunta, Maître de Conférences de Géographie, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan
- Allaba Ignace, Maître de Conférences d'études germaniques, Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- Assué Yao Jean-Aimé, Maître de Conférences de Géographie, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- Bally Claude Kore, Maître de Conférences de Sociologie des organisations, université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Beka Beka Annie, Maître de Conférences de géographie, École Normale Supérieure, Gabon
- Biyogbe Pamphile, Maître de Conférences de Philosophie, Ecole Normale Supérieure, Gabon
- Bohoussou N'Guessan Séraphin, Maître de Conférences de Géographie (Université Alassane Ouattara)
- Christian Wali Wali, Maître-Assistant de Géographie, Université Omar Bongo de Libreville, Gabon
- Coulibaly Salifou, Maître-Assistant de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Diarrassouba Bazoumana, Maître de Conférences de Géographie, environnementaliste, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Djah Armand Josué, Maître de Conférences de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Dosso Yaya, Maître-Assistant de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Eleanor FUBE MANKA'A, Maître-Assistant de Géographe, ENS/Université de Yaoundé I, géographie des aménagements ruraux
- Gokra Dja André, Maître de Conférences, Sciences du Langage et de Communication, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Hugo PILKINGTON, Maître de Conférences, Géographie de la santé, université de Paris 8, France
- Kadet G Bertin, Professeur Titulaire de Géographie, Ecole Normale Supérieure (ENS), Abidjan
- Koffi-Didia Adjoba Marthe, Maître de Conférences de Géographie, Université Félix Houphouët Boigny,

Koffi Yeboue Stéphane, Maître de Conférences de Géographie, Université Peloforo Gon Coulibaly, Korhogo

Kouadio M'bra, Kouakou Dieu-Donne, Maître de Conférences de sociologie de la santé, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Kouame Konan Hyacinthe, Maître de Conférences de Géographie, Université Peloforo Gon Coulibaly, Korhogo

Kra Kouamé Antoine, Maître de Conférences d'Histoire, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Kramo Yao Valère, Maître-Assistant de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Loukou Alain François, Professeur Titulaire de Géographie TIC, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire

Moatila Omad Laupem, Maître-Assistant de Géographie, Université Marien Ngouabi (Brazzaville- Congo)

Ndzani Ferdinand, Maître-Assistant de Géographie, Ecole normale supérieure, université Mariën Ngouabi, République du Congo.

Ngouala Mabonzo Médard, Maître-Assistant de Géographie, Ecole normale supérieure, université Mariën Ngouabi, République du Congo.

N'guessan Adjoua Pamela, Maître-Assistant de Sociologie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Soro Debegnoun Marcelline, Maître-Assistante de Sociologie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Yao Célestin Amani Maître de Conférences de Bioanthropologie, Université Félix Houphouët Boigny, UFR SHS - ISAD

Yassi Gilbert Assi, Maître de Conférences de Géographie (Ecole Normale Supérieure Abidjan)

SOMMAIRE

		Pages
KOFFI Yao Jean Julius	Conflits fonciers et stratégies de sécurisation foncière en zone rurale dans la sous-préfecture de Niofoin (Nord de la Côte d'Ivoire)	7
ASSUÉ Yao Jean- Aimé SANGARE Nouhoun KOFFI Franchette Aya Roche	Culture de l'anacarde et autonomisation des agriculteurs dans la sous-préfecture de Korhogo (Côte d'Ivoire)	29
Blaise KONAN	Disparition des terres arables au profit de l'urbanisation et changement d'habitudes alimentaires des populations autochtones de Bouaké (Côte d'Ivoire).	46
Bi Boli Francis TRA Toualy Wilfried GNEBA	Rentabilité socio-économique et environnementale d' <i>Irvingia gabonensis</i> et de <i>Ricinodendron heudelotii</i> associés à la cacaoculture dans le département de Soubre au sud-ouest de la Côte d'Ivoire.	57
Djim-Assal DATOLOUM ABDEL-AZIZ Moussa Issa Abdoulaye MADI MAINA	Protection et aménagement des Ouadis à travers la cartographie participative dans la province du Kanem au Tchad	70
Pépoussé Marie Louise OUATTARA	Analyse des systèmes cultureux et du bioclimat dans le district des savanes	83
ABLO Ange Konan David KOFFI	L'usage des intrants chimiques dans l'agriculture : quel impact pour la sécurité alimentaire et sanitaire	99
Kouamé Yves Christian KONAN N'dri Yann Cédric KOUADIO Kouadio Alain Joël N'GUESSAN Kouamé Juslain Romaric KOUADIO	Impacts du contexte hydro-climatique sur la culture du riz dans la région de la Marahoué (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire).	109
Désirée Guillet ANY	L'insécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest : construire une alternative agricole avec Karl Marx	124

KOUADIO Koyé Toussaint KOFFI Brou Émile	Impacts de l'activité aurifère sur l'agriculture périurbaine et la dynamique urbaine de Hiré (Côte d'Ivoire)	133
Zamble Armand TRA BI Arsène DJAKO Malimata DEMBELE	Adaptation hydrique des cultures annuelles et pluriannuelles a la topographie dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbèkè	145
YEBOUA Kouadio Kossonou Nestor YAPI Atsé Calvin DIARRASSOUBA Bazoumana VEI Kpan Noël	Cultures de légumes et problèmes environnementaux aux abords des lacs de la ville de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)	159

Adaptation hydrique des cultures annuelles et pluriannuelles a la topographie dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê

Water adaptation of annual and multi-annual crops to the topography in the Bandama Blanc watershed in the Gbêkê region

Zamble Armand TRA BI

Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
Géographie physique
zambtra@yahoo.fr

Arsène DJAKO

Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
Géographie rurale
djakoarsene@yahoo.fr

Malimata DEMBELE

Département De Géographie de l'Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
Géographie physique
dembelemalimata@gmail.com

Résumé : Le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê est localisé au Centre de la Côte d'Ivoire. C'est un bassin versant de la zone pré forestière ivoirienne. Ce bassin est de fait une zone de transition climatique entre le régime uni-modal des écosystèmes de savanes au Nord et le régime bimodal des forêts au Sud. Cette caractéristique climatique accroît l'instabilité pluviométrique interannuelle. Ainsi, les paysans adoptent diverses stratégies pour minimiser les impacts des sécheresses sur les cultures. L'étude sur l'adaptation hydrique des cultures à la topographie dans ce bassin versant a pour objectif d'analyser, à l'échelle de la toposéquence, les modèles d'utilisation du sol pour les plantes. Pour atteindre cet objectif, des images satellites Sentinel 2A de 2023, un Modèle Numérique de Terrain SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), et des relevés de la disposition des cultures par toposéquences ont été réalisés. Les méthodes de traitement et d'analyse des données ont consisté à faire une classification par forêt aléatoire de l'image Sentinel en y intégrant le MNT. Une ANOVA a aussi été faite pour examiner les liens entre les cultures et leur position topographique. L'étude aboutit à deux principaux résultats. Le premier est que le système cultural du bassin est basé à 63% sur les cultures vivrières-jachères. Le deuxième résultat majeur est qu'il apparaît un modèle d'utilisation de la topographie qui dispose les plantes les plus sensibles (les cultures annuelles) dans les bas-fonds et les bas de versant, tandis que les arboricultures sont majoritairement localisées sur les hauts de versant et les sommets.

Mots clés : Cultures, Topographie, Utilisation du sol, Télédétection, Bandama Blanc

Abstract: The Bandama Blanc watershed of the Gbêkê region is located in the center of Côte d'Ivoire. It's a watershed in the Ivorian preforest zone. This basin is in fact a climatic transition zone between the uni-modal regime of savannah ecosystems in the North and the bimodal regime of forests in the South. This climatic characteristic increases interannual rainfall instability. Thus, farmers adopt various strategies to minimize the impacts of droughts on crops. The study on the water adaptation of crops to the topography in this watershed aims to analyze, at the toposequence scale, the land use models for plants. To achieve this objective, Sentinel 2A satellite images from

2023, a Digital Terrain Model SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), and surveys of the layout of crops by toposequences were carried out. The data processing and analysis methods consisted of making a random forest classification of the Sentinel image by integrating the DEM. An ANOVA was also done to examine the links between crops and their topographical position. The study leads to two main results. The first is that the basin's farming system is 63% based on food-fallow crops. The second major result is that there appears a model of use of the topography which places the most sensitive plants (annual crops) in the lowlands and the lower slopes, while the multi-year crops are mainly located on the highlands.

Keywords: Crops, Topography, Land use, Remote sensing, Bandama Blanc

Introduction

L'évolution climatique de la Côte d'Ivoire, depuis les années 1950, est caractérisée par une récession pluviométrique progressive. Les caractéristiques majeures de cette dynamique climatique s'observent au niveau annuel et intra annuelle. En effet, l'évolution interannuelle de la pluviométrie indique une tendance générale à la baisse sur l'ensemble du territoire ivoirien. Les chercheurs s'accordent sur la décennie 1970 comme période de rupture majeure dans l'évolution interannuelle de la pluviométrie. Dans le détail spatial, cette baisse n'est pas uniformément répartie. En effet, selon Y. T. BROU *et al.* (2005, p. 535), la baisse des précipitations entre 1950 et 1999 est de l'ordre de 25% sur l'ensemble du territoire ivoirien à partir de la décennie 1970. Toutefois, cette proportion est plus importante dans le Nord où elle atteint 28%. Il y a ainsi, depuis cette période, un glissement progressif des isohyètes moins pluvieux du Nord-Est vers le Sud-Ouest. L'analyse des indices de sécheresse annuelle est très illustrative de l'évolution des déficits hydriques. Ainsi, en milieu forestier au Centre Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire (Gagnoa et Divo), K. E. KASSIN *et al.* (2008, p 636) notent que 40 à 63% des années présentent un caractère pluviométrique annuel déficitaire par rapport à la moyenne de la série de 1978 à 2007. A l'Est de la région de Gbêkê, l'ampleur du déficit annuel semble moins marquée. Selon R. M. N. FOSSOU *et al.* (2014, p 127-128), elle oscille entre 10% et 17%. La tendance à la baisse de la pluviométrie interannuelle est l'expression de mutations importantes au niveau des saisons pluviométriques. En effets, les saisons climatiques en générale, et pluvieuses en particulier, sont caractérisées, depuis la décennie 1970, par une instabilité croissante (K. E. KASSIN *et al.* 2008, p 637 ; S. C. DEKOULA *et al.* 2018, p 13203-13204 ; A. M. KOUASSI *et al.* 2022, p 11). En effet, la saison des pluies est sujette à une grande variation interannuelle (19% à 66% dans le centre Sud-Ouest selon K. E. KASSIN *et al.* 2008, p 637). En outre, la saison pluvieuse est de plus en plus marquée par une tendance au raccourcissement. Dans le bassin versant du N'Zi où se situe la région de Gbêkê, A. M. KOUASSI *et al.* (2010, p 24), observent un raccourcissement de 30 à 35 jours. En outre, le cumul des précipitations saisonnières et le nombre de jours de pluie connaissent une tendance générale à la baisse. A titre d'exemple, la baisse des précipitations saisonnières et du nombre de jour de pluie est de 102 mm par décennie et de 4 jours par décennie au Nord à Ouangolodougou (S. C. DEKOULA *et al.* 2018, p 13204). Dans la région de Gbêkê, ces auteurs indiquent en plus que la variation des dates de début de la saison de pluie utile connaît un retard de 2 à 15 jours depuis la rupture. Il en est de même pour les dates de fin de saison de pluie utiles qui sont marquées par une précocité (S. C. DEKOULA *et al.* 2018, p 153). En plus de ces changements des caractéristiques de la saison pluvieuse, A. M. KOUASSI *et al.* (2022, p 11) constatent à Bouaké dans la région de Gbêkê, un glissement des trimestres les plus pluvieux. Le passage s'est ainsi effectué d'août-septembre-octobre à juillet-août-septembre. En somme, l'évolution climatique récente de la Côte d'Ivoire, et particulièrement de la région de Gbêkê, est caractérisée par une instabilité pluviométrique et une baisse notable de la pluviosité.

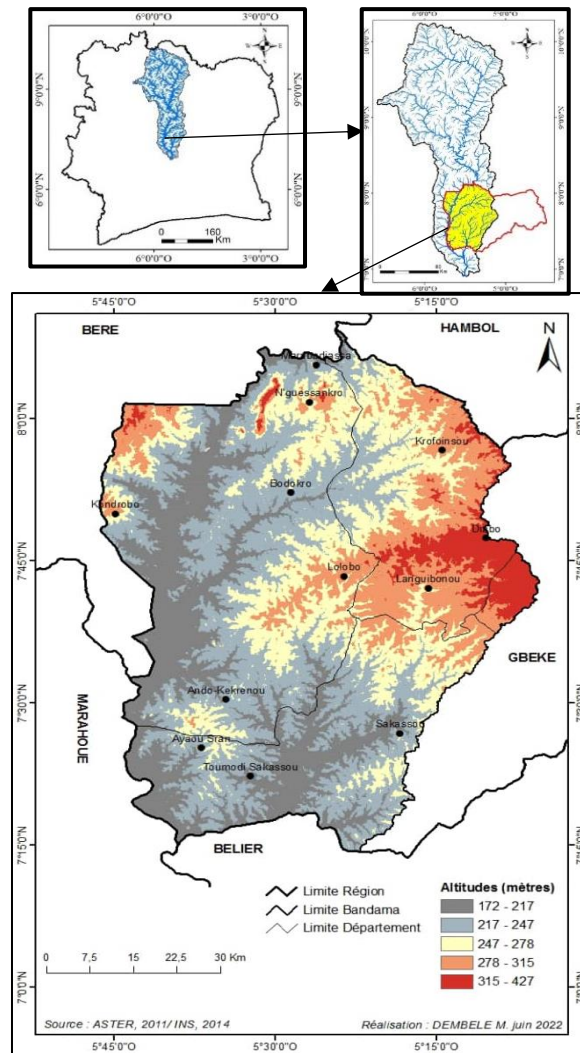
Pour faire face à ces variations pluviométriques, les agriculteurs adoptent de nombreuses stratégies de résilience. Parmi celles-ci, les techniques de gestion des sols occupent une place importante. L'utilisation morphopédologique de l'espace ne relève plus du hasard mais d'une volonté empirique de disposer les cultures selon leur sensibilité au stress hydrique. Ainsi, si les bas-fonds sont restés longtemps sans intérêt agricole (surtout en milieu forestier), force est de

constater qu'avec la pression foncière et l'instabilité climatique, ces espaces sont devenus fortement convoités (Y. T. BROU et J. L. CHALEARD, 2007, p 76). En effet, les espaces humides comme les bas-fonds et les bas de pente assurent une sécurité de la production vivrière annuelle face aux sécheresses (Y. T BROU et *al.* 2005, p 538). Ainsi, à partir de l'observation de plusieurs finages au Nord, au Centre-Ouest et au Centre Est de la Côte d'Ivoire, ces auteurs remarquent que les cultures pérennes occupent les plateaux et les versants, tandis que les cultures maraichères et les rizières occupent les bas de pente et les basfonds. Une étude de K. L. KOKO et *al.* (2009, p 1513-1514) sur le cacaoyer confirme l'importance des transferts hydriques le long des pentes des versants. Ainsi, ils constatent que le taux de vieillissement précoce des cacaoyères est plus important sur les sommets et les hauts de versant (73% et 71% respectivement) que sur les mi versants et les bas de versant (22% et 34%). Au Nord de la Côte d'Ivoire, K. A. N'GUESSAN et *al.* (2015, p 122) ont déterminé une organisation sommaire de l'espace selon les principaux types de culture. Ainsi, les hauts de versant sont occupés par les cultures pérennes comme l'anacardier, les mi versants sont occupés par la culture du coton et les bas de versant par la culture du riz. La situation pluviométrique étant très instable dans la région de Gbêkê, à cause du fait qu'il s'agit d'une zone de transition climatique entre les écosystèmes de forêt au Sud et ceux des savanes au Nord, Il est important d'analyser les mesures d'adaptation des agriculteurs aux aléas pluviométriques. Ainsi, comment la topographie est-elle mise à profit pour les productions agricoles face à l'instabilité hydrique des sols dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê ?

1. Matériel et Méthodes

1.1. Sites d'étude

Les travaux de recherche ont été menés dans le bassin versant du Bandama blanc de la région administrative de Gbêkê au Centre de la Côte d'Ivoire (carte 1). La portion du bassin versant du Bandama Blanc couvrant la région de Gbêkê a une superficie de 5 095 km². La région de Gbêkê est une zone de transition climatique entre le climat subéquatorial de transition au sud (climat à régime bimodal) et le climat soudanien au Nord (climat à régime unimodal). C'est aussi une zone de transition végétale entre les écosystèmes forestiers au Sud et les écosystèmes savaniques au Nord. C'est la zone de contact forêt-savane avec une mosaïque d'écosystèmes qui s'interpénètrent. Le relief de la région, peu accidenté, est composé de plateaux avec des altitudes qui varient entre 170 et 430 mètres. Il y existe quelques collines au Nord dont les sommets avoisinent 430 mètres. Le substrat de la région est granitique et les couches pédologiques sont des ferrisols en majorité. Les plateaux sont fortement disséqués avec des versants à pente généralement douce. La région de Gbêkê a une population de 1 352 900 habitants selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2021. C'est l'une des régions ivoiriennes ayant les plus fortes concentrations historiques de population rurale. Au niveau agricole, les systèmes de production ont évolué au fil des années, en fonction de la dynamique économique ivoirienne et de la disponibilité des terres cultivables. Dans la région de Gbêkê, les systèmes culturels basés sur le coton ont fait place, depuis le début des années 2000, aux systèmes basés sur la culture pérenne de l'anacardier. Les cultures vivrières occupent une forte proportion dans ces systèmes (H. DUCROQUET et *al.* 2017, p. 37 ; 44-57).



Carte 1 : localisation du bassin versant du Bandama Blanc dans la Région du GBEKE

1.2. Matériel de l'étude

Les données utilisées pour mener à bien l'étude sont de deux types. Il s'agit d'une part, des données satellitaires, et d'autre part, des données issues de relevés topographique de terrain. Ainsi, deux scènes d'image optique Sentinel 2A couvrant la zone d'étude ont été téléchargées. Ce sont des scènes du 02 janvier 2023. Les bandes utilisées sont celles du visible (10 m de résolution spatiale), du proche infrarouge (10 m de résolution spatiale) et des bandes de l'infrarouge et de végétation (20 m de résolution spatiale). En outre, des images satellites radar du Modèle Numérique de Terrain SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) ont aussi été téléchargées, afin d'analyser la morphométrie du bassin. Ce sont des images de résolution spatiale de 30 m. Enfin, des données de l'utilisation du sol ont été relevées. Il s'agit, d'une part, de la localisation par GPS (Global Positioning System) des types de culture sur des toposéquences, et d'autre part, des échantillons des types d'utilisation du sol.

1.3. Méthode de traitement et d'analyse des données

La méthode de traitement et d'analyse des données s'articule en trois parties. La première étape a consisté à faire la classification par forêt aléatoire (arbre de décision) de l'image Sentinel 2A de janvier 2023, afin d'obtenir la carte de l'utilisation du sol. Cette carte a ensuite été croisée avec

celle des facettes topographiques extraites du Modèle Numérique de Terrain SRTM. Enfin, quatre séquences topographiques ont été relevées dans le bassin versant. Sur chaque séquence, la répartition des cultures par facettes topographiques a été analysée statistiquement.

La réalisation de la carte de l'utilisation du sol s'est faite en deux grandes étapes. Il s'agit, d'une part, de la préparation des données d'entrées de l'arbre de décision (le prétraitement), et d'autre part, de la logique des prises de décision. Ainsi, au niveau du prétraitement, l'image Sentinel 2A a été corrigée des effets de l'atmosphère de prise de vue. Les bandes ont été fusionnées par ré-échantillonnage de celles de 10 m à 20 m. Les bandes et indices utilisées pour la classification sont : l'indice de végétation chlorophylle (RECI), l'indice de brillance (IB), l'indice d'humidité par différence normalisée (NDMI), une image classifiée par la méthode SAM (Spectral Angle Mapper), la bande 4 (bande rouge) et la carte des facettes topographiques. L'indice de végétation RECI permet de mesurer l'activité photosynthétique de la végétation (EOS Data Analytics <https://eos.com/blog/vegetation-indices/>). L'indice de brillance permet de mettre en relief la brillance du sol, l'indice d'humidité par différence normalisée permet de détecter les niveaux d'humidité dans la végétation. La classification SAM est une méthode de cartographie qui se base sur les différences statistiques de signature spectrale des objets. Ainsi, les décisions prises pour la discrimination des objets sont :

- Eau et végétation de zone humide à travers l'indice RECI ;
- Localités et routes à travers l'Indice de Brillance ;
- Plantation adulte couvrante à travers l'Indice NDMI ;
- Plantation jeune et culture vivrière à travers l'Indice NDMI ;
- Culture vivrière et herbacée à travers la classification SAM ;
- Cultures vivrières et jachères à travers la classification SAM ;
- Forêts dégradées et jachères à travers la bande rouge ;
- Jachère et végétation non cultivée à travers la bande rouge et les résidus des réponses des autres décisions.

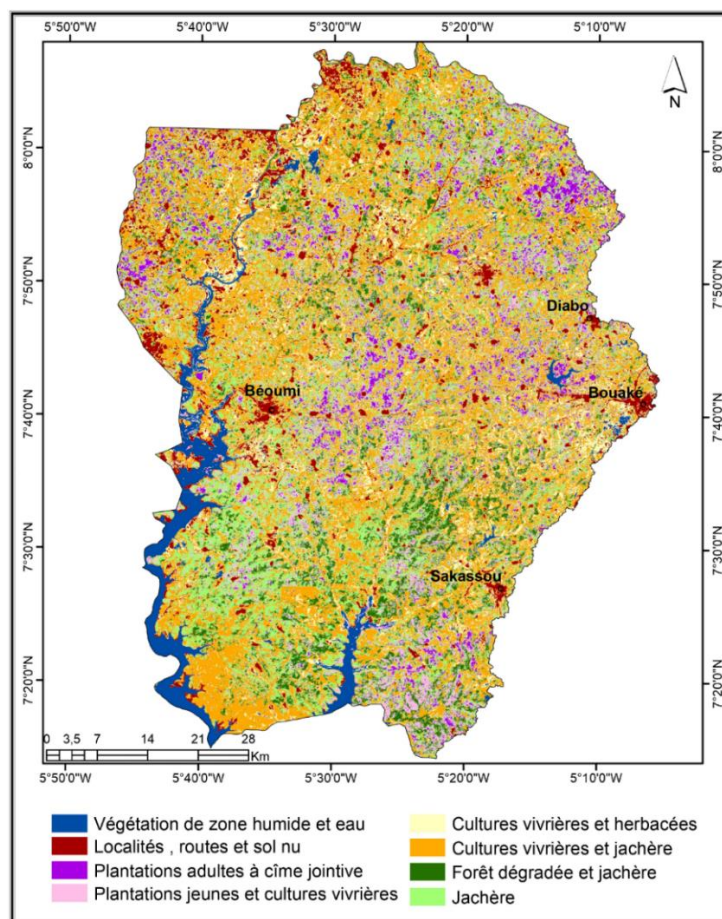
Les classes d'utilisation du sol ont ainsi été croisées avec les informations topographiques. La réalisation des cartes des facettes topographiques s'est basée sur l'indice de position topographique (TPI). Cet indice qui permet d'extraire les facettes topographiques a été corrigé par comparaison minutieuse de ces facettes avec les éléments du relief (J. DE REU et *al.* p 42). Ainsi, les huit classes d'utilisation du sol ont chacune été croisées avec quatre facettes topographiques. Ces facettes sont : les bas versants et les bas-fonds ; les mi versants et les hauts de versant, les sommets de plateau et les sommets de colline. Une ANOVA (Analyse de Variance) a été faite entre les statistiques de l'utilisation du sol et les facettes topographiques. La validation de toutes ces analyses s'est faite par des relevés de terrain.

Quatre toposéquences ont été relevées dans deux localités. Le choix des localités est basé sur les principaux écosystèmes végétaux que sont les savanes et les forêts. Les villages de Kondrobo au Nord-Ouest (écosystème de forêt) et de Toumodi-Sakassou (écosystème de savane) au Sud du bassin ont été retenus. Deux profils modaux des types d'utilisation du sol ont été ainsi réalisés à partir de chaque toposéquences des deux localités.

2. Résultats

2.1. Un bassin versant majoritairement occupé par les cultures vivrières

La carte de l'utilisation du sol (carte 2) dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê présente deux principaux espaces agricoles en lien avec les deux biomes végétaux de forêt et de savane. En effet, le Sud du bassin, dominé par l'écosystème de forêt, est caractérisé par une abondance de Jachère. Il est marqué secondairement par une présence moins importante de plantations, relativement à l'ensemble du bassin. Beaucoup de plantations existantes sont jeunes. Contrairement au Sud, le Centre et le Nord du bassin présentent presque un équilibre spatial entre les cultures vivrières, les jachères et les plantations. Ces derniers sont en général des plantations adultes dont la strate supérieure est caractérisée par une couverture du sol supérieure à 80 %.



Source : Sentinel 2 janvier 2023

Carte 2 : Usage du sol en 2023 dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê

La statistique générale de l'utilisation du sol (tableau 1) donne une idée des préférences de positionnement topographique des cultures. Ainsi, les bas de versant et les basfonds semblent être occupés majoritairement par les cultures vivrières (662 km² sur 2036 km²) et les jachères (507,74 km²). Ce schéma d'utilisation du sol se répète quant à l'analyse du paysage des sommets de plateau (250 km² sur 1002 km² pour les cultures vivrières et 297 km² pour les jachères). L'utilisation du sol sur les sommets semble être dominée par les cultures vivrières (7 km² sur 29 km²).

Tableau 1 : Statistique de l'utilisation du sol (en km²) en 2023

Utilisation du sol	Bas-fond	Moyen et haut versant	plateau	Sommet
Eau et végétation de zone humide	208,19	0	0	0
Localité, route et sol nu	161,44	178,06	54,15	5,05
Plantations à cime couvrante	43,49	125,84	70,4	3,19
Plantation jeune et culture vivrière	111,07	195,37	132,45	3,18
Culture vivrière et herbacée	254,65	176,38	33,67	4,28
Culture vivrière et jachère	743,22	662,04	250	7,04
Forêt dégradée	138,52	190,63	163,74	3,22
Jachère	369,86	507,74	297,19	3,22
Total	2030,44	2036,06	1001,6	29,18

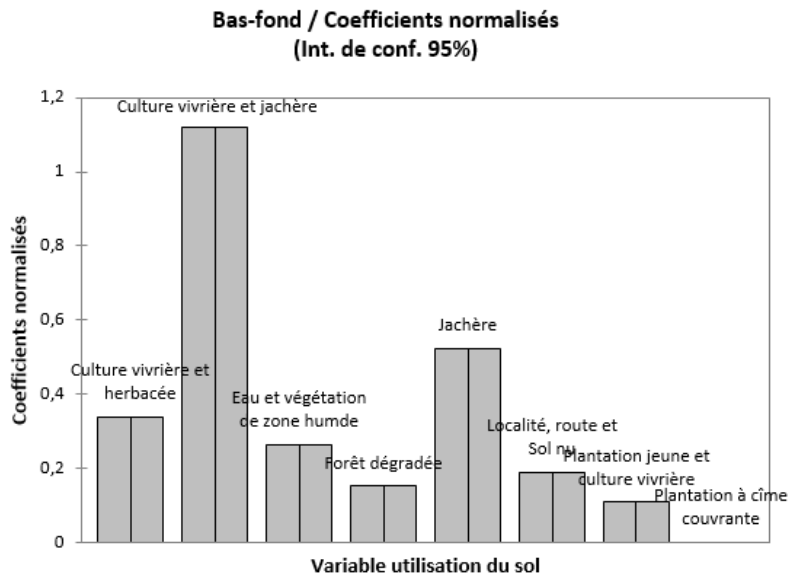
Source : Sentinel 2 janvier 2023 / SRTM

L'ANOVA permet de confirmer ces premières observations. L'utilisation du sol obéit à une logique de gestion des terres.

2.2. La topographie, un paramètre important des systèmes de culture dans le bassin versant du Bandama Blanc

Au niveau des bas-fonds et des bas de versant, le coefficient de détermination des types d'utilisation du sol est de 95%. La variation intergroupe entre les types d'utilisation du sol reste très élevée. La somme des carrés est ainsi de 341502. Ce constat de la variation intergroupe est le même pour tous les types d'utilisation du sol selon chaque facette topographique.

La figure 1 confirme que l'association cultures vivrières et les jachères sont les éléments dominants du paysage au niveau des bas de versant et des bas-fonds. Les cultures vivrières et les jachères ont un poids relatif (coefficient normalisé) plus de trois fois supérieures aux autres types d'utilisation du sol. Le deuxième type d'utilisation du sol en termes d'importance quantitative est la jachère. Elle a un poids relatif qui est deux fois supérieurs à celles des autres formes restantes d'utilisation du sol. La végétation des zones humides associées aux forêts constituent le troisième type d'utilisation du sol dans les zones de bas-fonds. Enfin, les plantations constituent les types les moins visibles sur cette facette topographique.

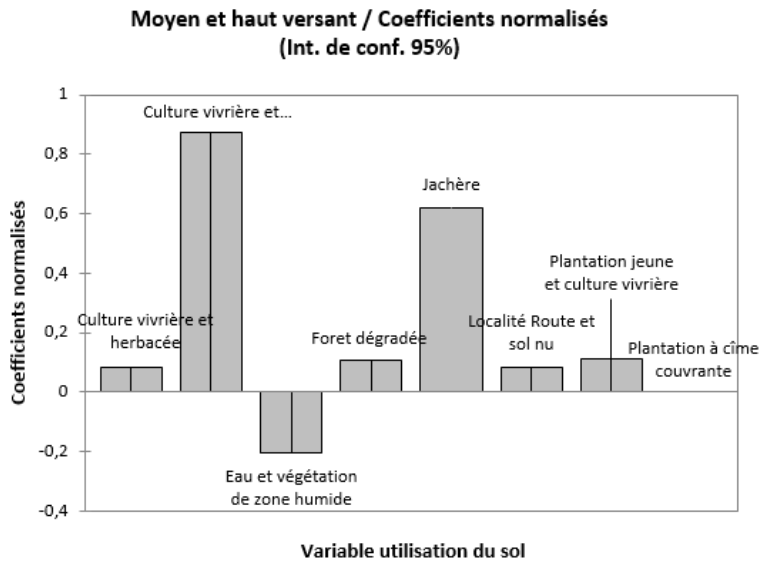


Source : Sentinel 2 janvier 2023 / SRTM

Figure 1 : Relation type d'utilisation du sol et topographie de bas de versant et de bas-fonds

L'ANOVA entre les types d'utilisation du sol et la facette topographique de mi versant et haut de versant présente un schéma presque similaire à celui des bas de versant (figure 2). La différence réside dans le fait qu'il existe plus de culture vivrière sur les bas de versant et les bas-fonds que sur les mi et haut de versant. Il existe respectivement six à quatre fois plus de culture vivrière et de jachère sur les mi et les hauts de versant que toute autre forme d'utilisation du sol. Comparativement aux basfonds, les poids de l'ensemble des types d'utilisation du sol sont moins importants.

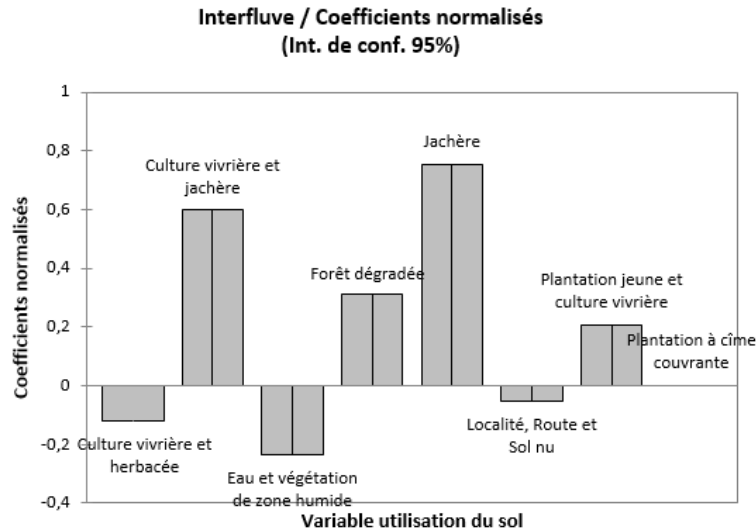
Le modèle d'utilisation du sol sur les sommets de plateau est sensiblement différent de celui des facettes des versants et des bas-fonds. En effet, sur les plateaux, les poids de cultures vivrières sont presque les mêmes que ceux des plantations (figure 3). L'observation du coefficient normalisé fait ainsi apparaître deux catégories d'utilisation du sol ayant des dynamiques différentes. Il s'agit, d'une part, de la catégorie constituée par les cultures vivrières, la forêt dégradée, la jachère et les plantations.



Source : Sentinel 2 janvier 2023 / SRTM

Figure 2 : Relation types d'utilisation du sol et topographie de mi et haut de versant

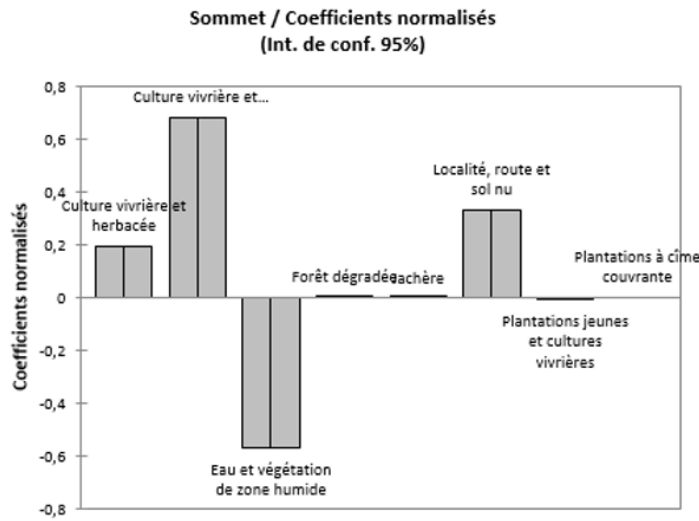
La seconde catégorie est constituée par certaines cultures vivrières, les zones humides, les sols nus et les localités. Cette dernière catégorie est donc celle qui est moins dépendante de la facette topographique de sommet de plateau.



Source : Sentinel 2 janvier 2023 / SRTM

Figure 3 : Relation types d'utilisation du sol et topographie de sommet de plateau

Les paysages de sommet de colline sont les formes les moins visibles dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê. Ces sommets font l'objet de peu d'intérêt agronomique, car ils sont pour la majorité constitués de minces couches de sol ou de roche affleurant. La figure 4 indique que les cultures vivrières et les jachères dominent sur ces sommets. Elles ont une importance quantitative deux fois supérieure aux sols nus qui sont le deuxième type d'occupation de sol. Cette végétation qui semble être des jachères et des cultures vivrières sont généralement de la végétation savanicole. Les autres types d'utilisation du sol (forêt dégradée et plantation) sur les sommets sont d'importance spatiale négligeable.



Source : Sentinel 2 janvier 2023 / SRTM

Figure 4 : Relation types d'utilisation du sol et topographie de sommet de plateau

De cette analyse de la variance topographique des types d'utilisation du sol, il ressort une typologie générale du paysage agraire :

- Les bas-fonds, les bas de versants, les mi et hauts de versant sont des facettes topographiques dominées par les cultures vivrières avec une proportion importante de jachère et des proportions non négligeables de plantations ;
- Les sommets de plateau sont beaucoup plus occupés par des jachères et secondairement par des cultures vivrières. Les plantations jeunes constituent le troisième élément le plus visible sur cette facette de relief du bassin versant du Bandama Blanc ;
- Les sommets de colline sont généralement occupés, soit par une végétation naturelle de savane et de culture vivrière, soit par des roches granitiques avec une végétation de faible densité.

L'analyse des relevés de terrain (tableau 2) permet de constater un modèle d'utilisation du sol des facettes topographiques qui valide l'approche cartographique par télédétection. Ainsi, au niveau des bas-fonds, il y a une nette prédominance des cultures vivrières (cultures annuelles), spécifiquement de la riziculture. Secondairement, il est noté la présence de cultures pluriannuelles comme les teckeraies et les cacaoyères en milieu forestier à Kondrobo. Concernant les bas de versant, les céréales occupent une place dominante dans les deux localités. Il s'agit du Maïs et du riz. Toutefois, en milieu savanicole, d'autres cultures vivrières (Banane plantain, gombo, Manioc) occupent cette facette. Les mi versants et les hauts de versant sont occupés à la fois par les cultures annuelles et pluriannuelles, avec une tendance à la dominance des cultures pérennes. Sur les sommets de plateau, deux schémas différents apparaissent. Il s'agit, d'une part, des sommets dominés par les cultures pérennes en milieu forestier comme à Kondrobo, et d'autre part, des sommets dominés par les cultures vivrières en milieu savanicole comme à Toumodi-Sakassou.

Tableau 2 : récapitulatif de l'utilisation du sol par séquence topographique à Kondrobo et Toumodi-Sakassou

Kondrobo	Coordonnées	Profil 1	Profil 2	Profil modal
Bas-fond		Teckeraie, Cacaoyère	Jachère, rizière	Céréales/agro-forêt
Bas de versant		Rizière	Jachère, Maïs	Céréales
Mi et Haut-Versant		Anacardier	Piment, Manioc, Orangier, Banane plantain	Féculents/ Agrumes
Sommet plateau		Anacardier	Orangier, Manguier, Anacardier	Agrumes

Toumodi-Sakassou				
Bas-fond		Laitue, rizière	Rizière	Céréales
Bas de versant		Palmeraie, Banane plantain, Gombo, Manioc, Maïs	Rizière	Féculeux
Mi et Haut-Versant		Anacardier, Oranger, Manguier	Banane plantain, aubergine	Agrumes
Sommet de plateau		Taro, Manguier, Maïs, Igname, Patate	Manguier, Banane plantain, Manioc, Anacardier	Féculeux

Source : Enquête de terrain 2023

3. Interprétation et discussion

3.1. Un système de culture traditionnellement basé sur le vivrier

L'analyse spatiale de l'utilisation du sol dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê indique une forte présence des cultures vivrières et des jachères d'une part (3309 km², soit 63% de la surface du bassin), et d'autre part, une faible proportion de plantation (684 km², soit 13 %). La région de Gbêkê appartient à la zone agro-écologique du domaine préforestier. Dans cet espace, les sols ont des aptitudes culturales majoritairement caractérisés par des propriétés physiques médiocres à moyennes sur des sols gravillonnaires (une faible proportion sur des sols à relief accidenté). En quantité plus modeste, il existe dans cette région des sols aux propriétés physiques médiocres (sols indurés peu profonds). Ce sont des sols remaniés-modaux et typiques-remaniés issus de granite (A PERRAUD, 1971, p 384). Ces sols conviennent aux cultures vivrières et aux cultures industrielles comme le coton. Ce sont donc des sols dont les aptitudes culturales sont majoritairement favorables aux cultures annuelles. Ce sont aussi des sols favorables à la culture des agrumes. La combinaison des propriétés physiques des sols aux conditions pluviométriques (régime climatique de transition avec une forte instabilité) a favorisé l'adoption des cultures vivrières par les populations. En effet, les systèmes culturels de la région de Gbêkê sont axés principalement sur les productions vivrières (P. DUGUE et al. 2002 p 4). C'est une région dont le système culturel traditionnel est basé sur les cultures de l'igname, de l'arachide et du manioc. En outre, plusieurs programmes de développement des cultures du riz, du maïs et du coton ont été exécutés dans cette région avec plus ou moins de succès (P DUGUE et al. 2000, p 3). Ainsi, la forte proportion des cultures vivrières dans le bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê s'explique, en partie, par les aptitudes culturales des sols et les conditions climatiques. La jachère demeure la principale technique de restauration de la fertilité des sols. Cependant, la durée de ces jachères se réduit au fil des années, à cause de la pression foncière grandissante. Les jachères durent de quatre à huit années contre plus de 10 ans dans le passé (DUGUE et al. 2002, p 4). La population rurale de cette région a une densité supérieure à 25 habitants par km², ce qui en fait une des densités les plus élevées en milieu savanicole et préforestier ivoirien.

L'analyse de la carte 2 met également en relief une présence notable de plantations dans l'espace d'étude. Il s'agit en majorité des plantations d'anacardiers. En effet, la zone des savanes, en général, et celle de l'espace de transition forêt-savane en particulier, a connu une mutation des systèmes culturels. Ainsi, cette région a connu le développement de la culture du café jusqu'au début des années 1980. Ensuite, l'état ivoirien a encouragé et soutenu le développement de la culture cotonnière de 1960 aux années 1990. Depuis 2000, la culture de l'anacarde s'impose de plus en plus dans le paysage de la région de Gbêkê (P. DUGUE et al. 2000, p 8-13 ; P. DUGUE et al. 2002 p 8). La répartition spatiale de cette culture est plus importante dans le Centre et le Nord que dans le Sud de la région, car l'anacardier a d'abord été adopté en milieu savanicole ivoirien pour descendre ensuite progressivement vers les zones forestières (DUGUE et al. 2003

p 270). L'aspect hydrique de la répartition générale des cultures se perçoit dans leur occupation du relief.

3.2. Une spécialisation des cultures par facette topographique

L'analyse des toposéquences relevés dans la région de Gbêkê met en relief un schéma général d'organisation des cultures selon les facettes topographiques. Ainsi, les bas-fonds sont occupés principalement par la riziculture et accessoirement par certaines cultures arborées (teck et cacao). Les bas de versant sont des facettes occupées en grande partie par des cultures vivrières que sont : le maïs, le riz, le manioc, la banane plantain et les légumes. Sur les mi et hauts de versant, les cultures annuelles et pluriannuelles sont pratiquées avec une légère prédominance des cultures pérennes. Sur les sommets de plateau, l'utilisation du sol est sensiblement différente, selon qu'il s'agit des milieux de savane ou de forêt semi décidue. Au niveau des écosystèmes de savane, la tendance est à des proportions plus importantes de cultures vivrières que de cultures d'exportation. En milieu forestier, par contre, c'est l'observation contraire. La répartition spatiale des cultures sur les toposéquences relève de techniques de gestion des terres et d'adaptation aux aléas de sécheresse récurrentes. En effet, R MOREL et *al.* (1980, p 5) affirme que les caractéristiques hydrodynamiques du sol sont les plus importantes à prendre en compte dans l'étude du bilan hydrique comme principal facteur limitant du développement des plantes. Ainsi, la répartition topographique des cultures révèle que les plantes les plus sensibles au stress hydrique, à savoir les cultures annuelles, sont localisées sur les facettes les plus humides (les bas-fonds et les bas de versant). Ce constat a aussi été fait par d'autres chercheurs. K. A. N'GUESSAN et *al.* (2015, 126), travaillant sur les indicateurs de dégradation physique des sols dans le Nord de la Côte d'Ivoire, constatent que les sols de bas de versant sont humides (27% à 33 %) par rapport à ceux du haut de versant (19% à 27%) et du mi versant (9% à 15 %). La texture du sol, à travers son pouvoir tampon, est donc un facteur déterminant de l'humidité des sols sur les versants. Y. T. BROU et J. L. CHALEARD (2007, P 75-77) montrent que les paysans en milieu rural ivoirien ont une profonde connaissance des sols et de leurs aptitudes culturales. Ainsi, constatent-ils une séparation, dans l'espace et dans le système de production, des cultures vivrières et des cultures arbustives, avec le développement d'une rotation vivrier-jachère dans les bas-fonds des milieux forestiers ivoiriens. Le même constat a été fait par Y. T. BROU et *al.* (2005, P 538) sur l'utilisation de plus en plus importante des bas-fonds et des bas de versant pour la production rizicole et le maraicher. L'intérêt pour ces espaces de bas-fond, en plus de leur avantage hydrique d'humidité, est dû à la saturation ou aux pressions foncières grandissantes. Ainsi, les hauts de versant et les sommets de plateau sont de plus en plus réservés aux cultures arborées pouvant résister à la sécheresse grâce à leur enracinement profond.

Conclusion

Les systèmes cultureux du bassin versant du Bandama Blanc de la région de Gbêkê sont en majorité basés sur les cultures vivrières (Ignose, Manioc, riz). Celles-ci occupent plus de 50 % des terres cultivées. Les cultures pérennes (pluriannuelles), bien qu'en proportion moins importante (13 %), sont de plus en plus visibles dans le paysage. Il s'agit principalement de la culture de l'anacarde. L'analyse topographique de la disposition des cultures aboutit à la conclusion selon laquelle les paysans cultivent les différentes parties des versants du relief (facettes topographiques) en ayant le souci de moins exposer les plantes au stress hydrique annuel. Deux perspectives majeures s'ouvrent pour la poursuite de cette étude. Il s'agit dans un premier temps de renforcer les enquêtes de terrain à travers un nombre plus important de relevé, afin que les résultats soient statistiquement significatifs. La deuxième perspective concerne l'étude détaillée des caractéristiques hydriques des sols à différent niveau de la topographie.

Références bibliographiques

BROU Yao Telesphore, AKINDES Francis, BIGO Sylvain, 2005, « La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles », *Cahiers Agricultures* vol. 14, n° 6, pp 533-540

BROU Yao Telesphore et CHALEARD Jean-Louis, 2007, « Visions paysannes et changements environnementaux en Côte d'Ivoire », *Annales de géographie* n° 653, pp 65 à 87

DEKOULA Charles Sékpa, KOUAME Brou, N'GORAN Emmanuel Kouadio, YAO Fernand Guy, EHOUMOU Jean-Noël, SORO Nagnin, 2018, « Impact de La variabilité pluviométrique sur la saison culturale dans la zone de production cotonnière en Côte d'Ivoire », *European Scientific Journal*, Vol.14, No.12, pp 143-159

DEKOULA Charles Sékpa , KOUAME Brou , N'GORAN Kouadio Emmanuel , EHOUNOU Jean-Noël, YAO Guy Fernand , KASSIN Koffi Emmanuel , KOUAKOU Julien Brou, N'GUESSA, BADOU Angelo Evariste, et SORO Nagnin, 2018, « Variabilité des descripteurs pluviométriques intra saisonniers à impact agricole dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire : zones de Boundiali, Korhogo et Ouangolo », *Journal of Applied Biosciences* 130, pp 13199 - 13212

DE REU Jeroen, BOURGEOIS Jean, BATS Machteld, ZWERTVAEGHER Ann, Vanessa GELORINI, DE SMEDT Philippe, CHU Wei, ANTROP Marc, DE MAEYER Philippe, FINKE Peter, MEIRVENNEC Marc Van, VERNIERS Jacques, CROMBE Philippe, 2013, « Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes », *Geomorphology* 186 (2013), pp 39–49

DUCROQUET Hubert, TILLIE Pascal, LOUHICHI Kamel, et Gomez-Y-Paloma. L'agriculture de la Côte d'Ivoire à la loupe. *Etats des lieux des filières de production végétales et animales et revue des politiques agricoles*, EUR 28754 FR, Publications Office of the European Union, Luxembourg, p 142

DUGUÉ Patrick, BABO Alfred, POAMÉ Anderson, et DJATO Kouakou, 2000, *Etude de la diversité des situations agricoles de la région de Bouaké: résultats d'un diagnostic pluridisciplinaire et orientations pour la poursuite des recherches*, Rapport Projet Gestion des Ressources Naturelles, Bouaké, 58 p.

DUGUE Patrick, KONE Fahiraman Rodrigue, KONE Gnagandjomon, 2002, *Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricoles des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles*. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis, Garoua, Cameroun. 12 p.

DUGUE Patrick, KONE Fahiraman Rodrigue, KONE Gnagandjomon, 2003, « Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricole des savanes de Côte d'Ivoire conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles », *Cahiers Agricultures* 2003; 12, pp 267-73

FOSSOU Rosine Marie N'guessan, SORO Nagnin, TRAORE Vieux Boukhaly, LASM Théophile, SAMBOU Soussou, SORO Tanina, OROU Rodrigue Kotchi, CISSE Mohamed Talla et KANE Alioune, 2014, « Variabilité climatique et son incidence sur les ressources en eaux de surface : cas des stations de Bocanda et de Dimbokro, Centre-Est de la Côte d'Ivoire en Afrique de l'Ouest », *Afrique SCIENCE* 10(4) pp118 – 134

KOKO L. K., KASSIN K.E., YORO G., NGORAN K., ASSIRI A. A., YAO-KOUAME A., 2009, « Corrélations entre le vieillissement précoce des cacaoyers et les caractéristiques morphopédologiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire », *Journal of Applied Biosciences* 24 pp 1508 - 1519

KOUASSI Amani Michel, KOUAME Koffi Fernand, KOFFI Yao Blaise, DJE Kouakou Bernard, PATUREL Jean Emmanuel et OULARE sekouba, 2010, « Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire », *Cybergeo: European Journal of Geography*[Enligne], Environnement, Nature, Paysage, document 513, mis en ligne le 07

décembre 2010, consulté le 13 février 2024. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeogeo/23388> ;
KOUASSI Amani Michel, NASSA Relwindé Abdoul-Karim, KOUAKOU Koffi Eugène, KOUAME Koffi Fernand et BIEMI Jean, 2019, « Analyse des impacts des changements climatiques sur les normes hydrologiques en Afrique de l'Ouest : cas du district d'Abidjan (sud de la Côte d'Ivoire) », *Revue des Sciences de l'Eau / Journal of Water Science*, 32(3), pp 207–220
KOUASSI Amani Michel, KOUAO Jean-Muller, KOUAKOU Koffi Eugène, 2022, « Caractérisation intra-annuelle de la variabilité climatique en Côte d'Ivoire », *Bulletin de l'association de géographes français* [En ligne], 99-2 | 2022, mis en ligne le 11 juillet 2022, consulté le 13 février 2024. URL : <http://journals.openedition.org/bagf/9534>
KASSIN Koffi Emmanuel, DOFFANGUI K, KOUAME B, YORO R G. et ASSA A, 2008, « Variabilité pluviométrique et perspectives pour la replantation cacaoyère dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire », *Journal of Applied Biosciences* 12: pp 633-641.
MOREL Robert, RAOULT B, FRANQUIN M P, 1980, *Agroclimatologie de la Côte d'Ivoire*, tome 1, Abidjan, 358p
N'GUESSAN Kouamé Antoine, DIARRASSOUBA Nafan, ALUI Konan Alphonse, NANGHA Krobga Yves, FOFANA Insa Jésus et YAO-KOUAME Albert, 2015, « Indicateurs de dégradation physique des sols dans le Nord de la Côte d'Ivoire : cas de Boundiali et Ferkessédougou », *Afrique SCIENCE* 11(3), pp 115 – 128
PERRAUD, Alain. *Les sols. In Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mémoire ORSTOM, Paris, 1971, vol. 50, pp 157-263.