

Dynamique d'occupation du sol, variabilité pluviométrique et production agricole des milieux savanicoles ivoiriens : cas de la sous-préfecture de Ferkessédougou (nord ivoirien)

YEO Tchéfigué Abiba, *Etudiante en Thèse, Département de Géographie, Université Peleforo GON COULIBALY, Korhogo.*

DIOBO Epse DOUDOU Kpaka Sabine, *Maître de Conférences, Université Peleforo GON COULIBALY Korhogo..*

Résumé

Les milieux naturels savanicoles de la Côte d'Ivoire sont affectés par d'innombrables pressions et modifications dues à l'intervention de l'homme. Ces interventions sont exprimées en grande partie par les activités agricoles. Ces activités sont constamment sous l'effet de la variabilité pluviométrique. Cette variabilité a une incidence sur l'ensemble des ressources en eau des milieux de savane, en saison sèche, tous les cours d'eau tarissent à l'exception des grands cours d'eau. Cette étude vise à analyser l'évolution des milieux savanicoles et l'effet de la variabilité pluviométrique sur la production agricole. La méthodologie s'appuie sur l'utilisation de la télédétection et des SIG pour analyser la dynamique des grandes classes d'occupation du sol de la zone d'étude à travers des images Landsat de 1990 et 2023. Ces classes concernent les parcelles autres cultures, les espaces de vergers d'anacarde et de mangue, la végétation, les affleurements rocheux, les habitats et les sols nus. Les cartes d'occupation du sol ont été produites à partir d'une classification supervisée par maximum de vraisemblance. Au terme, de cette étude il a été obtenu que les sols nus, les habitats et les surfaces de cultures connaissent une augmentation significative de 1990 à 2023. La chute de la production agricole est également en forte corrélation avec l'évolution de la pluie de la sous-préfecture où l'agriculture est essentiellement pluviale. Cette corrélation entre la variabilité pluviométrique et l'évolution de la production agricoles est analysée à partir du coefficient de Pearson sur la période 1990-2023.

Mots clés : Ferkessédougou, Nord-ivoirien, Dynamique d'occupation du sol, Variabilité pluviométrique

Land-use dynamics, rainfall variability and agricultural production in the savannah regions of Côte d'Ivoire : the case of the sub-prefecture of Ferkessédougou (Northern Côte d'Ivoire)

Abstract

The natural savannah habitats of Côte d'Ivoire are affected by numerous pressures and changes resulting from human intervention. These interventions are largely manifested through agricultural activities. These activities are constantly influenced by rainfall variability. This variability affects all water resources in the savannah, during the dry season, all watercourses dry up except for the major rivers. This study aims to analyse changes in savannah environments and the effect of rainfall variability on agricultural production. The methodology relies on the use of remote sensing and GIS to analyse the dynamics of the major land-use classes in the study area using Landsat imagery from 1990 and 2023. These classes include other cropland, cashew and mango orchards, vegetation, rocky outcrops, habitats and bare ground. The land cover maps were produced using maximum likelihood supervised classification. The study found that bare land, settlements and cropland increased significantly between 1990 and 2023. The decline in agricultural production is also strongly correlated with rainfall patterns in the sub-prefecture, where agriculture is predominantly rain-fed. This correlation between rainfall variability and changes in agricultural production is analysed using Pearson's correlation coefficient over the period 1990-2023.

Keywords : Ferkessédougou, Northern Côte d'Ivoire, Land use dynamics, Rainfall variability

Introduction

La sous-préfecture de Ferkessédougou est située dans la zone savanicole du nord de la Côte d'Ivoire. Elle s'étend entre les latitudes 9°30'0" et 9°50'0" Nord, et entre les longitudes 5°30'0" et 5°0'0" Ouest. Cette entité administrative est délimitée au nord par la sous-préfecture de Ouangolodougou et la frontière du Burkina Faso au Nord, au Sud par les sous-préfectures de Kagbolodougou, Badikaha et Koumbala, à l'Est par la sous-préfecture de Togonieré, et à l'Ouest par les sous-préfectures de Lataha, Diawala et Sinématiali (Figure 1). Elle couvre une superficie de 219588,43 hectares pour une population de 160267 habitants (RGPH, 2021). Cette sous-préfecture s'inscrit dans le domaine sub-soudanais caractérisé, par un climat tropical humide, marqué par une alternance de saisons sèche et pluvieuse.

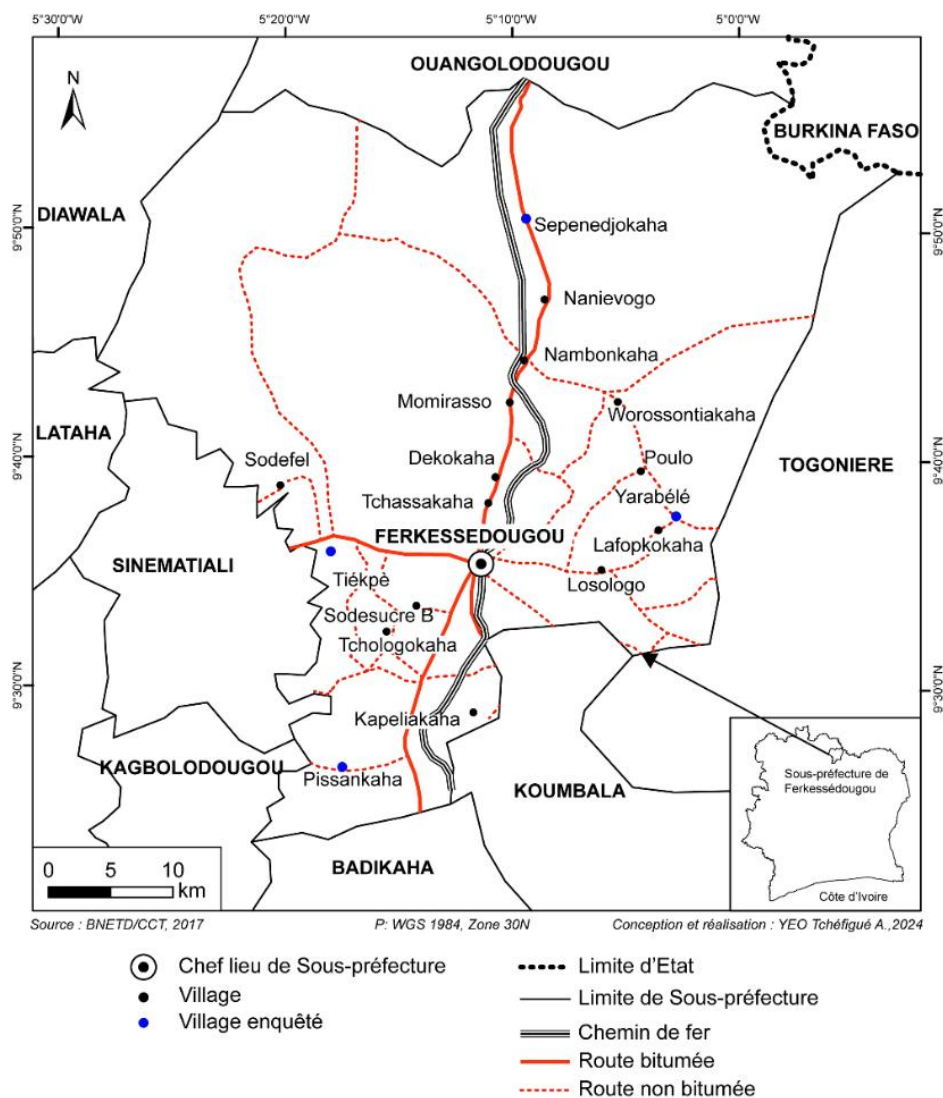


Figure 1 : Localisation de la sous-préfecture de Ferkessédougou

Ferkessédougou traverse une phase de mutation paysagère et structurelle sans précédent. Cette dynamique s'inscrit dans un contexte climatique marquée par une forte variabilité

pluviométrique, mettant à rude épreuve les systèmes agricoles traditionnels. En Côte d'Ivoire, cette variabilité pluviométrique se traduit notamment par une réduction de la durée des saisons des pluies et une perturbation des calendriers culturels, contraignant les producteurs à s'adapter (Y. T. Brou, 2010, p. 45). Parallèlement, le milieu naturel subit une pression anthropique croissante. L'extension des surfaces cultivées se fait au détriment des formations végétales naturelles (Y. N. Kouassi, 2014, p. 88). Selon K. A. Yao, (2012, p. 112), l'instabilité des précipitations dans le nord ivoirien accentue la vulnérabilité des cultures vivrières telles que le maïs et l'igname, piliers de la sécurité alimentaire locale. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'analyser comment l'interaction entre les aléas climatiques et la saturation foncière influence les capacités productives à Ferkessédougou. Il s'agit d'examiner si l'évolution des modes d'occupation du sol constitue une réponse adaptative et résiliente à la variabilité pluviométrique ou si elle contribue, au contraire, à accélérer la dégradation des ressources biophysiques, compromettant ainsi l'avenir agricole de cette région stratégique. Le problème central de cette étude est que la zone savanicole, est au cœur d'un paradoxe, d'une part, la variabilité des pluies fragilise les cycles culturels. D'autre part, la pression anthropique, liée à l'expansion des cultures et des habitats, transforme profondément l'occupation du sol.

1. Outils et méthode

Pour atteindre l'objectif fixé, la démarche méthodologique s'est appuyée sur une recherche documentaire approfondie, complétée par des observations de terrain. Les ouvrages consultés ont porté principalement sur la variabilité pluviométrique et la dynamique de l'occupation du sol. Des missions d'observation de terrain ont été effectuées afin de collecter des données empiriques. Un GPS de type gamin a été utilisé pour la géolocalisation des traces d'activités humaines ainsi que pour l'identification des zones d'apprentissage nécessaires à la phase de classification des images. Les données exploitées comprennent des informations cartographiques et des images satellitaires. Elles se composent d'une carte de localisation de la sous-préfecture de Ferkessédougou et de deux images satellitaires. Ces images sont composées d'une image Landsat 5 (TM) datant du 29/12/1990 et d'une image Landsat 8 (OLI/TIRS) du 22/01/2023. Les figures 2 et 3 sont issues des extraits de ces images Landsat suite à une classification supervisée. Le traitement des données a mobilisé cinq logiciels : Envi 5.3 pour l'analyse des images satellitaires ; ArcGIS 10.8.2 pour les applications SIG ; Adobe Illustrator pour la mise en forme des cartes ; Excel pour le traitement statistique et la réalisation des graphiques ; et Word pour la rédaction du texte de l'article. Les données recueillies ont été traitées au niveau statistique avec le logiciel Microsoft Excel. Sur les sites enquêtés, on a

identifié les parcelles de cultures et les jachères, l'état de surface des sols, les cultures pratiquées.

2. Traitement de données

La classification des images a été précédée de deux opérations à savoir : un prétraitement des images et une reconnaissance des objets sur le terrain par photographie et GPS (Global Positioning Système). Les images Landsat téléchargées étant ortho rectifiées, le prétraitement a concerné la correction atmosphérique de ces images et leur reprojection dans le système local l'utilisation de Google Earth ainsi que les espaces échantillonnés à partir du GPS ont permis d'identifier avec certitude les espaces de végétation naturelle et cultivée, les sols nus, les surfaces en eau et les zones de l'habitat. Les tables attributaires générées par la phase de vectorisation sont alors exportées sur Excel pour les calculs de superficies des unités d'occupation du sol en fonction de l'année. Puis, sur la base des statistiques obtenues, une analyse a été réalisée en évaluant les changements intervenus par le calcul du taux d'évolution globale (Tg). Ce taux d'évolution global (Tg) s'évalue à partir de la formule suivante :

$Tg = [(S2 - S1) / S1] \times 100$ où :

Tg = Taux d'évolution globale (%)

S1 = Superficie de la classe à la date t1

S2 = Superficie de la classe à la date t2 (t2 > t1)

Selon ASSALE A. A. Y., (2020, p. 66), le taux d'évolution globale est évalué par les critères :

- Si le taux calculé est supérieur à 0 (positif) alors il a eu une évolution donc un gain d'espace,
- Si le taux est inférieur à 0 (négatif) alors il a eu une régression par conséquent, on a une perte d'espace
- Si le taux est égal à 0 alors il n'y a pas eu de changement alors on a une constance.

La relation entre la pluviométrie et la production agricole a été possible grâce à la méthode de régression de Bravais Pearson. Ce coefficient a été utilisé pour mesurer la force et le sens de la relation linéaire entre les variables (Pearson, 1896). La détermination des tendances pluviométriques a été nécessaire. Elle s'est effectuée avec les données pluviométriques de 1990 à 2023 à travers le calcul de l'indice de Nicholson dont la formule est :

$$Ii = \frac{(Xi - X)}{\sigma}$$

Où

Ii = Indice pluviométrique,

X_i = Cumul de l'année i étudiée,

X = Moyenne de la pluviométrie sur la période de référence,

σ = valeur de l'écart type de la variable sur la même période de référence.

3. Résultats et discussion

3.1. Dynamique d'occupation du sol de 1990 à 2023

3.1.1. Etat d'occupation du sol de 1990 à 2023

En 1990, l'espace de Ferkessedougou était dominé par l'espace naturel, marqué par la végétation et les affleurements rocheux. Ces éléments de la nature étaient plus présents dans toute la moitié nord de la sous-préfecture. L'habitat (couleur rouge) se concentrait dans le sud, autour de la ville de Ferkessedougou. Le centre, le nord, l'est et l'ouest étaient très peu peuplés (Figure 2). La rareté de l'habitat, prouvait une intensification humaine peu significative et donc une faible empreinte des activités de l'homme sur ce milieu naturel.

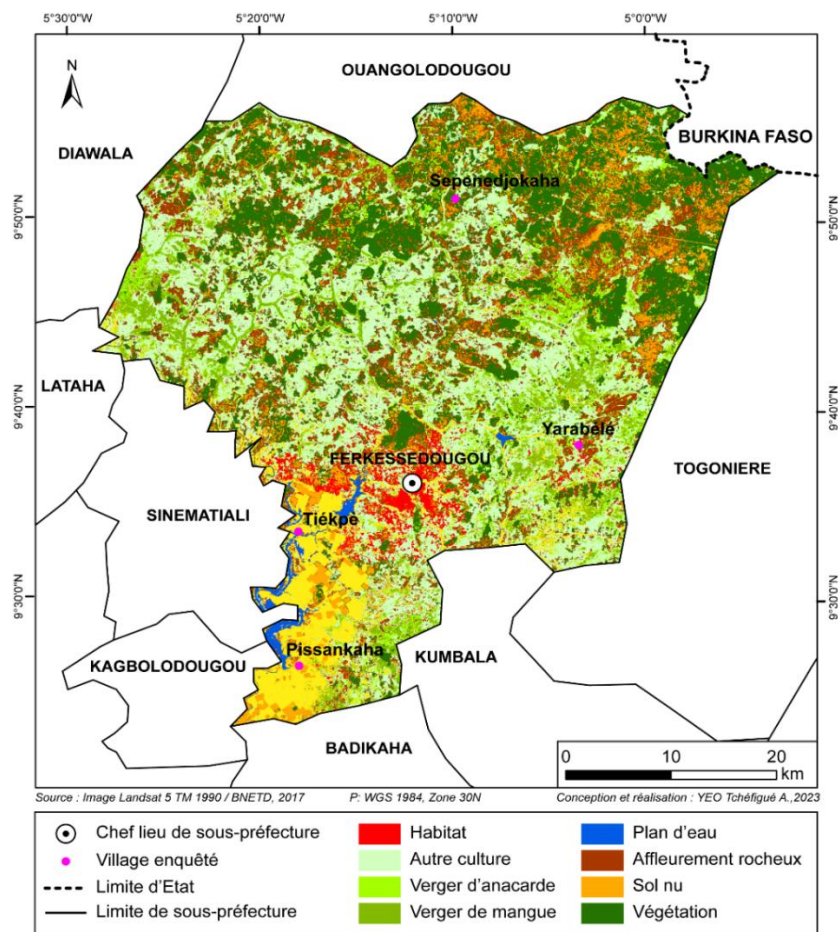


Figure 2 : Occupation du sol en 1990 de la sous-préfecture de Ferkessedougou

Pour mieux lire la figure 2, présentant l'occupation du sol en 1990, le tableau (1) a été élaboré. Il met en relief la superficie voire la proportion de chaque unité occupant le sol dans l'aire d'étude. La végétation naturel domine avec une proportion de 52,72 % ensuite viennent les sols nus avec un pourcentage de 15,25 %. Cette prépondérance du naturel témoignait d'une emprise anthropique encore modérée (43,40 %). L'enquête de reconnaissance des objets sur le terrain, a permis de conclure que les sols nus étaient des jachères ou des champs nouvellement défrichés. Les vergers de mangue (7,28 %) et d'anacarde (4,92 %) qui font partir des principales sources de revenus occupaient de faible proportion dans le milieu en 1990.

Tableau 1 : Occupation du sol de la sous-préfecture de Ferkessédougou en 1990

Unités d'occupation du sol 1990	Superficie en hectare	Proportion (%)
Végétation	115776,53	52,72
Affleurement rocheux	8518,29	3,88
Espace naturel	124294,82	56,60
Habitat	3526,85	1,61
Plan d'eau	2345,71	1,07
Verger de mangue	15990,01	7,28
Verger d'anacarde	10813,96	4,92
Sol nu	33485,14	15,25
Autre culture	22987,44	10,47
Canne à sucre	6144,50	2,80
Espace anthropisé	95293,61	43,40
Total général	219588,43	100

Source : Image Landsat TM 1990 / calculs YEO Tchéfigué A., et DIOBO Kpaka S., 2024

De 1990 à 2023, c'est-à-dire 23 ans plus tard, le milieu naturel a subi des transformations majeures dues à la forte pression démographique. Les couleurs chaudes, symboles de la pression anthropique dominant tout l'espace de la sous-préfecture (Figure 3). Il s'agit d'un bouleversement majeur du milieu. La végétation naturelle représentée par le vert pur est complètement absente. En lieu et place prédomine les autres cultures et les sols nus. L'habitat est disséminé dans toute la sous-préfecture, démontrant ainsi la capacité de l'homme à dompter la nature et à se rendant maître d'elle.

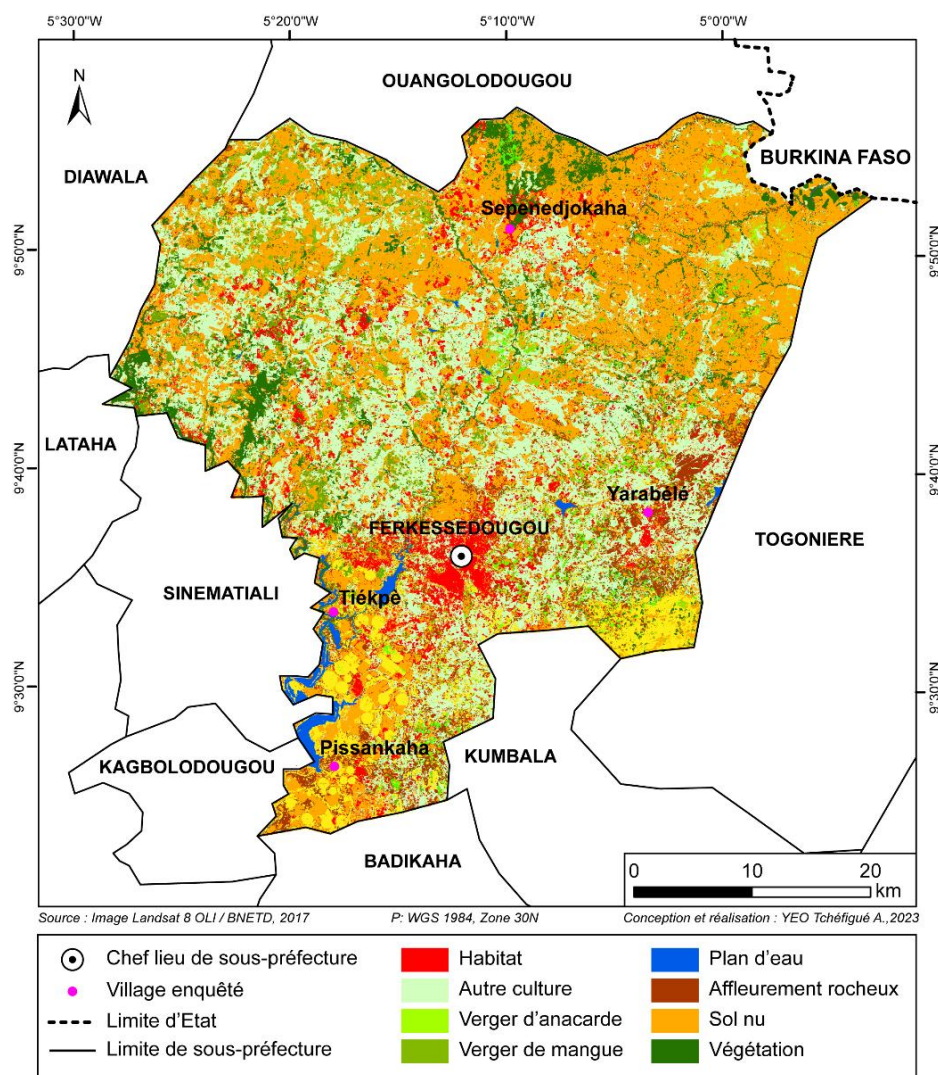


Figure 3 : Occupation du sol en 2023 de la sous-préfecture de Ferkessedougou

L'espace anthropisé a connu une forte progression au cours des 23 dernières années, passant de 43,40% à 82,44% de la superficie totale. Cette expansion s'est effectuée au détriment de l'espace naturel, qui a subi une régression marquée pour ne représenter plus que 17,56% de la superficie de la sous-préfecture en 2023. Deux unités principales d'occupation du sol traduisent la dominance de cet espace humanisé, ce sont les autres cultures (35,75%) et les sols nus (33,03%). Par ailleurs, les superficies consacrées à la culture de la canne à sucre ont doublé (Tableau 2), confirmant, l'intensification des activités agricoles. L'ampleur de la pression anthropique se manifeste également par la réduction des affleurements rocheux (0,96%), témoignant de la mise en valeur progressive des espaces initialement peu propices. Cette dynamique s'explique en grande partie par la croissance démographique, qui engendre une demande accrue en logements et en terres agricoles. Cette pression démographique à l'origine

de l'étalement de l'habitat, contribue également à la réduction des superficies occupées par les cultures pérennes dans la zone.

Tableau 2 : Occupation du sol de la sous-préfecture de Ferkessédougou en 2023

Unités d'occupation du sol	Superficie en hectare	Proportion (%)
Végétation	32138,65	14,64
Affleurement rocheux	6410,33	2,92
Espace naturel	38548,98	17,56
Habitat	8610,55	3,92
Plan d'eau	2211,71	1,01
Verger de mangue	4606,37	2,10
Verger d'anacarde	3724,60	1,70
Sol nu	72540,30	33,03
Autre culture	78500,35	35,75
Canne à sucre	10845,57	4,94
Espace anthropisé	181039,45	82,44
Total général	219588,43	100

Source : Image Landsat OLI 2023 / calculs YEO Tchéfigué A., et DIOBO Kpaka S., 2024

3.1.2. Mutation marquée dans la sous-préfecture de Ferkessédougou

La Figure 4 présente le taux d'évolution globale des unités d'occupation du sol à Ferkessédougou.



Source : Calculs YEO Tchéfigué A., et DIOBO Kpaka S., 2024

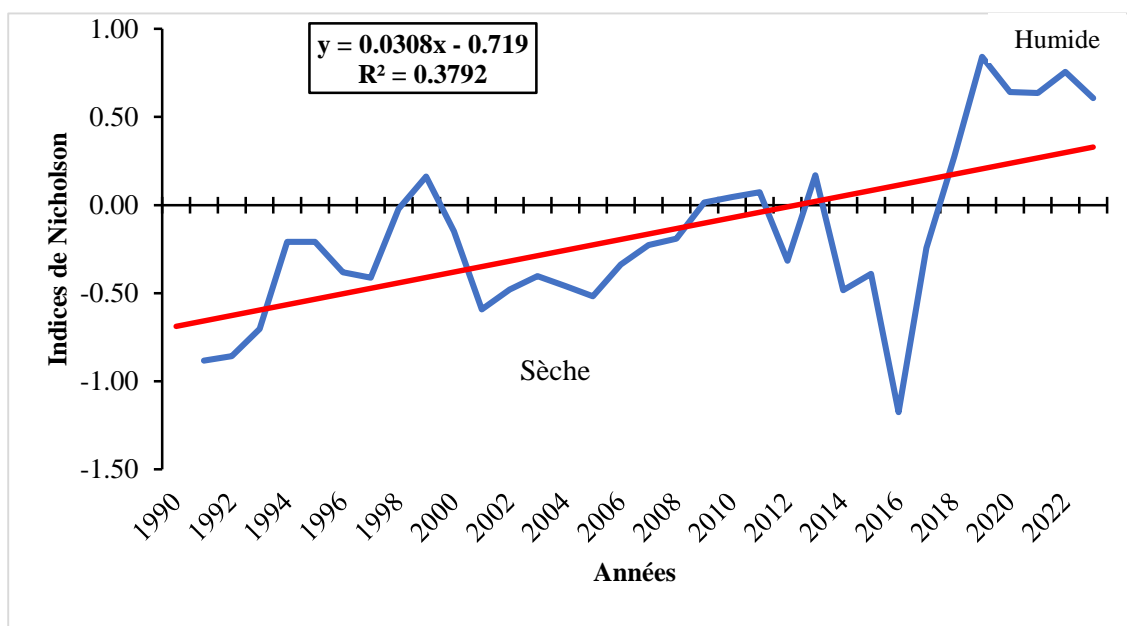
Figure 4 : Taux d'évolution globale de l'espace de 1990 à 2023 dans la sous-préfecture

L'analyse des données met en exergue une dynamique spatiale contrastée, caractérisée par une forte progression des espaces anthropisés au détriment du couvert végétal naturel et des vergers

(anacardiens et manguiers). Les classes « autre culture » (240 %), « habitat » (150 %) et « sol nu » (120 %) affichent les croissances les plus significatives. Cette extension spatiale traduit une pression anthropique particulièrement intense, liée à l'expansion urbaine et à la diversification des activités agricoles. A l'opposé, les unités naturelles, notamment la végétation et les affleurements rocheux enregistrent des taux d'évolution négatifs. Plus remarquable encore, les vergers de manguiers et d'anacardiens connaissent un recul important, estimé entre -50 % et -60 %. Ces transformations suggèrent une mutation profonde des systèmes de production ou une reconversion progressive des terres, marquée par l'extension des zones habitables et des espaces agricoles au détriment des formations végétales naturelles et des cultures pérennes.

3.2. Evolution de la pluviométrie à Ferkessédougou

Les données pluviométriques de 1990 à 2023 de la sous-préfecture de Ferkessédougou présentent une tendance générale à la hausse, malgré de fortes fluctuations interannuelles (Figure 5).



Source : CRUTS_4.07, Tera-climate, 2025 et SODEXAM 2017

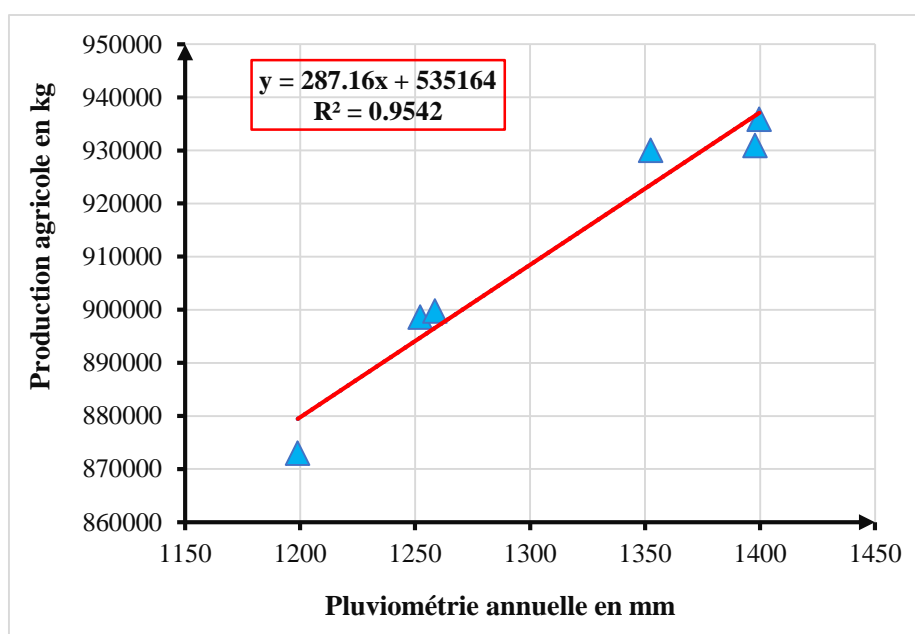
Figure 5 : Tendence pluviométrique de la station de Ferkessédougou de 1990 à 2023

La série chronologique de 34 ans révèle une instabilité du régime pluviométrique, caractérisée par alternance d'années excédentaires et déficitaires. De 1990 à 2023, la moyenne pluviométrique de la station est de 1177,4 mm d'eau. Deux sous-tendances se dégagent de la série : une sèche et l'autre humide. En effet, la première caractérisée de phase sèche part de 1990 à 2005 avec

une moyenne de 1101,93 mm d'eau. Soit un déficit de 75,45 mm d'eau traduisant le stress hydrique que les végétaux naturels et cultivés ont connu. La seconde sous-tendance humide enregistre un excès de 11,41 mm d'eau. Elle part de 2006 à 2023 avec une moyenne pluviométrique interannuelle de 1188,81 mm. Par ailleurs, le coefficient directeur positif de l'équation de la droite montre que la pluviométrie est à la hausse dans cette sous-préfecture. Cette amélioration de la pluviométrie à des conséquences positives sur la production agricole.

3.3. Corrélation entre la pluviométrie et la production agricole

Dans cette corrélation, la variable explicative est la pluviométrie annuelle et la production agricole est la variable expliquée. Une courbe de tendance linéaire a été ajoutée au nuage de points obtenu (Figure 6).



Source : Enquête YEO Tchéfigué A., 2024, CRUTS_4.07, Tera-climate, 2025 et SODEXAM 2017

L'analyse du signe du coefficient directeur de l'équation de droite et l'allure de la courbe révèlent que la production agricole croît de manière proportionnelle avec la pluviométrie. Avec un niveau de significativité de 5% et un degré de liberté 4, le r lu dans la table de Bravais Pearson est de 0,8116. Le coefficient de corrélation étant égal à 0,9768 est supérieur au r lu. Il existe donc une relation linéaire de forte significativité entre les deux variables. Le coefficient de détermination, qui traduit l'intensité de la relation entre la pluviométrie annuelle et la production agricole, montre que 95,42% de la variabilité de la production agricole est expliquée par la pluviométrie annuelle. Par conséquent, on conclut que dans la sous-préfecture de Ferkessédougou chaque millimètre de pluie tombée influence le volume de production agricole.

4. Discussion

La dynamique de l'occupation du sol à Ferkessédougou s'inscrit dans un processus global de savanisation et de fragmentation de l'espace naturel. Y. T. Brou, (2005, p. 84) souligne que la péjoration climatique des décennies 1970-1980 a agi comme un catalyseur des mutations spatiales en Côte d'Ivoire. Cette observation est complétée par I. Savané, (1997, p. 112) qui montre une corrélation étroite entre la baisse des indices de végétation et l'extension des surfaces cultivées. Ces recherches corroborent avec nos résultats, qui stipulent une régression de la végétation de -72 % et une augmentation des espaces de cultures de 241 % de 1990 à 2023. A Ferkessédougou, cette pression anthropique est exacerbée par la culture industrielle (cane à sucre) avec un taux d'évolution de 76,51 %. Les résultats de K. Kouakou, (2010, p. 45) corroborent les nôtres, pour lui l'expansion des complexes sucriers a profondément restructuré l'espace rural, au détriment des formations forestières résiduelles.

Pour cette étude, la variabilité pluviométrique se perçoit non seulement par la baisse des cumuls annuels, mais aussi par une mauvaise répartition mensuelle des pluies. Les travaux de T. A. Goula Bi, (2006, p. 158), rejoignent ce résultat. Ils indiquent que la variabilité pluviométrique dans le Nord ivoirien se manifeste non seulement par une baisse des cumuls annuels, mais surtout par une mauvaise répartition saisonnière. Pour G. Soro, (2014, p. 201), cette instabilité des pluies influence négativement les rendements des cultures. Son résultat confirme le nôtre qui stipule que 95,42 % de la production agricole dépend de la pluviométrie annuelle. Z. Koli Bi, (2003, p. 76) met en cause d'autres facteurs, à savoir : la dégradation des sols, la réduction des temps de jachère causée par la pression foncière. K. P. Anoh, (2007, p. 147) conclut que sans une gestion intégrée des ressources foncières et une meilleure prévisibilité climatique, la sécurité alimentaire de ces zones savaniques restera structurellement fragile.

Conclusion

De 1990 à 2023, le paysage de la sous-préfecture de Ferkessédougou a connu des transformations majeures. Cette dynamique a provoqué la dégradation du milieu naturel (végétation naturel et affleurement rocheux) au profit des espaces cultivés et aménagés. L'espace humanisé est donc passé à 82,44 % entraînant une forte réduction du milieu naturel à 17,56 %. L'évolution et la bonne répartition de la pluviométrie influence à 95,42 % la production agricole. Les précipitations sont caractérisées par une grande variabilité qui peut être interprétée comme une des manifestations du changement climatique qui impactent les rendements agricoles.

References bibliographiques

ANOH Kouassi Paul, 2007 : Pression anthropique et dynamique des paysages en Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat d'État, Université de Cocody, Abidjan, 450 p.

BROU Yao Télésphore 2010 : Climat, mutation de la végétation et occupation du sol en Côte d'Ivoire, HDR, Université de Lille, 215 p.

BROU Yao Télésphore, 2005 : Climat, mutation de la végétation et occupation du sol en Côte d'Ivoire, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR), Université de Lille 1, 215p.

GOULA Bi Tié Albert, 2006 : « Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau en zone tropicale humide : cas de la Côte d'Ivoire », Revue des sciences de l'eau, vol. 19, n°3, pp. 149-163.

KOLI BI Zuéli, 2003 : Agriculture et dégradation des sols en zone de savane : défis et perspectives, Éditions Universitaires de Côte d'Ivoire, Abidjan, 180 p.

KOUAKOU Koffi, 2010 : « Impact de la culture industrielle du sucre sur l'environnement à Ferkessédougou », Cahiers de l'IGT, n°12, pp. 40-58.

KOUASSI Yao N'goran 2014 : Analyse spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Nord ivoirien par télédétection, Thèse de Doctorat, Université d'Abidjan-Cocody, 288 p

SAVANÉ Issiaka, 1997, Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des formations cristallines de la Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat, Université d'Abidjan, 230 p.

SORO Gneneyoupa, 2014 : « Variabilité climatique et impacts sur la production de coton dans le Nord de la Côte d'Ivoire » Afrique Science, vol. 10, n°2, pp. 195-208.

YAO KOUASSI Apollinaire, 2012 : Agriculture et changements climatiques en Côte d'Ivoire : défis et opportunités, Éditions Universitaires Européennes, 160 p.