

Impacts de la dynamique récente de la population humaine sur les écosystèmes de forêt et de savane de la région de la Marahoué (centre ouest de la Côte d'Ivoire)

Konan Maxime KRAMO

konanmax100@gmail.com

Université d'Orléans (France) et l'Université Alassane Ouattara (Bouaké, Côte d'Ivoire),
Laboratoire CEDETE et le laboratoire URED

Rachid NEDJAI

rachid.nedjai@univ-orleans.fr

Université d'Orléans (France), laboratoire CEDETE (Orléans, France)

Zamblé Armand TRA BI

trabiarmand@uao.edu.ci

Université Alassane Ouattara Côte d'Ivoire, laboratoire URED (Bouaké, Côte d'Ivoire)

Oumar MAREGA

oumar.marega@univ-orleans.fr

Université d'Orléans (France), laboratoire CEDETE, (Orléans, France)

Résumé

L'objectif de cet article est de montrer l'impact de la dynamique récente de la population sur la végétation entre le nord savanicole et le sud forestier de la région de la Marahoué. L'étude s'appuie sur une analyse multi-échelle de l'indice de végétation EVI, issu des données MODIS-Terra de 2001 à 2020, ainsi que les données des recensements de la population de 1998, 2014 et 2021. Les résultats ont montré dans un premier temps, qu'en 2014, la croissance démographique se concentrait principalement dans le sud, avec les densités supérieures à 100 habitants/km². En revanche, en 2021, la population est devenue plus dense dans le nord, principalement dans les sous-préfectures de Gohitafla et de Maminigui, avec les densités de population supérieures à 100 habitants/km². L'augmentation et les mouvements migratoires des populations modifient la végétation de la région avec les activités agricoles qui accompagnent. Toutefois, la végétation tend à se stabiliser dans le nord savanicole, malgré l'augmentation de la population. En outre, la variabilité spatio-temporelle de la végétation est globalement plus élevée dans les zones proches des localités par rapport aux zones éloignées, sauf des espaces spécifiques (parc ou fleuve) soumis à des contraintes environnementales particulières.

Mots clés : Densité de population, végétation, indice EVI, région de la Marahoué

Impacts of recent human population dynamics on the forest and savanna ecosystems of the Marahoué region (central-western ivory coast)

Abstract

The aim of this article is to show the impact of recent population dynamics on vegetation between the savanna north and the forest south of the Marahoué region. The study is based on a multi-scale analysis of the EVI vegetation index, derived from MODIS-Terra data from 2001 to 2020, as well as population census data from 1998, 2014 and 2021. The results showed that, in 2014, population growth was mainly concentrated in the south, with densities above 100 inhabitants/km². In contrast, by

2021, the population had become denser in the north, mainly in the sub-prefectures of Gohitafla and Maminigui, with population densities above 100 inhabitants/km². Population growth and migratory movements are modifying the region's vegetation, along with the agricultural activities that go with it. However, vegetation is tending to stabilize in the savannah north, despite population growth. Furthermore, the spatio-temporal variability of vegetation is generally higher in areas close to localities than in remote areas, with the exception of specific areas (park or river) subject to particular environmental constraints.

Key words: Population density, vegetation, EVI index, Marahoue region

Introduction

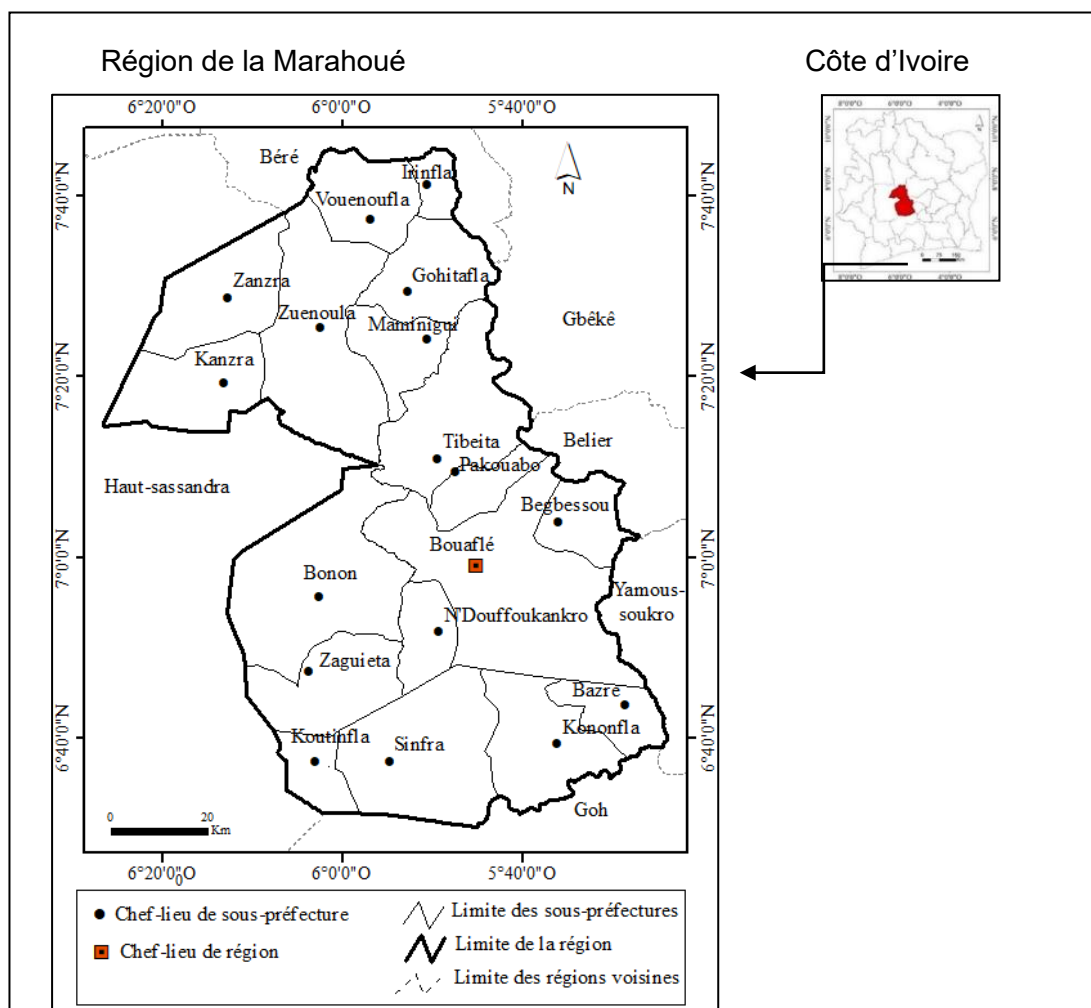
L'augmentation de la population constitue l'un des défis majeurs auxquels font face la plupart des pays en développement. Les espaces ruraux comme urbains sont confrontés à une augmentation exponentielle de la population dans toutes les régions. L'Afrique subsaharienne en général est très touchée par l'augmentation remarquable de la population. Et même, les études révèlent encore une croissance de 28 % de la population dans la zone sahélienne dans la décennie à venir, alors que la moyenne mondiale prévue est de 11 % (OCDE/FAO, 2016). Et à cet effet, la problématique liée aux pressions démographiques demeure une préoccupation majeure. Cette problématique est omniprésente dans les textes qui examinent le déboisement, la dégradation des sols, la perte et la dégradation de la biodiversité, les menaces de paix, la stabilité future, ainsi que le réchauffement de la planète (Agrawal, 2018). En Côte d'Ivoire, particulièrement, aussi bien en milieu rural qu'urbain, la population a connu une croissance significative. La densité de la population est passée de 8 habitants/km² en 1950 à 71 habitants/km² en 2015 (Kouakou et al. 2018). A Soubré, par exemple, les pressions démographiques sont devenues de plus en plus remarquables (Kouadio et Aloko, 2015). La population y est passée de 29 300 habitants en 1986 à 61 579 en 1975, puis à 521 914 habitants en 1998. L'augmentation exponentielle de la population a provoqué une pression foncière dans les zones rurales, poussant les populations à la conquête des aires protégées de l'Etat. Certaines populations ont occupé les aires protégées. Le parc national de la Marahoué, par exemple, a été fortement envahi par les populations (Kouakou et al, 2016). On y recensait 174 unités d'habitation en 2015, regroupés en campements et hameaux. Ces installations résultent principalement des populations venues des autres régions du pays, notamment les Lobi, Mossi, Sénoufo, Baoulé. Face à ces enjeux, la Côte d'Ivoire a mis en place des politiques environnementales de reboisement pour limiter les impacts de la pression anthropique. Mais les crises foncières et les pressions démographiques n'ont fait que s'aggraver dans les régions agricoles. Par ailleurs, la crise politico-militaire survenue en Côte d'Ivoire en 2011 a accentué les déplacements des populations avec une forte pression sur la végétation pour les besoins de culture. C'est dans ce contexte de dynamique migratoire récente des populations et les transformations des écosystèmes de forêt et de savane que s'inscrit la présente étude. L'objectif est de montrer l'impact de la dynamique récente de la population sur la végétation entre le nord savanicole et le sud forestier et d'analyser l'impact de la dynamique de la population sur la végétation de la région de la Marahoué.

1- Données et méthodes

1.1- Présentation de l'espace d'étude

Située dans la zone de transition préforestière ivoirienne, principalement dans la zone de contact forêt-savane (figure 1). La région de la Marahoué couvre une superficie totale d'environ 8 500 km². Sa diversité écologique en fait un environnement très attractif des populations plus ou moins agricoles venues de divers horizons, potentiellement en quête des terres de cultures. La position stratégique renforce l'importance de la région de la Marahoué

comme zone de transit pour l'acheminement des productions agricoles vers les marchés de consommation. La figure 1 illustre la localisation géographique de la région de la Marahoué.



Source : INS, 2015

Réalisation : KRAMO et al 2023

Figure 1 : Localisation de la région de la Marahoué

1.2- Les données de l'étude

Les données de diverses sources ont été collectées pour cette étude. Il s'agit des données de source satellitaire et des statistiques de la population (RGPH) de 1998, 2014 et 2021. Les premières sont des données d'indice de végétation permettant d'apprécier la dynamique du couvert végétal (EVI) (Spotifarm, 2020). Ce sont essentiellement les produits MOD13Q1 de MODIS-EVI 15-day de 250m de résolution spatiale de 2001 à 2020. Tout comme l'indice NDVI, les valeurs sont comprises entre -1 et 1, mais à la différence du NDVI, l'indice de végétation amélioré (EVI) corrige certaines imperfections liées aux variations de l'angle d'incidence solaire, aux conditions atmosphériques ou encore les signaux de la couverture du sol en dessous de la végétation.

Des séries MODIS EVI de 2001 à 2020 ont été exploitées pour analyser la dynamique du couvert végétal. Toutes les images ont été organisées suivant la chronologie inter et intra-annuelle de 2001 à 2020. A ces dernières sont associées les données collectées sur le terrain et auprès des structures (données de population, villages et campements).

1.3- collecte des données par enquête de terrain

La méthode par choix raisonné a été appliquée pour cette étude à partir des quotas fixés par département à partir des objectifs de base. Il s'agit d'enquêter les localités où les populations ont remarquablement diminué et/ou augmenté, comparativement aux densités de population de 2014 et 2021. Les sous-préfectures représentatives sont les zones où les taux d'accroissement sont plus élevés ou en baisse. Les localités ont été choisies à partir d'une pré-enquête réalisée auprès des structures ANADER (Agence Nationale d'Appui au Développement Rural), SODEFOR (Société des Forêts) et des directions départementales agricoles d'une part, et, d'autre part, à partir des cartes des densités des populations (diminution ou augmentation de densité de population entre 2014 et 2021). Au total, 624 paysans ont été interrogés dans toute la région. Les enquêtes quantitatives ont été réalisées sur la base d'un questionnaire administré auprès des populations locales. Les regroupements des paysans en coopératives ou en associations paysannes ont également facilité la conduite des missions. A cet effet, 10 coopératives et regroupements avec environ 10 membres chacune ont été enquêtées à travers toute la région.

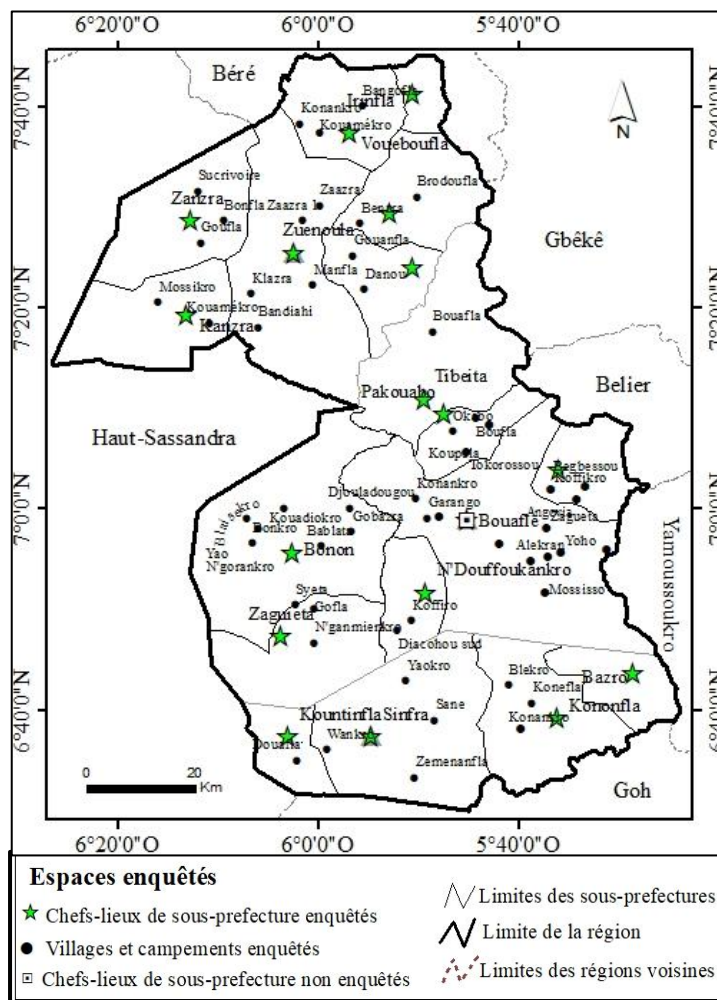
En outre, les trois départements de la région de la Marahoué ont été supervisés. Des raisons d'ordre écologique expliquent ce choix. Il s'agit de la prise en compte des deux écosystèmes (forêt et savanes). Les enquêtes sociales ont été globalement réalisées dans les campements et hameaux afin d'analyser la dynamique de la population à des échelles plus fines. En général, 4 sous-préfectures en moyenne par Département ont fait l'objet d'enquêtes. Toutefois, les personnes interrogées varient d'une localité (campements) à un autre. Le tableau ci-dessous illustre les effectifs globaux des populations enquêtées.

Tableau 1 : Effectifs des populations enquêtées par sous-préfecture

Départements	Sous-préfectures	Population totale	Population enquêtée	Total échantillonné/Département
BOUAFLÉ	Bonon	112629	71	208
	Bouaflé	167263	106	
	N'douffoukankro	29097	18	
	Pakouabo	18977	12	
SINFRA	Bazré	30562	27	208
	Kononfla	50776	45	
	Sinfra	130277	116	
	Koutinfla	22181	20	
ZUENOULA	Gohitafla	35440	45	208
	Kanza	27982	36	
	Vouenoufla	18545	24	
	Zuenula	80949	103	
Total			624	

Source : RGPH, 2014

Un total de 25 localités (villages et campements) a été enquêté. Ces localités ont été globalement choisies à partir des pré-enquêtes réalisées auprès des structures d'encadrement des paysans et de la dynamique du couvert végétal observée. Il s'agit des localités où les populations ont significativement augmenté ou diminué. La carte 2 illustre les espaces enquêtés.



Source : INS, 2015 Réalisation : KRAMO et al, 2021

1.4-Traitement des données de l'étude

Les données sociodémographiques et les indices de végétations (EVI) ont été traités. Des calculs statistiques ont été appliqués de part et d'autre pour la connaissance des densités de population, des taux d'accroissement, de la projection de la population à l'horizon 2030, ainsi que pour la connaissance de la variation de la végétation.

1.4.1-Traitement des statistiques de population de 2014 et de 2021

Le traitement des données de population de 2014 et de 2021 a été par le calcul du taux d'accroissement moyen annuel et de la projection de la population à l'horizon 2030 à l'échelle des différentes sous-préfectures. Celle-ci a été déterminée à partir du taux d'accroissement de la population entre 2014 et 2021. Les formules appliquées sont les suivantes :

$$TAMA = \left(\frac{P_{2021}}{P_{2014}} \right)^{1/n} - 1 \times 100 \quad (1)$$

Avec TAMA : Taux d'Accroissement Moyen Annuel (%)

n : la différence d'année (2021-2014)

P₂₀₂₁ et P₂₀₁₄ : Population de 2014 et 2021

$$P_{2030} = P_{2014} \left(\frac{TAMA}{100} + 1 \right); \quad (2) \text{ Avec P : population en 2030}$$

1.4.2-Traitement des données MODIS-EVI de 2001 à 2020

Les images MODIS-EVI ont fait l'objet d'un prétraitement (sur la zone de nuage). Il s'agit de répertorier les bandes de nuages sur les images et les corriger en appliquant le factor scale (0.005). Celle-ci a permis de déterminer les variations spatiales des conditions de végétation de la période 2001 à 2020. Les données d'indice EVI exploitées ont été directement extraites sur les scènes MODIS.

Mais, il se définit par l'équation ci-dessous (Brun, 2004, inspiré de Huete et al, 1997) :

$$EVI = G * \frac{NIR - R}{NIR + C1 * R - C2 * B + L} ; \quad (3)$$

Avec NIR : Near InfraRed ; R = Red ; B= Blue ; et C1, C2, L, G = Coefficients de corrélation

Ces données d'indice ont permis d'analyser la dynamique de la végétation à travers le calcul de la variation de la végétation.

- **Calcul de la variation de la végétation ou du coefficient de variation**

Le coefficient de variation donne la mesure relative à la dispersion. Ce qui est utile pour l'analyse de la variabilité spatio-temporelle d'une zone pour une période donnée. La formule appliquée se traduit comme suit (Lu et al, 2015).

$$Vs = \frac{Ec}{Moy} * 100 \quad (4)$$

Avec : Vs = Variation spatiale 2001-2020 (%)
Moy = Moyenne à long terme (2001-2020)
Ec = Ecart-type à long terme (2001-2020)

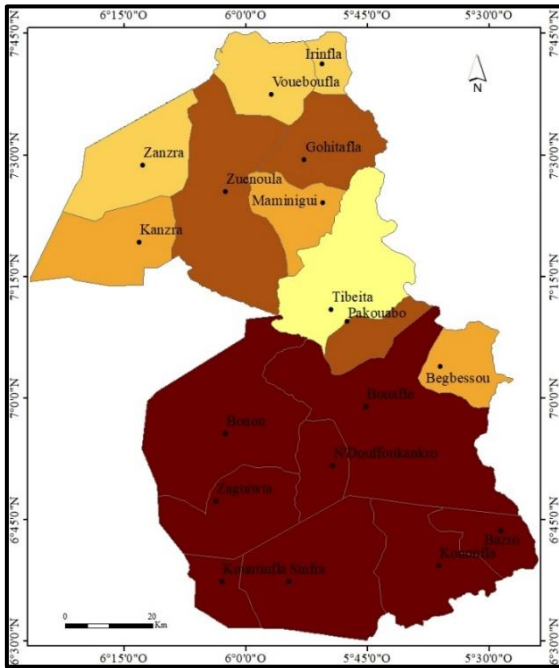
Lorsque la valeur est élevée, on peut conclure à une végétation instable, et lorsqu'elle est faible, la végétation est dite stable. En général, les valeurs proches de 0 traduisent la stabilité de la végétation. Les valeurs sont définies ici en pourcentage (%).

2- Résultats

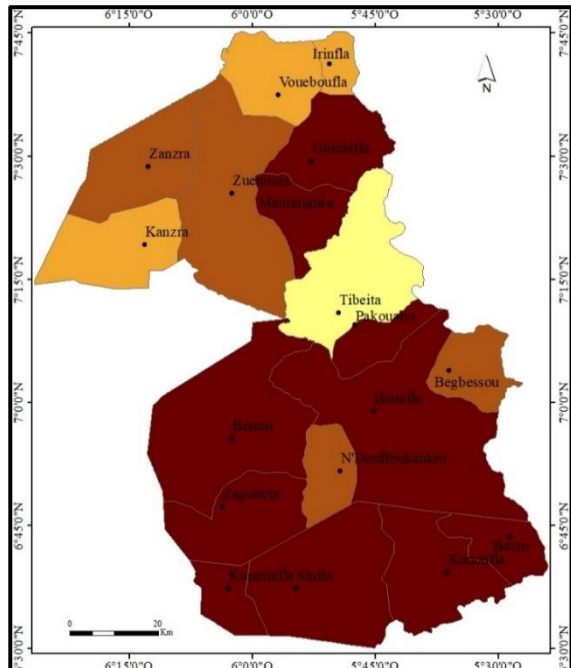
2.1-Dynamique spatio-temporelle de la population dans la région de marahoue

L'analyse des données démographiques de la région montre une importante variation spatio-temporelle de la population entre 2014 et 2021 (planche cartographique 1). D'abord, la population globale de la région estimée à 554 807 habitants en 1998 est passée à 858 125 habitants en 2014 et à 985 398 en 2021, soit une augmentation de 54 % entre 1998 et 2014 et 14 % entre 2014 et 2021. L'augmentation exponentielle de la population entre 1998 et 2014 s'explique par la saturation foncière du sud forestier ivoirien et le déplacement de la population du sud vers le centre de la zone de contact peu abondante de la végétation. En effet, en 2014, seules les sous-préfectures du sud de la région étaient les plus peuplées (carte 1-A). Les sous-préfectures de Sinfra, Bazre, Bouaflé et Bonon étaient respectivement les plus peuplées avec les densités supérieures à 100 habitants/km² en 2014. A cette date, cette zone était l'une des plus grandes régions de production cacaoyère de la Côte d'Ivoire (ANADER, 2022). Les populations se sont installées dans cet espace pour la culture du cacao. A cette période, la sous-préfecture de Bonon par exemple avait une population de plus de 13 000 habitants (RGPH, 2014), du fait de la présence du parc national de la Marahoué illégalement exploité par les paysans. Quant aux sous-préfectures de Bouaflé et de Sinfra, en plus des ressources forestières, elles sont les pôles administratifs des localités du sud de la région. L'espace du nord, quant à lui, était très peu peuplé, avec des densités de population inférieures à 80 habitants/km².

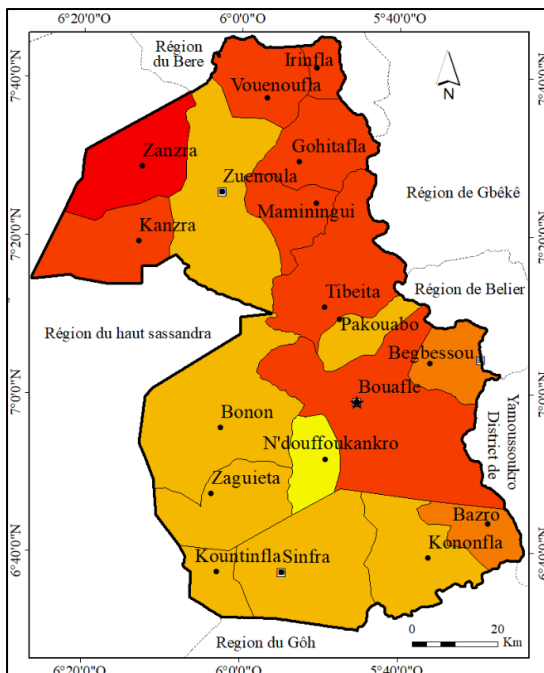
Carte 1-A : Densité de la population en 2014



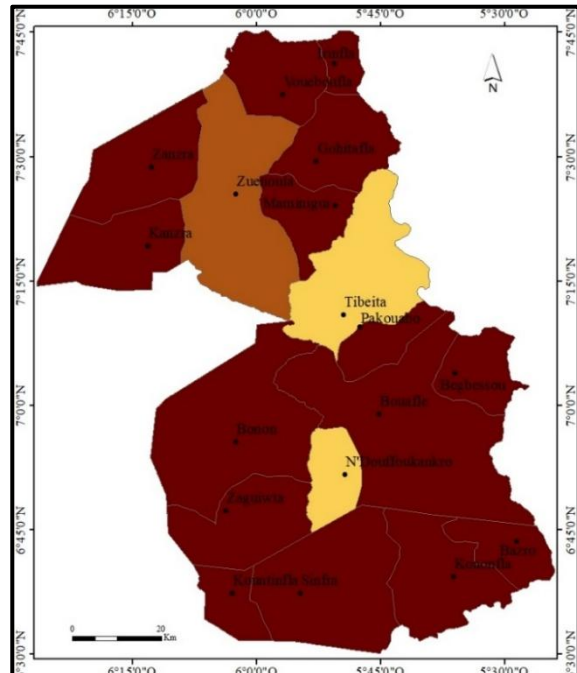
Carte 1-B : Densité de la population en 2021



Carte 1-C : Taux d'Accroissement Moyen Annuel 2014 et 2021



Carte 1-D : Estimation de la population en 2030



Densité de population (habitants/km²)

- Inférieur à 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100
- Supérieur à 100

Taux d'Accroissement Moyen Annuel

- 5,19
 - 5,18 - 1,26
 - 1,26 - 3,08
 - 3,08 - 5,13
 - 5,13 - 8,51
- Chefs-lieux de sous-préfectures
 - Chefs-Lieux de département
 - ★ Chef-Lieu de la région
 - ⎯⎯⎯ Limites des sous-préfectures
 - ⎯⎯⎯ Limite de la région

Planche cartographique 1 : Dynamique spatio-temporelle de la population entre 2014 et 2030

Source : INS/CCT, RGPH 2014, 2021

Réalisation : KRAMO et al, 2023

En revanche, un changement de la tendance se perçoit en 2021 (carte 1-B). D'abord, la densité moyenne de la population de la région de la Marahoué est passée de 95 habitants/km² en 2014 à 115 habitants/km² en 2021, soit une augmentation de 21 % d'habitants pendant cette période. Les densités de population ont différemment augmenté dans les sous-préfectures du nord par rapport à celles du sud. Au niveau du sud, les densités sont restées presque constantes avec des densités globalement supérieures à 100 habitants/km². La sous-préfecture de N'douffoukankro particulièrement, avec une densité de 133 habitants/km² en 2014, est passée à 91 habitants en 2021, soit une baisse de 31 %. Pakouabo et Begbessou par contre enregistrent des hausses de densité, avec respectivement les densités de 95 à 102 habitants/km² et de 70 à 97 habitants/km² en 2014 et 2021. Le secteur de N'douffoukankro, contrairement aux localités voisines, est très occupé par les îlots de savanes. A cet effet, les secteurs de Pakouabo et Begboussou ont accueilli des paysans venus de ces milieux et même d'ailleurs. Les paysans se sont déplacés dans ces milieux au cours de cette dernière décennie pour la culture du cacao et l'activité de l'orpaillage. Ces deux secteurs présentent des végétations peu denses, plus ou moins favorables à cette culture. Ce sont des espaces autrefois marginalisés au profit des milieux forestiers du sud ivoirien.

En outre, au niveau du nord de la région, les sous-préfectures de Gohitafla et de Maminigui enregistrent les densités les plus élevées, avec les densités respectives de 88 à 115 habitants/km² et de 75 à 105 habitants/km². Aussi, la sous-préfecture de Zanzra enregistre une augmentation significative de la densité de sa population. Elle est passée de 51 à 90 habitants/km² de 2014 à 2021. Les populations se sont installées dans ces deux zones pour la culture de l'anacarde, et à Zanzra pour la production du sucre auprès de la société sucrière « Sucrivoire ». L'ensemble de ces changements explique, par conséquent, les taux d'accroissement plus élevés dans le secteur nord au cours de la période 2014-2021 (Carte 1-C). Les sous-préfectures du nord, notamment Zanzra ont été les plus attractives au cours de cette période 2014 - 2021, avec un taux d'accroissement de 8,41 % à Zanzra.

Par ailleurs, la population augmenterait encore dans les sous-préfectures du nord de la région d'ici 2030 (carte 1-D). Les sous-préfectures de Kanzra, Irinfla, Vouenoufla et Zanzra auraient de même les densités de population supérieures à 100 habitants/km². Ce qui explique l'expansion des champs d'anacardier. Par contre, les sous-préfectures de N'douffoukankro et Tibeita accuseraient des baisses remarquables de la population pour les raisons liées aux difficultés de la redynamisation de la cacaoculture. Toutefois, les politiques agricoles mises en place par les pouvoirs publics permettront d'inverser la tendance actuelle. Les déplacements des populations dans les différents secteurs s'expliquent par une diversité de facteurs à la fois humains et naturels.

2.2- Les facteurs occasionnant le déplacement des populations vers le nord savanicole

Les déplacements incessants des populations rurales résultent d'une diversité de facteurs à la fois naturels et sociaux. Les dégradations des sols, les pénuries de terres arables en forêt, les crises sociopolitiques, les pressions parasitaires (recrudescence de la maladie des cacaoyers, notamment le Swollen shoot) et les pressions climatiques sont les facteurs les plus indéniables des déplacements (figure 2).

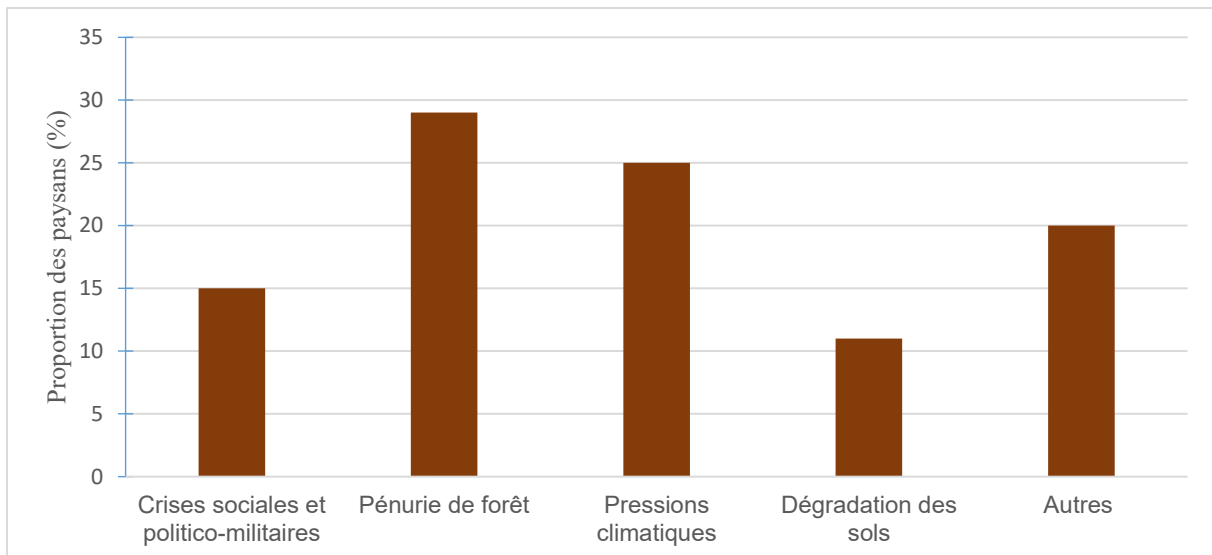


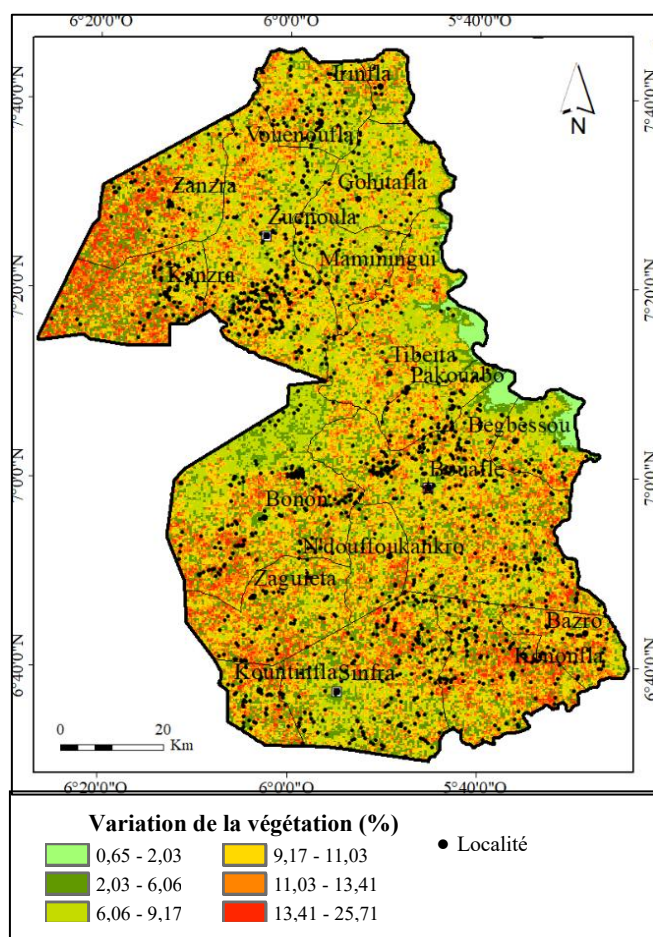
Figure 2 : Les facteurs de déplacement des populations rurales
 Source : Enquête de terrains, 2021 et 2022

Le facteur dominant occasionnant les déplacements des populations rurales dans l'ensemble de la région de la Maraghoué est le manque de terres de cultures en forêt, avec 29 % des préoccupations selon les paysans de la région. De base, plusieurs paysans de la région sont venus des autres régions de la Côte d'Ivoire et des pays voisins (Burkina Faso, Mali, Guinée, etc.). Ils étaient des exploitants agricoles dans les régions d'origine. En effet, du fait de la pénurie de forêts et de la défoliation précoce des cacaoyers qui s'en sont suivis (principale culture de rente), les paysans se sont très vite dispersés dans toute la région (milieu de forêt comme de savane) pour la pratique des cultures adaptées au milieu de savane. Le cacao étant le plus rentable, avec une forte exigence écologique parmi toutes les cultures, les paysans ont privilégié les milieux de forêt. La répartition de la population est à la fois fonction des conditions naturelles, notamment les conditions climatiques, végétales et les politiques agricoles en place. Le cas de la sous-préfecture de Bonon s'explique par la présence du parc national illégalement exploité et la présence de la couverture forestière dense propice à la culture du cacao. En outre, les premiers cacaoculteurs de N'douffoukankro ont bénéficié du programme AVB (Aménagement de la vallée du Bandama depuis les années 70) à la suite de la construction du barrage de Kossou. En général, les habitants de N'douffoukankro sont venus de la sous-préfecture de Tibeita.

La crise politico-militaire qu'a connue la Côte d'Ivoire entre 2002 et 2011 a contraint les populations venues de la ville d'Abidjan et d'autres villes intermédiaires à s'installer définitivement dans les villages et campements. 15 % des paysans sont des déplacés des crises politico-militaires. Ces derniers sont les plus nombreux dans les localités du nord de la région pour la culture de l'anacarde et bien d'autres cultures vivrières dans ces milieux de savanes. Ils sont pour la plupart originaires de la région. En outre, la sécheresse climatique et les pressions foncières sont de même des éléments essentiels des déplacements des paysans. En effet, les paysans expliquent que les irrégularités pluviométriques et les sécheresses climatiques rendent plus difficiles la replantation cacaoyère. Elles expliquent respectivement 25 % et 11 % de l'ensemble des facteurs de déplacement des paysans enquêtés. Les paysans sont convaincus que les précipitations sont essentielles pour la production. Par ailleurs, ils affirment que les productions ne sont importantes que lorsque les pluies sont suffisantes, quelles que soient la nature du sol et la présence des Swollen Shoot. Par ailleurs, les autres facteurs concernent les parasites et les pressions démographiques.

2.3- Instabilité de la végétation dans les zones d'habitation

La végétation de la région est à la fois sous les pressions démographiques et les activités anthropiques. La période 2002-2010 est l'une des plus grandes périodes d'exploration agricole de la région de la Marahoué. Par ailleurs, la région de la Marahoué fait partie des boucles récentes de la production cacaoyère de la Côte d'Ivoire. En effet, le manque de forêt dense dans le sud du pays a incité la population paysanne à occuper les zones moins forestières et même savaniques de la région pour la pratique des cultures moins exigeantes telles que l'anacarde, l'igname, etc. La carte 2 illustre la répartition des villages et des campements et les variations végétales de 2001 à 2020.



Carte 2 : Disparité de variation de la végétation de 2001 à 2020

Source : INS, 2015, MODIS-2001-2020 Réalisation : KRAMO et al, 2023

La carte 2 révèle une disparité de la variation spatiale de la végétation de 0,65 à 25,71 %, avec un écart-type moyen de 0.030 et une moyenne à long terme de 0,21 sur l'ensemble de la période 2001 à 2020. Les espaces de variations les plus élevés témoignent les pressions anthropiques, notamment agricoles. Ces variations sont particulièrement marquées dans certaines zones, notamment au nord-ouest, au sud-est et autour du secteur de Bouaflé et Bonon. Ces secteurs correspondent parfaitement aux milieux forestiers et aux boucles cacaoyères. L'extrême nord-ouest présente une végétation assez instable. Cette zone est par ailleurs l'une des boucles cacaoyères du nord-ouest de la région. Elle est le prolongement du parc national de la Marahoué avec une végétation similaire à la zone forestière. En revanche, les variations sont moyennement élevées et peu stables dans les zones telles que le parc national de la Marahoué (au nord de Bonon) ainsi que dans l'extrême est, dans le secteur de passage du fleuve Bandama. De nombreuses populations déplacées issues de la crise politico-militaire de 2002 et de 2011 se sont massivement

installées dans ces secteurs, en général entre 2008 et 2014. Les zones occupées par les localités rurales sont en lien avec les types de végétation. Les milieux de végétation forestière, principalement situés dans le sud de la sous-préfecture de Zuenoula et dans toute la moitié sud de la région, concentrent plus de localités. Ces variations corroborent bien les systèmes de déplacement des populations. En outre, la partie sud ainsi que les périphéries du parc national de la Marahoué (Bonon) sont beaucoup occupées par les localités. Ces localités sont dominées par les campements des Baoulé. Par ailleurs, on note que les variations de l'Indice de Végétation EVI sont plus marquées dans les zones à forte concentration de la population et de localités. Cette situation est liée à l'exploitation intensive des terres agricoles à proximité des espaces cultivés.

Cette disparité de variation explique l'exploitation massive de la végétation à proximité des lieux d'habitations. En effet, les paysans privilégient les espaces plus proches pour les cultures saisonnières ou les cultures vivrières. L'accès est également plus facile pour la gent féminine qui s'occupe des cultures d'alimentations familiales telles que l'igname et les légumineuses. Ces espaces sont exploités de manière continue, souvent avec des périodes de jachères assez courtes. Ainsi, les changements observés traduisent bien l'impact des pressions démographiques, plus clairement les relations de cause à effet entre les populations et les ressources naturelles de la région de la Marahoué. Ce lien permet de conclure que la dynamique démographique est un facteur de la modification de la végétation de la Marahoué. En effet, afin de minimiser l'effet de la distance entre les lieux d'habitation et les lieux d'exploitation, les paysans créent progressivement des campements moins éloignés des plantations. Par conséquent, plus la population est nombreuse, plus la végétation est instable. Sauf dans les périphéries du parc national de la Marahoué où certaines populations propriétaires des parcelles de cultures sont installées à l'extérieur du parc national. En outre, plusieurs facteurs tels que le climat et les pratiques agricoles sont également très essentiels pour l'analyse de la dynamique de la végétation.

Discussion

La région de la Marahoué est caractérisée par une dynamique de la population entre les sous-préfectures du nord savanicole et le sud forestier de la région de la Marahoué, avec des variations majeures de la végétation. L'analyse de l'impact de la dynamique démographique sur la végétation est assez complexe. L'étude s'est spécifiquement fondée sur l'analyse multiéchelle des disparités spatiales, permettant une lecture multiscalaire fine des dynamiques entre population et végétation (Zaninetti, 2005). Sur le plan environnemental, l'indice EVI a été privilégié pour l'analyse de la végétation, en raison de ses performances par rapport aux zones à forte densité foliaire (Cariolle, 2010, Chen et al, 2010), malgré ses limites liées à la résolution spatiale de 250 mètres limitant l'analyse des petites parcelles agricoles (Brun, 2004). Il est utilisé compte tenu de la saturation du NDVI lorsque la couverture végétale dépasse 1500g/m² de surface foliaire (Sims et al, 2006 ; Spotifarm, 2020). Sur le plan social, les données de population ont été analysées de l'échelle sous-préfectorale à l'échelle locale. La région de la Marahoué est marquée par une nouvelle dynamique migratoire, caractérisée par un déplacement massif des populations depuis les zones forestières vers les milieux savanicoles. La nouvelle tendance des mouvements migratoires s'inscrit dans un contexte national de croissance démographique entre 2014 et 2021. En effet, la densité globale de la population de la région de la Marahoué est passée de 95 à 113 habitants/km² (INS 2014 et 2021). En 2014, la population était encore majoritairement concentrée dans les zones forestières (INS, 2015 ; Kouakou et al, 2018). En revanche, en 2021, la zone forestière comme la zone savanicole de la région de la Marahoué est très peuplée. Cette dynamique se manifeste par la multiplication des localités, marquant une restructuration des espaces d'habitat rural. Ce phénomène reflète une tendance plus large observée dans le Nord ivoirien. Yeao et al., (2016), par exemple, affirment que dans le secteur de Korhogo, à l'extrême nord, la population atteint 763 469

habitants, dont 60 % résident en milieu rural. La pression foncière, aggravée par les cultures de rente prédominantes, a entraîné une distribution spatiale de la population vers les espaces de savanes, où les cultures plus adaptées comme l'anacarde et les cultures vivrières ont été adoptées.

Par ailleurs, la crise politico-militaire de 2011 a accentué les mouvements migratoires vers certaines régions telles que la Marahoué. La localité de Bonon, par exemple, a connu une croissance démographique de 40 % entre 2000 et 2015 (Krouba et *al.*, 2018). Elle est en grande partie due à l'arrivée massive de populations déplacées installées fuyant les zones d'instabilités sociales telles que Daloa, Vavoua, Man et Duékoué pour s'installer dans les localités stables. Ces migrants se sont installés de manière durable, en y espérant accéder à des terres, principalement les surfaces forestières du parc national de la Marahoué. En plus, la dégradation de la forêt dans le sud, combinée à des conflits liés à la cacaoculture, a également poussé de nombreux paysans à retourner dans leurs régions d'origine du nord pour se consacrer à la culture de l'anacarde et à d'autres productions vivrières (Bamba et al, 2019). Ainsi, 29 % des migrants installés dans la région de la Marahoué déclarent avoir été motivés par la saturation foncière dans le sud, et 15 % par l'instabilité sociopolitique. Enfin, l'exploitation illégale des terres autour du parc national comme à l'intérieur illustre les régressions de la végétation dans le secteur du parc. L'implantation des vastes campements tels que Gbangokouadio, Blaisekro témoigne des régressions de la végétation au nord de la sous-préfecture de Bonon comme dans tout le secteur (Konan, 2019, Bamba et al, 2019).

A priori, l'agriculture joue un rôle central dans la dynamique démographique de la région de la Marahoué comme l'ensemble de l'espace sahélien, où elle contribue à elle seule à hauteur de 25 % de la population totale (OCDE/FAO, 2016). Cette forte dépendance à l'activité agricole engendre une pression croissante sur les ressources naturelles. Ces résultats, dans un contexte ivoirien, sont similaires à d'autres espaces africains. Dans le même sens, Bidou et al, (2018) affirment qu'au nord du Bénin par exemple, les besoins liés aux activités agricoles ont contribué à une croissance rapide de la population au cours des cinquante dernières années. Dans les départements de Bouaflé, San-pédro, Aboisso, Agboville et Gagnoa, Dugué et *al.* (2007) ont mis en évidence la mobilité des groupes ethniques tels que les Lobi et les Senoufos vers les zones propices à la culture de l'igname dans le nord du pays. Ce qui montre que cette dynamique vers le nord ne se limite pas qu'à la région de la Marahoué. Aussi, ces migrations de la population sont accompagnées de stratégies d'adaptation, individuelles ou collectives, qui s'accompagnent des diversifications des activités économiques et l'installation dans les nouvelles zones d'exploitation. Cette dernière a entraîné la multiplication des campements, avec pour corollaire la croissance de la population et une altération progressive de la végétation naturelle. Dans la région de la Marahoué particulièrement, les croissances démographiques successives ont profondément modifié les paysages de savane et de forêt (Courtin et Guengant, 2011). L'expansion des surfaces agricoles induite par la densification humaine a remodelé de manière significative les écosystèmes dans les deux milieux, par une progression ou une régression de la végétation. La pression anthropique influence fortement le couvert végétal dans le « V » Baoulé, région incluant la région de la Marahoué (Tra bi et al 2015). Le nord du parc national de la Marahoué, initialement moins peuplé, a connu une occupation croissante après la crise politico-militaire de 2002 (Kouakou et al. 2016). Des populations migrantes (Lobi, Mossi, Sénoufo) ont développé des cultures pérennes, qui ont conséquemment transformé le couvert forestier. En outre, le recul des forêts, bien qu'hétérogène, est en partie attribuable à la pression agricole et pastorale (Renard, 2002; Marega, 2016). Ces pressions démographiques croissantes ont également conduit à une réduction marquée de périodes de jachères (Stessens, 2002). Les zones proches des localités sont incessamment exploitées pour des besoins alimentaires comme économiques. Et, plus les populations augmentent en

milieu rural, plus les besoins de parcelles de cultures sont importants. En outre, la dégradation en milieu forestier se manifeste par des prélèvements de la biomasse (Soubelet et al, 2022). En dépit de l'augmentation de la population dans le nord, il faut au nord une progression de la végétation par rapport au sud de la région. Seules les pratiques sont susceptibles de transformer (augmentation ou diminution) la végétation.

Conclusion

Au terme de ce travail de recherche, il convient de retenir que la région de la Marahoué est caractérisée par une dynamique de la population, avec un taux d'accroissement de plus en plus élevé dans le nord. Toutefois, les impacts de l'accroissement démographique sur le couvert végétal de la région de la Marahoué sont multidimensionnels, entre le nord savanicole et le sud de milieu forestier. Les changements de tendance des migrations sont dictés par les pressions foncières, notamment la saturation foncière dans le sud, les besoins de terres de cultures et de l'anacarde. Toutefois, malgré le déplacement des populations dans le nord savanicole, on enregistre une végétation plus stable par rapport au sud forestier de la région de la Marahoué. Ces espaces de savanes présentent des intérêts de plus en plus importants pour les populations qui s'y installent pour la culture de l'anacarde. La dynamique végétale est en lien avec la croissance démographique, mais de façon plus complexe avec la stabilité de la végétation dans le nord. L'ensemble des méthodes mobilisées pour l'étude et l'indisponibilité des données de population à l'échelle des pixels des images MODIS limitent la connaissance du lien précis entre les changements de végétation et la dynamique démographique à des échelles réduites. Par ailleurs, une approche d'analyse systémique entre l'ensemble des facteurs biotiques et abiotiques permet de caractériser plus finement la dynamique de la végétation. Cependant, l'étude des migrations futures pourrait éclairer les défis liés à l'équilibre entre agriculture durable, préservation et gestion des écosystèmes et les variations climatiques.

Remerciements

Nous tenons à remercier le PASRES (Programme d'Appui Stratégique et de la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire) pour le soutien financier.

Références bibliographiques

AFFESSI Adon Simon, KOFFI Koffi Gnamien Jean-Claude et SANGARE Moussa, 2016. Impacts sociaux et environnementaux de l'orpaillage sur les populations de la région du Boukani (Côte d'Ivoire), *European Scientific Journal*, vol. 12 n° 26, p. 288-306.

Agrawal Arun, 2018. *Réévaluation de l'importance relative de la pression démographique, des forces du marché et des institutions sur l'état des forêts, à partir d'une analyse des conseils villageois de gestion forestière du Kumaon, dans l'Himalaya moyen indien*, Rapport de recherche à l'Université de Floride (Etat-Unis), 25p.

ALOKO-N'guessan Jérôme, DJAKO Arsène, N'GUESSAN Kouassi Guillaume, 2014. Crise de l'économie de plantation et modification du paysage agraire dans l'ancienne boucle du cacao : l'exemple de Daoukro », *European Journal*, vol.10, n° 5, p. 308-326.

BOSERUP Ester, 1965. *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*, Allen and Unwin, London (Republished 1993: Earthscan Publications, London).

BAMBA Issouf, ZANH Gizèle Golou, KAMBIRE Beh, SANGNE Yao Charles, 2019. Agrosystèmes et Conservation de la Diversité Végétale dans la Périphérie de la Forêt

Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire), *European Journal of Scientific Research*, vol 154, n° 4, p. 443-457.

BIDOU Jean-Étienne, DROY Isabelle, HOUESSE Rodrigue et MERING Catherine, 2018. Dynamiques démographiques, vulnérabilité et évolution du couvert végétal au nord du Bénin : des interactions complexes, *espaces, populations et sociétés*, n° 3, <https://doi.org/10.4000/eps.8083>

BRUN Julien, 2004. *Etude du potentiel des indices de végétation de l'imagerie MODIS pour l'observation de l'évolution intra- et inter- annuelle de la couverture du sol : Application à la région genevoise*, certification de spécialisation en géomatique, 24p.

CARIOLLE Joel, 2010. *L'indice de vulnérabilité économique rétrospectif*, fondation pour les études et de recherche sur le développement international (FERDI), 40p.

CHEN Ji et SOLEIL Liqun, 2010. Using MODIS EVI to detect vegetation damage caused by the 2008 ice and snow storms in south China, *Journal of geophysical research*, vol.115, 12p, <http://dx.doi.org/10.1029/2009JG001246>

COURTIN Fabrice, GUENGANT Jean-Pierre, 2011. Un siècle de peuplement en Afrique de l'Ouest, *natures-sciences-sociétés*, vol. 19, n° 3, p. 256-265.

DEMONT Matty, Jouve Philippe, 2000. Dynamiques agraires et construction sociale du territoire : *actes du séminaire, 26-28 avril 1999*, Montpellier, France, CNEARC, p. 93-108.

DUGUE Patrick, KONE Fahiraman Rodrigue et GNAGAN Djomon, 2007. Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricoles des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles, Garoua (Cameroun), *Colloque international au Cameroun*, 13p.

FAURET Pierre, OUATTARA Adama Aboubacar, N'GORAN Gabé Bokossô Anicet, YAO Koffi Jean Julius, COULIBALY Bamoro, CALAS Bernard et COURTIN Fabrice, 2018. Dynamiques territoriales en périphérie des parcs Nationaux de Taï et de la Comoé (Côte d'Ivoire), *Les cahiers d'Outre-Mer, Varia n° 278*, p. 273-402.

FEUILLET Thierry, COSSART Etienne et COMMENGES Adrien, 2019. *Manuel de géographie quantitative*, concepts, outils et méthodes, ISBN 978-2-200-62233-6 (ARMAND COLIN), 237p.

GALHARRET Jean-Marie, 2021. *Liens entre deux variables quantitatives (analyse de corrélation) Test de Bravais-Pearson*, Université de Nantes, Module HPS3-32, Faculté de Psychologie (France), 15p.

KONAN Kouadio Eugene, 2009. « Diagnostic-Analyse de l'environnement Humain du parc national de la Marahoué, (Centre-Ouest Côte d'Ivoire) » *Revue de géographie Tropicale et Environnement (IGT)*, n° 1, 13p.

KOUAKOU Adama Cyrille Aimé, COULIBALY Bakary, KABA Daouda, ANOH Kouadio Pascal, COURTIN Fabrice, 2018. Dynamique de peuplement et modification paysagère dans le parc national de la Marahoué (Côte d'Ivoire), *Tropicultural*, vol 36, n° 2, p. 206-216.

KROUBA Guillaume Ignace Désiré, OUATTARA Aboulaye Amadou, KOUAKOU Arsène Cédric Aimé, ADOPO André Roméo Ignance, FAURET Pierre, COULIBALY Bakary, KABA Daouda, KOFFI Yao Jean-Jacques, KAUDJHIS Pascal Jean Assi et COURTIN François, 2018. Dynamiques de peuplement et modifications paysagères dans la zone rurale sud de la

ville de Bonon en 2000 et 2015 (région de la Marahoué, Côte d'Ivoire), *Tropicultura*, vol. 36, numéro spécial, p. 271-280.

LU Linlin, KUENZER Claudia, WANG Cuizhen, GUO Huadong and LI Quingting, 2015. Evaluation of three MODIS-Derived Vegetation Index Time Series for Dryland Vegetation Dynamics Monitoring, *MDPI*, vol.7, n°6, p.7598-7614, <https://doi.org/10.3390/rs70607597>

MAREGA Oumar, 2016. *Changement socio-environnementaux et évolution des pratiques agropastorales en Afrique Sahélienne : étude comparée entre le Ferlo (Senegal), le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger)*, Thèse de Doctorat en Géographie et environnement de Paris ; Ecole doctorale : Economies, Espaces, Sociétés, civilisations, 400p.

MOREL Rémi, 2004. Le climat et l'implantation des Hommes : le cas de la Côte d'Ivoire, *Annales de l'association internationale de climatologie*, vol.1, p. 118-132, <http://dx.doi.org/10.4267/climatologie.1049>

OCDE/FAO, 2016. *Agriculture en Afrique subsaharienne : perspectives et enjeux de la décennie à venir, dans Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO*, Édition OCDE, Paris, p. 63-140.

RENARD Jean, 2002. *Les mutations des campagnes, paysages et structures agraires dans le monde*, Arman Colin, Paris, p.125.

RUF François, KONE Siaka et BEBO Boniface, 2019. Le boom de l'anacarde en Côte d'Ivoire : transition écologique et sociale des systèmes à base de coton et de cacao », *Cahier Agriculture*, 2019, vol 28, n° 21. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019019>, 12p.

SILUE Karna, GBODJE Jean-Francois, DJAKO Arsène, 2020. Dynamique spatiale de l'anacarde et problématique de la sécurité alimentaire dans la zone dense du Département de Korhogo (Nord-Côte d'Ivoire), *Espace géographie et société Marocaine*, vol.2, n° 32, p. 145-162.

SIMS Daniel, RAHMAN Abdullah, CORDOVA Vincent, EL-MASR Bassil, BALDOCCHI Denis, FLANAGAN Lawrence, GOLDSTEIN Allen, HOLLINGER David, MISSON Laurent, MONSON Russell, OECHEL Walter, SCMID Hans, WOFSY Steven and XU Liukang, 2006. On the use of MODIS EVI to assess gross primary productivity of Nord American ecosystems, *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, vol 111, G04015, 16p.

SPOTIFARM Alexandre, 2020. *Agriculture de précision : qu'est-ce que l'indice de NDVI*, France, spotifarm, https://blog.spotifarm.fr/tour-de-plaine-spotifarm/quest-ce-que-lindice-ndvi-en-agriculture?hs_amp=true).

SOUBELET Hélène et collaborateurs, 2022. *La démographie, une des pressions indirectes identifiées par l'Ipbees*, Rapport de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB), Paris, 49p.

STESSENS Johan, 2002. *Analyse technique et économique des systèmes de production agricole au nord de la côte d'ivoire*, Thèse de Doctorat n° 530 à la Faculté des Sciences Biologiques Appliquées de la KU Leuven, 240p.

TRA BI Zamblé Armand, BROU Telesphore et MAHE Gil, 2015. Analyse par télédétection des conditions bioclimatiques de végétation dans la zone de contact forêt-savane de Côte d'Ivoire ; cas du « v » Baoulé, *Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège*, vol n° 18, p.78-83, <https://www.researchgate.net/publication/318206008>

YEO Homiengnon, KRA Kouadio Joseph et KOFFI Franck Eric, 2016. Infrastructures de transport et accessibilité géographique des populations rurales aux équipements sanitaires urbains dans la zone dense de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire), *Espace Populations Sociétés*, n° 2, <https://doi.org/10.4000/eps.6331>

ZANINETTI Jean-Marc, 2005. *Statistique spatiale*, méthodes et applications géomatiques, ISBN 2-7462-1203-X, 319p.