

Modélisation des niveaux de vulnérabilité des unités paysagères à la culture anacardièrè dans les sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro (centre de la Côte d'Ivoire)

[Modeling of the vulnerability levels of landscape units to cashew culture in the sub-prefectures of Diabo, Botro and Bodokro (Center of Côte d'Ivoire)]

Styvince N'kpomé Kouao¹, Félix Kouamé N'dri², and Della André Alla¹

¹Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, Laboratoire de Géographie d'Environnement et de Gestion des Risques (LAGERIS), Côte d'Ivoire

²Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The rapid expansion of cashew orchards in the Diabo, Botro and Bodokro sub-prefectures in central Côte d'Ivoire is putting great pressure on vegetal cover. This situation has encountered the sustainability of farms. Thus, the objective of this research is to map the levels of vulnerability of land use units facing the spatial progression of cashew orchards in these spaces. The intention is to raise awareness among local populations and to draw the attention of decision-makers to the real threats of food insecurity and loss of forest cover in these areas. The method used comes down to spatial modeling on Arc-gis from the 2002 and 2017 land cover maps of the study area. The results show a high concentration of land use units likely to be colonized by cashew orchards near the localities. In addition, fallows are extremely vulnerable to the expansion of cashew orchards with 15,892 ha likely to be invaded by cashew trees within a 1 km radius, followed by shrub savannas with 15338 ha.

KEYWORDS: Center of the Ivory Coast, cashew cultivation, vulnerability, land cover, spatial modeling.

RESUME: L'expansion rapide des vergers d'anacardièrs dans les sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro situées dans le centre de la Côte d'Ivoire exerce une forte pression sur le couvert végétal. Cette situation met en mal la durabilité des exploitations agricoles. Ainsi, l'objectif de cette recherche est de cartographier les niveaux de vulnérabilité des unités d'occupation du sol face à la progression spatiale des vergers d'anacardièrs dans ces espaces. L'intention est de sensibiliser les populations locales et attirer l'attention des décideurs sur les menaces réelles d'insécurité alimentaire et de disparition du couvert forestier dans ces espaces. La méthode utilisée se.

Resume à une modélisation spatiale sur Arc-gis à partir des cartes d'occupation du sol de 2002 et 2017 de la zone d'étude. Les résultats montrent une forte concentration des unités d'occupation du sol susceptibles d'être colonisés par les vergers d'anacardièrs à proximité des localités. En outre, les jachères présentent une vulnérabilité extrême face à l'expansion des vergers d'anacardièrs avec 15892 ha susceptibles d'être envahis par les anacardièrs dans un rayon d'1 km, suivi des savanes arbustives avec 15338 ha.

MOTS-CLEFS: Centre de la Côte d'Ivoire, culture d'anacarde, vulnérabilité, occupation du sol, modélisation spatiale.

1 INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, l'expansion rapide des vergers des cultures arbustive et arboricole accentue la dégradation des ressources naturelles à travers l'épuisement des réserves foncières et la réduction du temps accordé aux jachères avant leur remise en culture. Dans la zone forestière au sud de la Côte d'Ivoire, les cultures du palmier à huile, d'hévéa, de café, de cacao et de cocotier ont provoqué la quasi disparition de la forêt primaire qui ne subsiste qu'en lambeaux. Longtemps, épargnés par ces phénomènes de bouleversement du paysage agraire, les milieux de savane subissent de fortes pressions anthropiques depuis l'essor des cultures commerciales de coton et d'anacarde à partir des années 1970. Le développement de la culture de l'anacarde induit une recomposition du paysage rural et des systèmes de culture dans les bassins de production. En effet, l'exploitation de cette arboriculture modifie le paysage agraire à travers l'installation d'enclos, de haies vives, de pare feu qui rompt avec le modèle traditionnel d'openfield et lui confère une structure de bocage [1].

Dans le centre du pays, malgré le caractère récent de l'exploitation commerciale de l'anacarde, les vergers connaissent une progression spatiale fulgurante depuis la fin de la décennie 1990-2000 au point d'entraîner d'importantes mutations du paysage agraire [6]. Dans les paysages ruraux des sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro, espaces situés à l'ouest de la ville de Bouaké, d'innombrables plantations forestières d'anacardiers de modestes superficies sont disséminées dans ces espaces. Avant les années 2000, les espaces les plus sollicités pour cette culture étaient les forêts denses sèches et galeries forestières. Dans les sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro, sur les 900 ha de superficie totale en vergers d'anacarde, plus de 60% étaient réalisés au détriment des forêts [6]. Au cours de cette période, les paysans baoulés dans leur majorité pensaient que cette arboriculture présentait les mêmes caractéristiques que celles du couple café-cacao. Ainsi, les terres schisteuses occupées par les forêts sont prioritairement utilisées pour la culture d'anacarde. Progressivement, les vergers d'anacarde se substituaient à ceux du café et de cacao dans un contexte de crise de l'économie de plantation. Cependant, l'intérêt croissant des paysans pour ces espaces sera estompé dans les années 2010, puisqu'ils n'offrent pas des conditions écologiques optimales pour le développement végétatif de cet arbuste. Depuis lors, les savanes arbustives et les jachères deviennent les nouvelles zones de prédilection pour cette culture qui a prélevé respectivement 3500 ha et 1200 ha sur leur superficie en 2017. Cette forte pression des vergers d'anacardiers sur ces ressources naturelle et agraire pose le problème de la durabilité des systèmes agricoles dans les finages de ces espaces dans un contexte d'insécurité alimentaire et d'agriculture durable. Les conséquences de ces pratiques culturelles non respectueuses de l'environnement sont la dégradation des terres, des forêts et son corollaire de baisse de productions agricoles, la paupérisation des populations rurales au regard du faible rendement des vergers dû au non-respect des itinéraires techniques etc.

Devant une telle problématique, l'objectif de cette étude est de cartographier les niveaux de vulnérabilité des unités d'occupation du sol face à la progression spatiale des vergers d'anacardiers dans les finages des sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro. L'intention est de sensibiliser les populations locales et attirer l'attention des décideurs sur les menaces réelles d'insécurité alimentaire dans ces espaces.

2 DONNÉES ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude comprend les sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro. Elle est comprise entre 7°46 et 8°11 de latitude nord, puis 5°35 et 5°51 de longitude ouest (Fig. 1). Cet espace s'insère dans la zone pré forestière de la Côte d'Ivoire caractérisée au plan phytogéographique par des mosaïques de forêts denses sèches et de savanes boisées à arbustives. Il y règne un climat subéquatorial de transition à nuance sèche qui présente à la fois les caractères du climat subéquatorial de transition du sud et du climat tropical du nord. Selon ELDIN (1971) d'une année à une autre, le régime pluviométrique bascule d'un régime bimodal à un régime unimodal ou vice-versa. Les précipitations moyennes annuelles varient entre 1200 et 1300 mm. Les températures moyennes mensuelles varient entre 34,04°C et 16,06°C. Le type de relief de la zone d'étude est un plateau incliné régulièrement dans la direction nord-sud, présentant de façon générale de faibles ondulations caractéristiques des paysages sur substratum granitique.

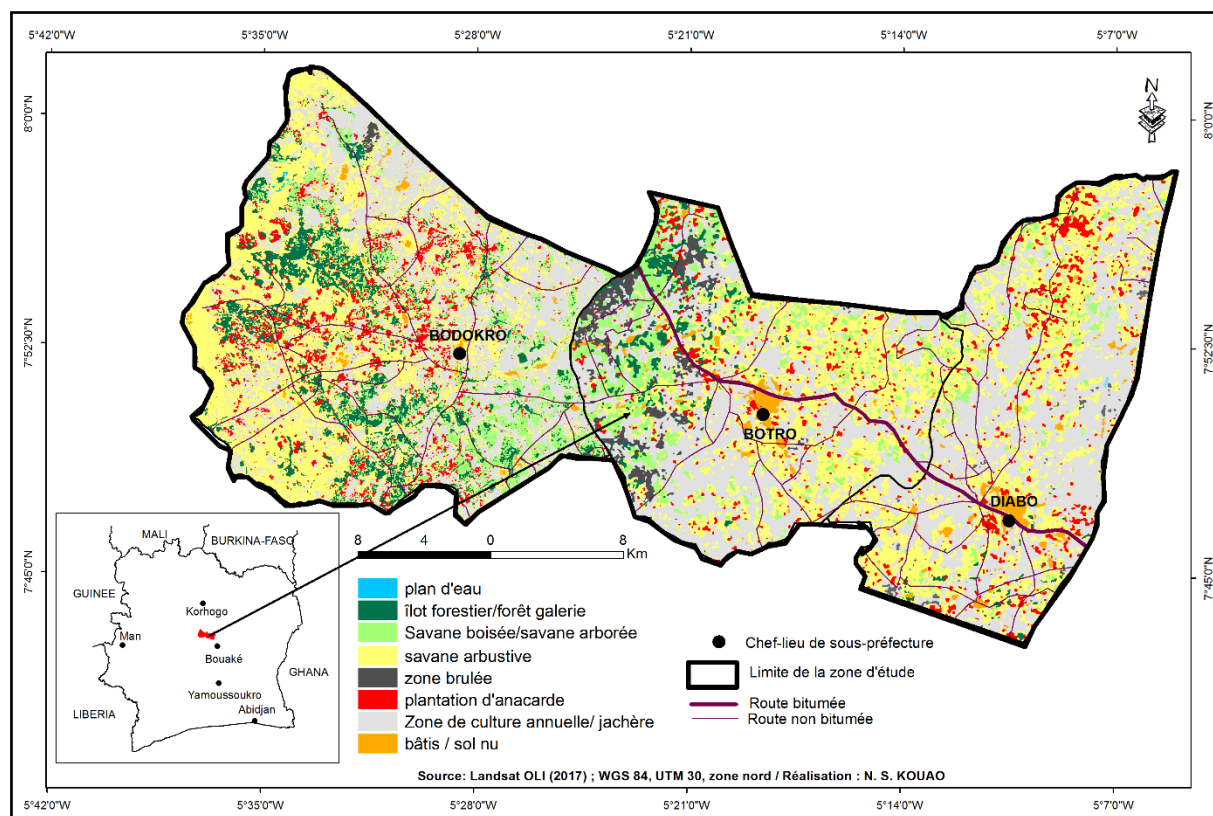


Fig. 1. Présentation et localisation de la zone d'étude

Au plan humain, cette zone est marquée par des densités démographiques moyennes. D'après les données de l'INS (Institut National de la Statistique) de 2014, les densités de peuplement sont plus élevées à Botro (89hb/km²) et à Bodokro (64 hb/km²); Diabo avec 60 hb/ km² enregistre le plus faible indice. Les activités économiques sont essentiellement basées sur l'agriculture qui accorde une primauté aux cultures vivrières (igname, manioc etc.) et à l'exploitation de l'anacarde.

2.2 DONNÉES

Les données utilisées dans ce travail se regroupent en deux catégories. Il s'agit des données spatiales ou cartographiques et des images satellitaires. Concernant les données cartographiques, un fond de carte au 1/200 000 datant de 2015, acquis au CIGN (Centre d'Information Géographique National) et géoréférencé dans le référentiel géodésique WGS 84, dans la projection UTM zone 30 N a été utilisé. Quant aux images satellitaires, Landsat ETM+ (2002), Landsat OLI (2017) et une image de Google Earth (2017) ont servi à la confection des différentes cartes. Ces images sont couvertes par deux scènes (scène1: path197, row 55 et scène 2: path 197, row 54). Le tableau 1 est un récapitulatif des caractéristiques du capteur de chaque image.

Tableau 1. Récapitulatif des caractéristiques du capteur de chaque image

Source	Date d'acquisition	Résolution spatiale	Bandes
Landsat ETM+, 2002	17/12/2002	Moyenne (30m)	8 bandes spectrales dont 1 bande panchromatique (15m), 1 bande infrarouge thermique (60m),
Landsat OLI, 2017	24/01/2017	Moyenne (30m)	9 bandes dont 1 bande panchromatique (15m), 1 bande infrarouge thermique (30m), 1 bande cirrus (30m)
Google Earth, 2017	05/04/2017	Très haute (30cm)	RGB

Source: <https://earthexplorer.usgs.gov> ; Google Eath Pro

2.3 MÉTHODES

Les images satellites Landsat ont subi d'abord un prétraitement qui a consisté à la correction radiométrique, au mosaïquage, à l'extraction de la zone d'étude, à une composition colorée et à l'échantillonnage des classes en vue de leur reconnaissance sur le terrain. Ces opérations ont été menées sur le logiciel Envi 5.1. Une normalisation (équation 1) des bandes en utilisant l'outil "Band Math" d'Envi 5.1 a été effectuée.

$$\text{normalisation} = (b1 \text{ le } 0) * 0 + (b1 \text{ ge } 10000) * 1 + (b1 \text{ gt } 0 \text{ and } b1 \text{ lt } 10000) * \text{float}(b1)/10000 \quad (\text{Équation 1})$$

La phase du traitement a consisté d'abord à faire des compositions colorées pour mieux discriminer les différents types d'occupation du sol. Après plusieurs essais, celle qui donne un résultat satisfaisant est le suivant: R = PIR, G= MIR 1 et B= MIR 2. Ensuite, des parcelles d'entraînement en vue de la classification ont été sélectionnées en tenant compte de leur accessibilité sur le terrain. Leurs coordonnées géographiques ont été intégrées dans un GPS en vue de leur reconnaissance sur le terrain. Une fois, cette étape effectuée, une classification supervisée de l'image Landsat OLI, la plus récente a été menée. L'algorithme utilisé est le maximum de vraisemblance. Des tests de performance (indice de séparabilité, matrice de confusion) ont été réalisés en vue de la validation de la classification. Les résultats de ces tests ont donné de meilleurs résultats. La précision globale de l'image OLI est de 89,12% et 85, 41% pour celle de Landsat ETM+. Ces images ont été vectorisées à partir de l'outil "EVF to Shapefile" et importées sur le Logiciels Arc-gis 10.2.2.

2.3.1 CARTOGRAPHIE DES VERGERS D'ANACARDE

Dans le logiciel ArcGIS, des géotraitements ont été effectués afin de cartographier uniquement les vergers d'anacarde (2002 et 2017).

2.3.2 DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE VULNÉRABILITÉ

La méthode de détermination des rayons s'est appuyée sur une analyse spatiale à partir de l'outil sélection par emplacement. La couche de données anacarde 2017 a été utilisée pour déterminer la distance des vergers par rapport aux localités. Le résultat de cette opération a indiqué que 60% des vergers était dans un rayon de 1km, 35% dans un rayon de 2km, 4,5% dans un rayon de 4km et (-1%) dans un rayon de 6km. Sur cette base donc, nous avons considéré les différents niveaux de vulnérabilités.

2.3.3 MODÉLISATION DES NIVEAUX DE VULNÉRABILITÉS

Dans la boîte à outil Arc-ToolBox de ArcGIS, l'outil "Buffer multiple" a été utilisé pour générer les rayons des différents niveaux de vulnérabilité selon les paramètres retenus (1km, 2km, 4km et 6km). Dans le cadre de cette étude, les types d'occupation du sol retenus sont les suivants:

- Ilôt forestier/forêt galerie
- Savane arboré
- Savane arbustive
- Mosaïque culture/jachère

Le résultat issu de l'outil "Buffer multiple" a permis d'extraire et de cartographier les différents niveaux de vulnérabilités des type d'occupation du sol susmentionnés. Ci-dessous la méthodologie synthétisée (Fig. 2).

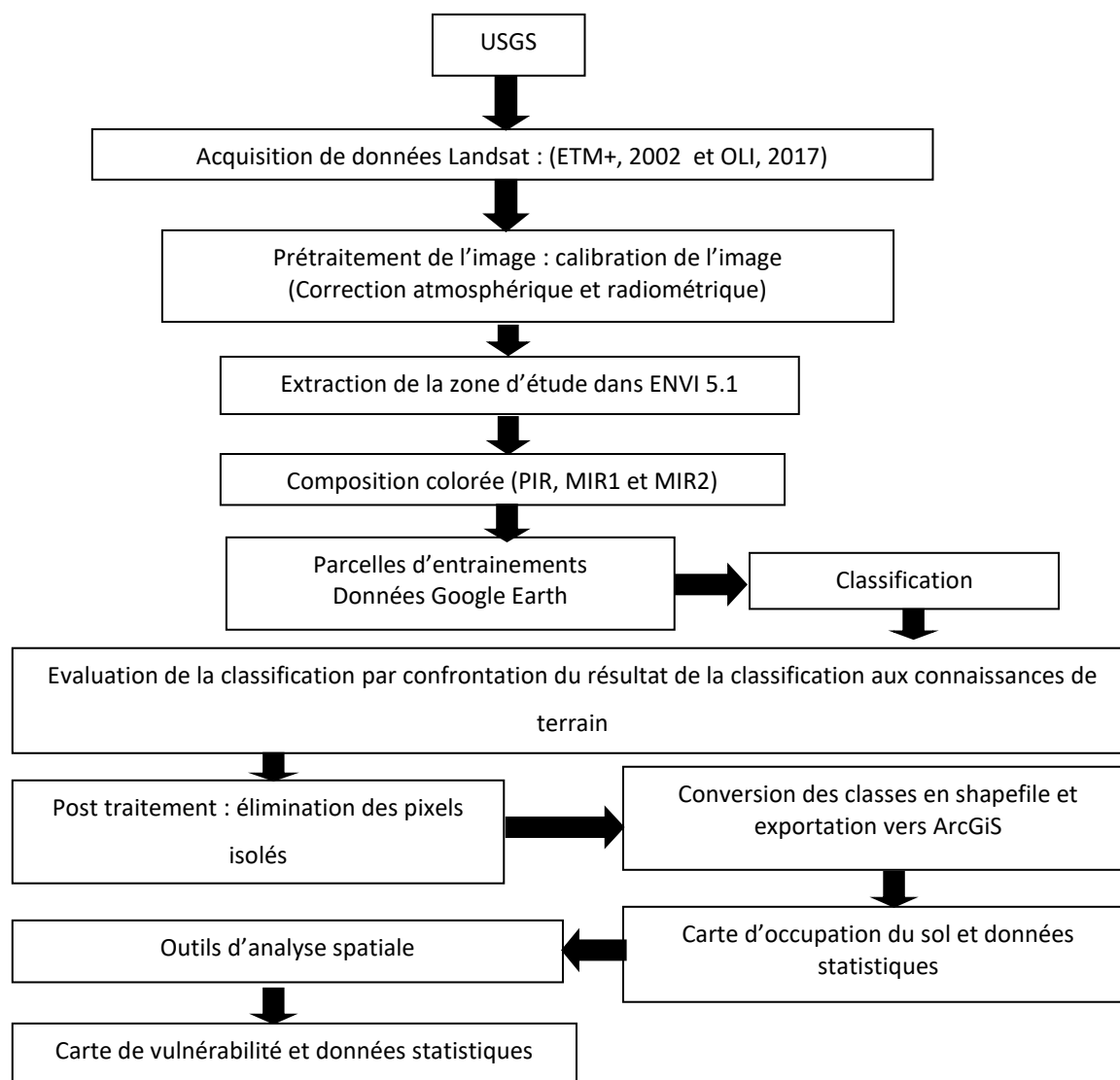


Fig. 2. Schéma synthétique de la méthodologie

3 RÉSULTATS

3.1 DES VERGERS D'ANACARDIERS DE PLUS EN PLUS CONCENTRES SUR LE POURTOUR DES LOCALITES

L'expansion des vergers d'anacarde induit des changements importants au niveau de l'organisation de l'espace productif villageois. En effet, la relative disposition en auréole concentrique autour du noyau d'habitation très caractéristique des terroirs du pays Baoulé est fortement perturbée.

Depuis la fin de la décennie 2000-2010, on retrouve les vergers d'anacarde dans toutes les unités spatiales: parcelles de culture, à proximité du village, à l'intérieur du village (dans les cours familiales et espaces publics), plus éloignés en brousse. Dans les années 2000, les vergers d'anacarde étaient prioritairement installés à l'emplacement des espaces de forêts denses sèches en dehors de la sous-préfecture de Diabo où on les retrouve disséminés dans tout le paysage agricole (Fig.3).

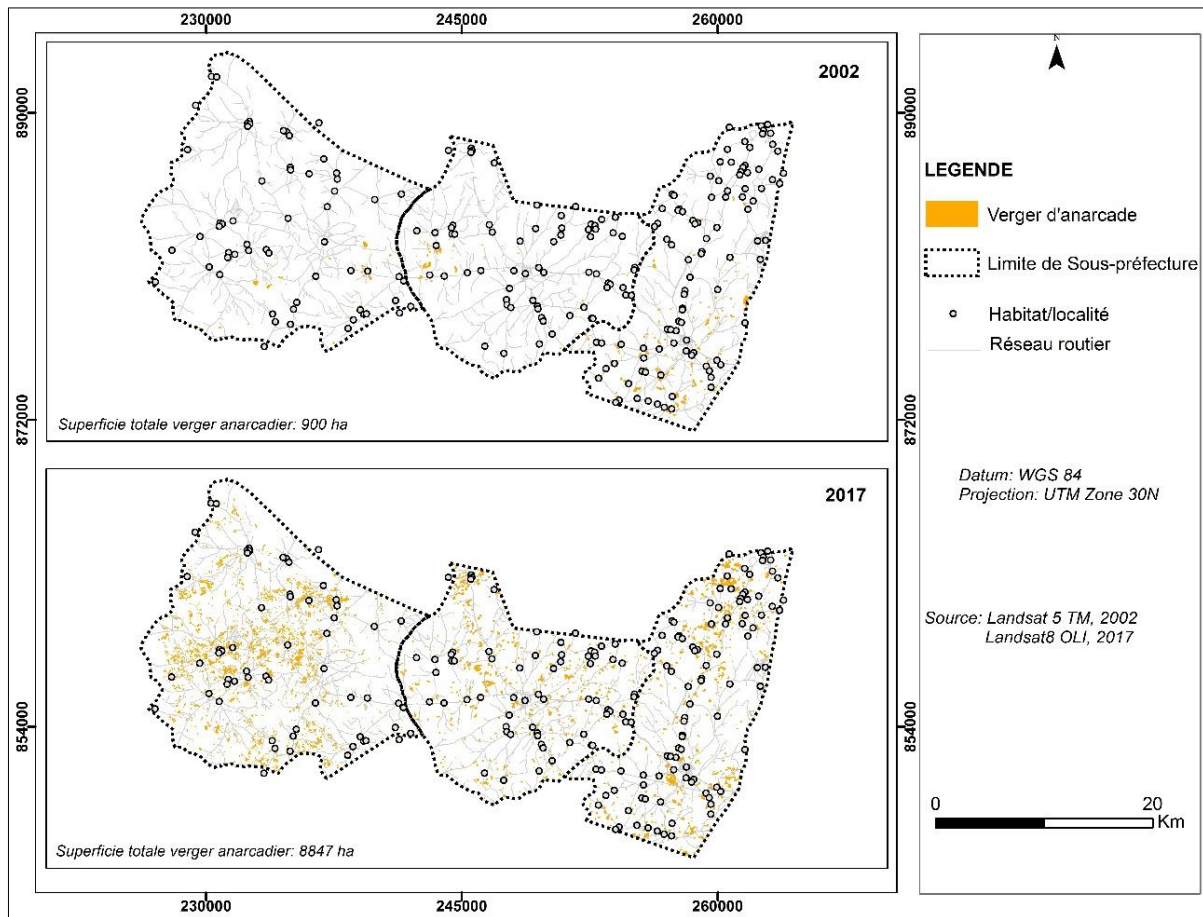


Fig. 3. Distribution spatiale des vergers d'anacardiers en fonction de leur distance aux localités

Cette préférence pour les espaces de forêts se justifiait par la méconnaissance des exigences écologiques de l'anacardier et le faible niveau d'encadrement des producteurs par les structures compétentes. Ces paysans Baoulé qui ont acquis une riche et longue expérience en matière de cacao-culture et de caféiculture grâce à l'émigration saisonnière en basse côte ont assimilé ces cultures arbustives à celle de l'anacardier. Ainsi, les terres schisteuses des zones forestières propices à ces cultures étaient réquisitionnées pour l'exploitation de l'anacarde. Dans les sous-préfectures de Bodokro et de Botro, l'emprise spatiale des vergers était moins forte pour exercer une pression sur les jachères proches des localités. Respectivement, les plantations étaient estimées à 140,02 ha et 140,87 ha. Par contre, dans la sous-préfecture de Diabo, les plantations avaient une importante extension spatiale, évaluée à 620,07 ha. L'importante superficie d'anacardiers dans cet espace est le résultat de l'utilisation massive des terres de savanes arbustive et arborée qui offrent des aptitudes culturales favorables à l'épanouissement biologique de l'anacardier.

Vers la fin des années 2010, dans les finages des espaces d'étude, la forte progression spatiale des plantations d'anacarde exerce une énorme pression sur les jachères proches des localités réservées d'office aux cultures vivrières et menace dangereusement la sécurité alimentaire. En effet, en 2017, les vergers se sont étendus sur une superficie estimée à 8847 ha. Le taux de concentration des vergers autour des localités est plus élevé à Bodokro et à Diabo qui enregistrent respectivement 4149 ha et 2144 ha; il s'agit des superficies les plus élevées de la zone d'étude.

La distance, facteur d'accessibilité ou d'inaccessibilité, joue un rôle déterminant dans le choix des parcelles affectées pour la culture d'anacarde. Plus de 70% des producteurs utilisent la technique de l'association des plants d'anacardiers avec les cultures vivrières. Généralement, ces champs se situent dans un rayon de 1 à 4 km autour des lieux d'habitation. Dans les quatre premières années, avant d'entrer en production, les pieds d'anacardiers sont complantés essentiellement avec ceux de manioc ou insérer entre les boutures d'ignames. A la quatrième année, les formes d'association avec les anacardiers ne sont plus possibles, ceux-ci s'accaparent de la parcelle. On passe donc, d'une polyculture à une monoculture qui consomme assez d'espace. Puisque d'autres terres de jachères et de savanes seront remises en culture précocement pour compenser la parcelle prise en otage par les anacardiers.

3.2 MODELISATION DES NIVEAUX DE VULNERABILITE EN FONCTION DE LEUR DISTANCE AUX LOCALITES

En fonction de la distance par rapport aux localités, les unités d'occupation du sol présentent plusieurs niveaux de vulnérabilité face à l'emprise spatiale croissante des vergers d'anacarde. Plus on se rapproche des localités, plus le niveau de vulnérabilité est élevé. Quatre niveaux de vulnérabilité ont été identifiés en fonction de la distance par rapport aux localités. Les espaces au sein duquel, les unités de paysage présentent un niveau de vulnérabilité extrême se localisent dans un rayon d'1 kilomètre autour des localités. Ceux présentant un niveau de vulnérabilité élevé ou fort se situent dans un rayon de 2 kilomètres. La zone à vulnérabilité faible se situe au-delà de 6 kilomètres (Fig.4).

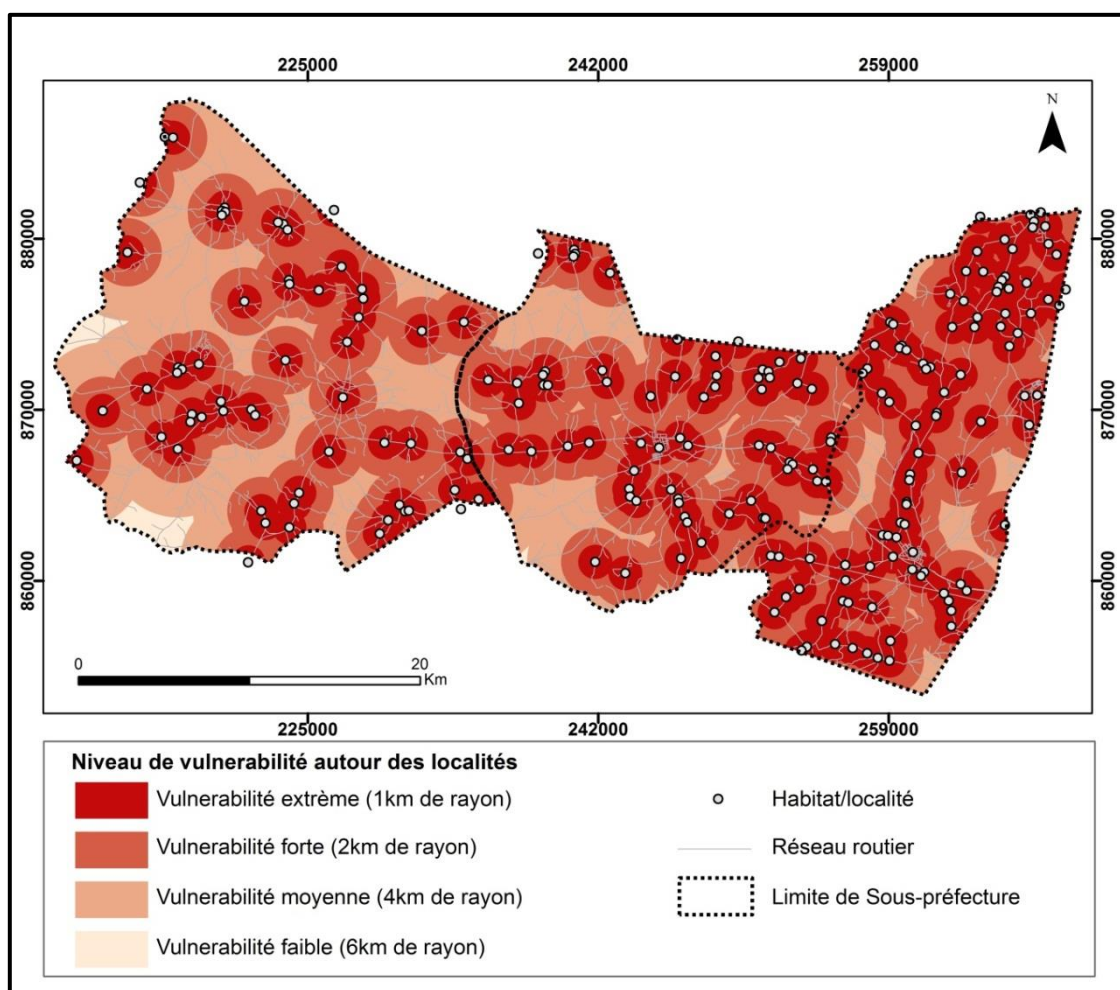


Fig. 4. Niveaux de vulnérabilité autour des localités

3.3 REPARTITION SPATIALE DES TYPES D'OCCUPATION DU SOL EN FONCTION DES NIVEAUX DE VULNERABILITE

Quatre types d'occupation du sol ont été identifiés comme des espaces vulnérables à la culture anacardière. Il s'agit des jachères, des savanes arbustives, des savanes arborées et des forêts denses sèches. Ces unités de paysage sont inégalement réparties en fonction de l'éloignement ou du rapprochement par rapport aux localités. Dans un rayon d'1 kilomètre, les jachères et les savanes arbustives sont les plus rapprochées des localités et donc, les plus exposées à l'emprise spatiale des anacardières à Diabo (Fig.5). A Bodokro et Botro, la répartition des unités paysagères autour des localités est plus hétéroclite. On retrouve les jachères, les savanes et les forêts.

La quasi disparition du couvert forestier dans la sous-préfecture de Diabo justifie la forte concentration des jachères et des savanes arbustives dans un rayon d'1 kilomètre autour des localités. Au-delà de 2 kilomètres autour des localités, il est observé une forte concentration des unités de paysage vulnérables à la culture anacardière autour des localités. Le même constat dans la composition des unités de paysage s'observe.

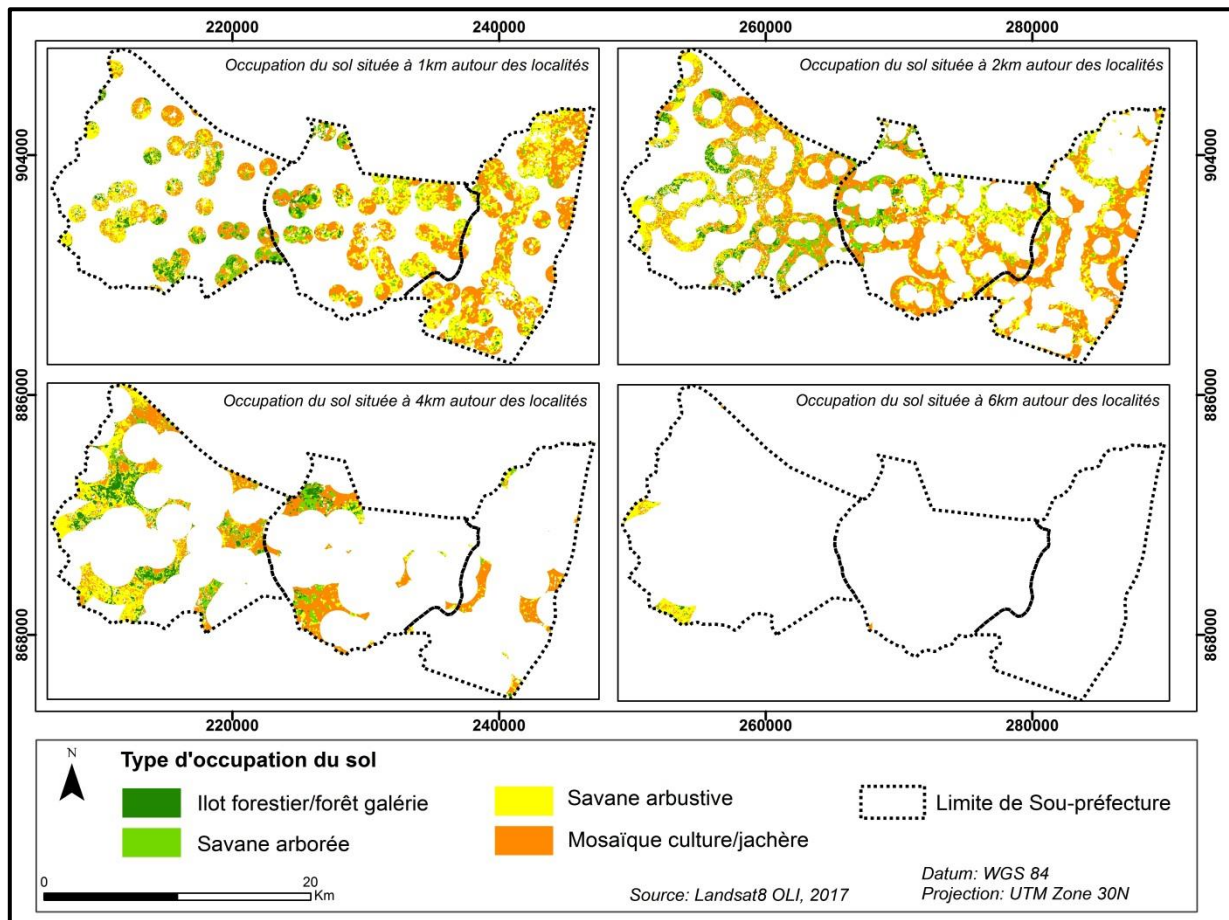


Fig. 5. Localisation des unités d'occupation du sol en fonction de leur distance par rapport aux localités

Au-delà de 4 kilomètres des localités, Bodokro enregistre la plus forte concentration des types d'occupation du sol susceptibles d'être colonisés par les vergers d'anacarde. Dans cet espace, le paysage est dominé par les forêts denses sèches et les savanes arbustives. Par contre, à Botro et à Diabo, les jachères ont encore une forte emprise spatiale dans ce rayon.

Au-delà de 6 kilomètres des localités, les unités d'occupation du sol vulnérables à la culture anacardièrre sont quasiment confinées à l'extrême ouest et sud-ouest dans la sous-préfecture de Bodokro. Dans cet espace, le paysage est dominé par les savanes arbustives.

Les unités de paysage les plus vulnérables sont celles situées dans un rayon de 2 km autour des localités et disposant d'une importante superficie susceptible d'être colonisée par les vergers d'anacarde.

Dans la zone à vulnérabilité extrême, les jachères sont plus exposées avec 15892,86 ha de leur superficie susceptibles d'être mis en culture pour la production de la noix de cajou. Elles sont suivies des savanes arbustives, qui ont 15338,04 ha vulnérables à la culture anacardièrre. Dans cette zone, les forêts sont les moins vulnérables, avec 1718,82 ha susceptibles d'être accaparés par les vergers d'anacarde (Fig.6).

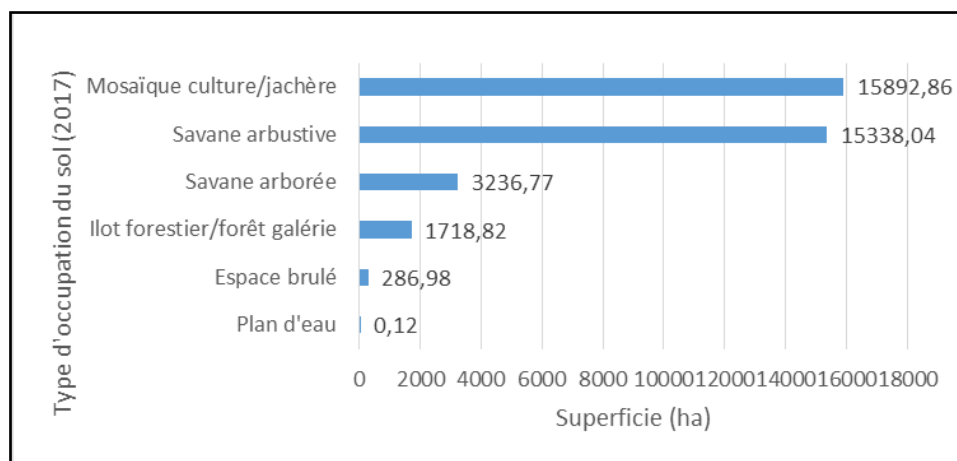


Fig. 6. Superficies des types d'occupation du sol vulnérables à la culture anacardière dans un rayon d'1km

Source : Landsat OLI, 2017

Dans la zone à vulnérabilité forte, les mêmes tendances observées en zone d'extrême vulnérabilité y ont cours, mais avec des intensités différentes. Les jachères sont plus exposées à l'emprise spatiale croissante des vergers d'anacarde avec 19 291,12 ha susceptibles d'être occupés par les anacardières. Les savanes arbustives se positionnent au second rang, avec 13715,94 ha, suivies des savanes arborées avec 4065,08ha. Les forêts, avec 1849,62 ha sont les moins exposées dans ce rayon (Fig.7).

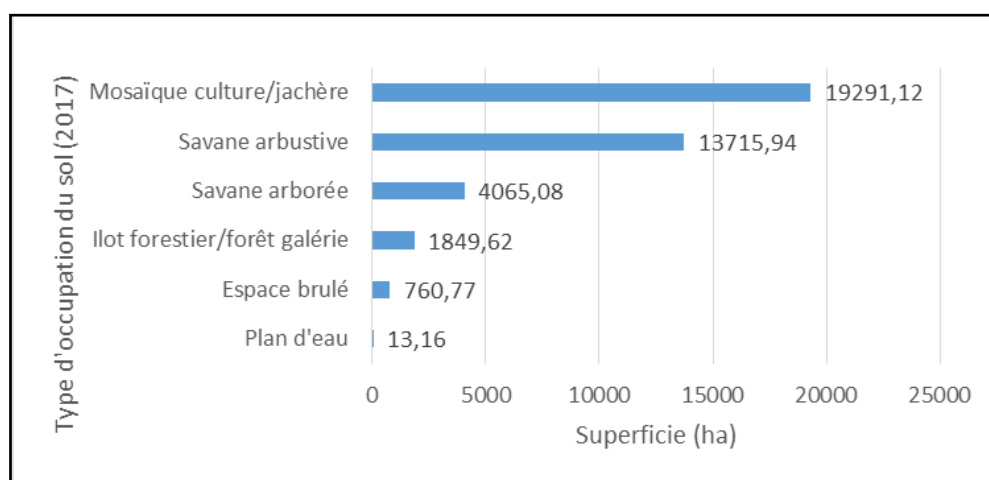


Fig. 7. Superficies des types d'occupation du sol vulnérables à la culture anacardière dans un rayon de 2 km

Source : Landsat OLI, 2017

Dans la zone de faible vulnérabilité (située au-delà de 6 kilomètres), les savanes arbustives sont les plus exposées à la culture anacardière avec 850, 62 ha de superficie susceptibles d'être conquis par les vergers d'anacarde. Elles sont suivies des jachères, avec 182,69 ha. Les forêts occupent le troisième rang, avec seulement 42,95 ha d'espace vulnérables à l'emprise spatiale des anacardières. Les savanes arborées sont les moins exposées, avec 0,09 ha de superficie (Fig.8).

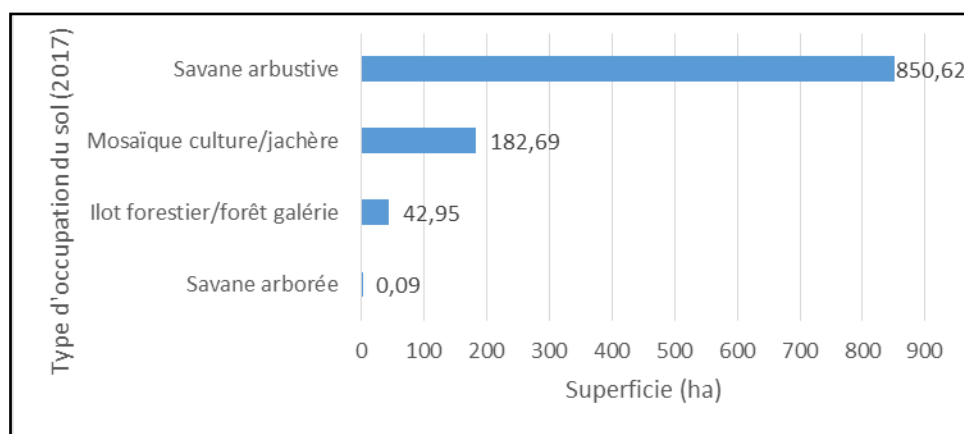


Fig. 8. Superficies des types d'occupation du sol vulnérables à la culture anacardière dans un rayon de 6 km

Source : Landsat OLI, 2017

4 DISCUSSION

4.1 CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX DE VULNERABILITE DES TYPES D'OCCUPATION DU SOL A LA CULTURE ANACARDIERE

De façon pratique, ce travail a contribué à comprendre techniquement les apports de la télédétection et des SIG à la cartographie dynamique des vergers d'anacardiers en zone de savane. La difficulté majeure était de discriminer les vergers d'anacardiers des autres unités d'occupation du sol sur les images satellites Landsat de 30m de résolution. Cela a été possible grâce à la photo analyse à partir des images de Google earth pro et les missions de reconnaissance des éléments paysagers sur le terrain. Ainsi, sur les images de Google Earth pro, avons-nous procédé à des numérisations des vergers d'anacardiers qui ont été importés sur le logiciel Arc-Gis 10.22 et projetés sur les images satellites Landsat. Ensuite les compositions colorées réalisées ont permis une meilleure discrimination des plantations d'anacarde sur ces images avant leur reconnaissance sur le terrain. Cette technique a été utilisée par [2] au Burkina-Faso. Après avoir relevé sur le terrain les coordonnées cartographiques des vergers d'anacardiers au GPS, elle les a identifiés sur les images Landsat où ils se distinguent par leur teinte rosée de texture hétérogène révélée par le traitement en composition colorée. Même si, elle n'a pas précisé la combinaison des bandes qui donne cette texture aux vergers d'anacardiers, un résultat similaire a été obtenu dans le cadre de cette étude à partir de l'affichage des bandes successives B2, B3 et B4 dans les canaux RVB. Dans l'étude de la dynamique et des mutations des paysages autour du parc national de la Comoé, [9] ont également utilisé 3 images Landsat qui sont ETM+ du 29/01/2002, Landsat ETM+ du 02/12/2006 et Landsat OLI du 23/02/2014. Cependant, ces auteurs se sont abstenus d'évoquer le traitement particulier de ces images ayant abouti à la discrimination des vergers d'anacardiers au regard de la résolution moyenne des images utilisées. Par contre, certains auteurs ont utilisé des images de très haute résolution (Terra ASTER et SPOT 3/4 des images satellites Corona de 1968 et des images Google Earth de 2004 et 2016) dans la cartographie multi-date mettant en évidence la dynamique de l'arboriculture de l'anacarde [7], [10].

S'agissant de la détermination des niveaux de vulnérabilité à la culture anacardière, [8] a utilisé la même procédure que nous. Cependant, au niveau des critères retenus pour l'analyse spatiale, il a utilisé "la distance par rapport aux exploitations agricoles". Le contexte de son étude justifie ce choix. En clair, cet auteur s'est intéressé à l'analyse des niveaux de vulnérabilité du couvert végétal naturel face aux pressions anthropiques dans le parc national de la Marahoué situé au centre-ouest de la Côte d'ivoire. En fonction de la distance des anciennes exploitations agricoles par rapport aux formations végétales naturelles, il a identifié 3 niveaux de vulnérabilité. L'étude établit que les surfaces forestières situées dans les alentours immédiats (0-2km) des anciennes zones de cultures ont été les plus exposées aux nouveaux défrichements, donc les plus vulnérables.

Cette étude est une œuvre originale. La question de la vulnérabilité est beaucoup étudiée en géographie surtout dans le domaine de la santé, des risques naturels, des risques climatiques. Cette recherche est un essai de transposition et de modélisation spatiale du concept de vulnérabilité dans le domaine de la gestion des ressources naturelles et de l'agriculture durable. Rares sont les auteurs qui ont étudié cette problématique.

4.2 LIEUX D'IMPLANTATION DES VERGERS D'ANACARDIERS ET LEUR DISTANCE AUX LOCALITES

Dans les espaces d'étude, les vergers d'anacardiers n'ont pas un site d'implantation spécifique. Ils se retrouvent de façon anarchique dans toutes les unités paysagères y compris les lieux d'habitation. La majorité des vergers est concentrée dans un rayon de 4 km autour des localités et leur forte expansion se fait au détriment des jachères, des savanes arbustives et des forêts denses sèches. Ainsi, en fonction de la distance aux localités et de l'importance de la superficie, les unités d'occupation du sol présentent divers niveaux de vulnérabilité face à l'emprise spatiale de plus en plus croissante des vergers d'anacardiers. S'agissant des lieux d'implantation de ces vergers, nos résultats sont confirmés par [2]. En effet, elle distingue au Burkina-Faso trois types de lieux d'implantation de vergers d'anacardiers qui sont les champs de culture, à proximité des habitations et plus éloignés en brousse. Dans les champs, ces vergers forment une mosaïque avec les autres espèces cultivées (cultures annuelles avec ou sans présence de parcs arborés). De même, les études de [5] à Korhogo dans le nord de la Côte d'Ivoire corroborent ces faits. Pour ces auteurs, Près des villages, les terres sont occupées par des parcs de nérés, de karités, de vergers d'anacardiers et de manguiers. Les exploitations d'anacarde sont en grande partie aménagées en couronnes autour des villages. Par ailleurs, [3] ont montré que le gradient latitudinal entre les vergers et les localités est régi par l'intensité de l'occupation de l'espace (la charge démographique). Dans les régions de fortes densités démographiques, les vergers sont plus concentrés autour des localités. Quant aux unités de paysage vulnérables à la culture anacardière, les travaux de [9] et [4] sous-tendent nos résultats. En effet, ces auteurs ont également montré que les espaces de jachères et de cultures sont les plus exposés à l'emprise spatiale des plantations d'anacardiers dans les régions de Casamance et du Bassin arachidier. Ils ont souligné que les modifications les plus importantes ont été notées au sein des zones de culture, des sols nus de la mangrove en faveur des plantations d'anacardiers. Cela provoque une forte humanisation de la région.

5 CONCLUSION

Les niveaux de vulnérabilité des types d'occupation du sol face à l'emprise spatiale des vergers d'anacardiers dans les sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro ont été mis en évidence grâce à une modélisation spatiale à partir des S.I.G et de l'imagerie satellitaire. Les unités de paysage les plus vulnérables sont celles situées dans un rayon de 2 km autour des localités et disposant d'une importante superficie susceptible d'être colonisée par les vergers d'anacarde. Les jachères et les savanes arbustives sont les plus exposées à la culture anacardière car elles sont plus concentrées dans les zones à vulnérabilité extrême et forte. Même si, pour le moment, il est encore tôt de parler de risque d'insécurité alimentaire dans la région, en raison du caractère récent de l'exploitation de la culture d'anacarde, la vitesse à laquelle ces vergers progressent anarchiquement dans le paysage agricole suscite des inquiétudes. Face à ce problème, la vulgarisation des bonnes pratiques en anacarde-culture durable, la création de forêts communautaires et la rémunération des services éco-systémiques s'imposent comme solutions durables.

REMERCIEMENT

Nos sincères remerciements à toutes les personnes qui nous ont reçu et qui nous ont fourni les renseignements qui ont servi à l'élaboration de la présente étude, notamment M. Kouassi Batey Thomas (le chef de canton de Diabo), le chef du village et les notables de kolikro Ahougnanou dans la sous- Préfecture de Bodokro, Mme la Directrice du département anacarde au CCA (Conseil Coton Anacarde), M. Kotchi directeur départemental de l'agriculture à Botro, Messieurs Yéo et Koffi tous deux agents de l'ANADER respectivement à Botro et à Béoumi.

REFERENCES

- [1] Adaye A. A., et Konan K. H., Mutations agricoles et sécurité alimentaire à Tioroniaradougou au Nord de la Côte d'Ivoire, 2008: www.sfer.asso.fr, 12 p, (juillet, 2008).
- [2] Audoin S., "Systèmes d'innovation et territoires: un jeu d'interaction. Les exemples de l'anacarde et du Jatropha dans le sud-ouest du Burkina Faso". Thèse unique de Doctorat unique, Université Paris I- Panthéon-Sorbonne, France, 418 p, 12/06/2014.
- [3] Audoin S., et Gazull L., Les dynamiques d'un système d'innovation à travers le prisme des diffusions spatiales, le cas de l'anacarde au Sud-Ouest du Burkina Faso, 2014: <http://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2014-1-page-35.htm>, Tome 43, pp. 35-50, (Janvier 2014).
- [4] Badiane A., Sane T., Thior M., Impacts de la Dynamique des Paysages Agraires sur les Activités Agricoles dans la Commune d'Adéane en Basse-Casamance (Sénégal). *European Scientific Journal*, Edition Vol.15, No.21 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 489, 18 p, 2009.
- [5] Konan K., Diomande G., et Kra K., Culture de l'anacarde et nouveau jeu des acteurs du conflit agriculteurs-éleveurs dans la sous-préfecture de Sohouau. Nord de la Côte d'Ivoire. In *Journal of humanities and social science*, Volume 21, pp. 24-32, 2016.
- [6] Kouao N. S. R., "Analyse des mutations géographiques liées à la culture d'anacarde dans les sous-préfectures de Diabo, Botro et Bodokro (Centre de la Côte d'Ivoire)", Thèse unique de Doctorat en Géographie, Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 313 p, 24/02/2020.
- [7] Koulibaly A., Akedrin N., Diomande M., et Konate I., Conséquences de la culture de l'anacardier sur les caractéristiques de la végétation dans la région du parc national de la Comoé. In *International Journal of innovation and applied studies*, ISSN 2028-9324 vol 17 N°4, pp. 1416-1426, 2016.
- [8] N'Da D. H., "Etude et suivi par télédétection et système d'informations géographiques d'une aire protégée soumise aux pressions anthropiques: cas du parc national de la Marahoué", Thèse de Doctorat, UFR Sciences de la terre et des ressources minières, Côte d'Ivoire, 158p, 2007.
- [9] Samb C. O., Toure M. A., Faye E., BA H. S., Diallo A. M., Badiane S., Sanogo D., Caractéristiques sociodémographique, structural et agronomique des plantations d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) du Bassin arachidier et de la Casamance / Sénégal, *Journal of Animal & plant sciences*, issue 3: 6307-6325, 2018.
- [10] Sangne Y. C., Bamba I., Kpangui B. K., Kouakou A. K et Barima Y. S., Emprise des champs d'anacarde sur les forêts et savanes en milieu paysan autour du parc national de Comoé. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (2): 662-675, ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print), 14 p, 2009.