



JEAN LOROUGNON
GUEDE

République de Côte d'Ivoire

Union-Discipline-Travail

UFR ENVIRONNEMENT

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de
la Recherche Scientifique

Année Universitaire
2016 - 2017

Numéro d'ordre
..... / 2018

N°CE : CI0412000681

NOM : GUEMI

Prénom : Madou Hermann
Alex

MEMOIRE

présenté pour l'obtention du :

MASTER

**Biodiversité et Gestion Durable des
Ecosystèmes**

Option : Ecologie et Gestion Durable des Ecosystèmes

THEME :

**DYNAMIQUES SPATIO-TEMPORELLES DES VERGERS
D'ANACARDIERS (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) DANS
LA SOUS-PREFECTURE DE SEGUELA (NORD-OUEST DE LA
COTE D'IVOIRE)**

Soutenu publiquement le

14 septembre 2018

Composition de Jury :

M. AYOLIE Koutoua	Maître de conférences	Université Jean Lorougnon Guédé	Président
M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas	Maître de conférences	Université Jean Lorougnon Guédé	Directeur
M. BAMBA Issouf	Maître Assistant	Université Jean Lorougnon Guédé	Encadreur
M. KOUASSI Kouakou Hervé	Maître Assistant	Université Jean Lorougnon Guédé	Examineur

DEDICACE

A

ma mère

GNAHORE Zougouré Martine

Que Dieu vous donne longue vie.

REMERCIEMENTS

Je remercie l'équipe dirigeante de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa avec à sa tête la Présidente, le Professeur TIDOU Abiba Sanogo pour leur dévouement dans la formation des étudiants.

Merci au responsable de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) Environnement, Docteur KOUASSI Lazare, Maître de conférences, pour le travail qu'il abat pour la bonne marche de l'UFR.

Je suis reconnaissant envers tous les membres du Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement (GRIEPE) pour m'avoir accueilli durant mon stage. Je remercie mon directeur scientifique Docteur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de conférences, pour le sens du travail bien fait qu'il inculque aux étudiants stagiaires du GRIEPE et l'esprit de grandeur dont il m'inspire. Je remercie mon encadreur, Docteur BAMBBA Issouf, Maître-Assistant, pour son suivi durant l'élaboration du mémoire. Je remercie également Docteur SANGNE Yao Charles, Maître-Assistant et Docteur KPANGUI Kouassi Bruno, Assistant, pour leurs conseils et encouragement.

J'exprime ma gratitude envers les doctorants du GRIEPE (KOUAKOU Tamia, KOFFI Achille, KOUAKOU Appolinaire, ZANH Golou, ASSALE Yvette, KOUA Noël) qui ont toujours répondu favorablement à mes préoccupations. Je n'oublie pas mes condisciples (KOUMAN Jean-Marc, KOUMAN Djinabou, YEO Julie, TIMITE Nakouana, PORQUET Arthur, MONKET Habib, YEBOUA Ambroise, KONAN Stéphanie) qui par leur travail, ont toujours suscité en moi cette force de travailler davantage.

Merci aux personnes qui ont été impliquées à un moment ou un autre dans ce mémoire : KABLAN Bernard, la famille MONKET, DATANHAN Evra, etc.

Je remercie enfin ma famille qui m'a toujours aidé et soutenue. Je suis particulièrement reconnaissant envers ma mère GNAHORE ZOUGOURE Martine, ma tante GNAHORE Sabine et son mari KOUAME Jean-Claude, ma bien aimée DAOUO Lou Gonan Sandrine. Merci à mon père GUEMI Oté pour son soutien immense.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES ANNEXES	xi
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : GENERALITES	3
1.1 Culture de l’anacardier en Côte d’Ivoire	3
1.1.1 Ecologie, position systématique et description de l’anacardier	3
1.1.2 Historique de l’introduction et de l’évolution de l’anacardier en Côte d’Ivoire	4
1.1.3 Impacts socio-économiques et environnementaux.	4
1.2 Ecologie du paysage	5
1.2.1 Définition du concept paysage	5
1.2.2 Composition et dynamique du paysage	6
1.3 Télédétection appliqué à l’étude du paysage	8
1.3.1 Définition et description de la télédétection.....	8
1.3.2 Télédétection comme outil nécessaire à l’analyse du paysage.....	8
1.3.3 Choix des images satellitaires pour l’observation du paysage	9

1.4 Généralités sur la zone d'étude	10
1.4.1 Localisation de la sous-préfecture de Séguéla	10
1.4.3 Climat.....	12
1.4.4 Population et activité économique.....	13
PARTIE II : MATERIEL ET METHODES	15
2.1 Matériel.....	15
2.1.1 Données de télédétection et cartographiques	15
2.1.2 Matériel de collecte des données de terrain	15
2.1.3 Matériel de traitement des données	16
2.2 Méthodes.....	16
2.2.1 Traitement des images satellitaires	16
2.2.1.1 Extraction de la zone d'étude	16
2.2.1.2 Composition colorée des images	16
2.2.1.3 Utilisation des caractéristiques d'indices biophysiques pour l'interprétation visuelle .	17
2.2.1.4 Choix des sites à visiter.....	18
2.2.1.5 Visite de terrain.....	18
2.2.1.6 Transformation d'images et classification	19
2.2.1.7 Evaluation de la précision des classifications et filtrage des images classifiées	20
2.2.1.8 Restitution cartographique des classifications.....	20
2.2.2 Mesure des taux d'évolution et des proportions en pourcentage des superficies des classes d'occupation du sol.....	20

2.2.3 Mesure d'indice de structure spatiale et détermination de la distribution des aires des taches de la classe anacardier.....	21
2.2.4 Détermination de la répartition des plantations d'anacardiers autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla.	24
PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	25
3.1 Résultats.....	27
3.1.1 Mise en évidence des changements au niveau des classes d'occupation du sol.....	27
3.1.1.1 Discrimination des types d'occupation du sol par les caractéristiques biophysiques...27	
3.1.1.2 Classes d'occupation du sol et vérification de la classification des images Landsat...29	
3.1.1.3 Description de l'état des classes d'occupation du sol définies en 2001, 2006, 2013 et 2018.	32
3.1.1.4 Evolution des classes d'occupation du sol de la sous-préfecture de Séguéla	33
3.1.1.4.1 Evolution des unités d'occupation de 2001 à 2006	33
3.1.1.4.2 Evolution des unités d'occupation de 2006 à 2013	34
3.1.1.4.3 Evolution des unités d'occupation de 2013 à 2018.	34
3.1.1.4.4 Evolution des unités d'occupation de 2001 à 2018	35
3.1.1.5 Synthèse de la dynamique des classes d'occupation du sol de la sous-préfecture de Séguéla entre 2001 et 2018.....	36
3.1.2 Dynamique de la structure spatiale des plantations d'anacardiers dans le paysag.....	36
3.1.2.1 Indices de structure spatiale des plantations d'anacardiers	36
3.1.2.2 Distribution des taches des plantations d'anacardiers en fonction des superficies.....	37
3.1.3 Variation des densités et des superficies totales (%) des plantations d'anacardiers autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla.....	39

3.2 Discussion	42
3.2.1 Approche méthodologique de la cartographie.....	42
3.2.2 Expansion de la culture d’anacarde et modification de la configuration spatiale du paysage de la sous-préfecture de Séguéla.....	42
3.2.3 Distance, localités et répartition spatiale des plantations d’anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla.....	44
CONCLUSION, RECOMMANDATION ET PERSPECTIVE	44
REFERENCES.....	46
ANNEXES	53
RESUME	58

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

CNTIG	: Comité National de Télédétection et d'Information Géographique
ETM +	: Enhanced Thematic Mapper
GLCF	: Global Land Cover Facility
GPS	: Global Positioning System
GRIEPE	: Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement
LANDSAT	: LANDscape SATellite
NDVI	: Indice Normalisé de Végétation
ROI	: Region of interest
SATMACI	: Société d'Assistance Technique pour la Modernisation de l'Agriculture en Côte d'Ivoire
SODEFOR	: Société pour le Développement des Forêts
SPOT	: Satellite Pour l'Observation de la Terre
TIRS	: Thermal Infrared Sensor
UFR	: Unité de Formation et de Recherche
OLI	: Operational Land Imager

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Tableau de synthèse de quelques capteurs et satellites d'observation de la terre...	10
Tableau II : Caractéristiques des images utilisées.....	15
Tableau III : Tableau regroupant les indices utilisés pour la caractérisation de la dynamique de la structure spatiale.	22
Tableau IV : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2001 dans la sous-préfecture de Séguela.....	31
Tableau V : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2006 dans la sous-préfecture de Séguela.....	31
Tableau VI : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2013 dans la sous-préfecture de Séguela.....	31
Tableau VII : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2018 dans la sous-préfecture de Séguela.....	31
Tableau VIII : Récapitulatif des proportions et des superficies des occupations du sol de la sous-préfecture de Séguela entre 2001, 2006, 2013 et 2018.....	33
Tableau IX : Récapitulatif des indices de structures spatiales calculés pour la classe Anacarde entre 2001, 2006, 2013 et 2018.....	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Aperçu de quelques organes de <i>Anacardium occidentale</i>	3
Figure 2 : Représentation des trois composantes basiques du paysage.....	7
Figure 3 : Schéma montrant les étapes du processus de la télédétection	8
Figure 4 : Situation de la sous-préfecture de Séguéla	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5 : Diagramme ombrothermique du département de Séguéla de 1988 à 2017	13
Figure 6 : Classement des régions de production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire.....	14
Figure 7 : Identification du processus de transformation spatiale.....	24
Figure 8 : Illustration des bandes permettant le calcul des proportions et des densités des plantations d'anacardiers autour des localités : cas de la localité de Daloa.	26
Figure 9 : Carte présentant les indices biophysiques et la composition colorée de l'image satellitaire de 2018 de la sous-préfecture de Séguéla.	28
Figure 10 : Carte des classes d'occupation du sol de la sous-préfecture de Séguéla en 2001, 2006, 2013 et 2018.	30
Figure 11 : Tendances évolutives des classes d'occupation du sol de 2001 à 2006.	34
Figure 12 : Tendances évolutives des classes d'occupation du sol de 2006 à 2013.	34
Figure 13 : Tendances évolutives des classes d'occupation du sol de 2013 à 2018.	35
Figure 14 : Tendances évolutives des classes d'occupation du sol de 2001 à 2018.	35
Figure 15 : Courbes des fréquences cumulées des aires des taches de la classe anacarde des années 2001, 2006, 2013 et 2018	38
Figure 16 : Densités des plantations d'anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour de la ville de Séguéla à des distances d'éloignement.....	40

Figure 17 : Densités des plantations d'anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour du village de Sualla/Djaminan à des distances d'éloignement40

Figure 18 : Proportions (%) des superficies des plantations d'anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour de la ville de Séguéla à des distances d'éloignement.....41

Figure 19 : Proportion (%) des superficies des plantations d'anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour du village de Sualla/Djaminan à des distances d'éloignement.....41

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de terrain pour la collecte des données.....	54
Annexe 2 : Carte de la composition colorée de l'occupation du sol de la sous-préfecture de Séguela conçue pour la viste de terrain.	55
Annexes 3 : Photographie illustrant la composition des différentes occupations du sol dans la sous-préfecture de Séguela.	56

INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire est un pays dont la base du développement économique est l'agriculture. Pour hâter ce développement, les autorités ont opté pour la diversification des cultures en mettant l'accent sur les cultures de rente inégalement réparties entre les zones agro-écologiques du pays (Koffi, 2016). Le café, le cacao, l'hévéa, le palmier à huile, le cocotier et l'ananas sont largement représentés dans la zone guinéenne (au sud) et la zone soudano-guinéenne (au centre) à cause de leur climat humide et leur sols favorables au développement de l'arboriculture (Anonyme, 2005). Le coton, la canne à sucre et l'anacarde sont assignés à la zone soudanaise (au nord) au sol moins fertile (Volvey *et al.*, 2008).

Située au nord-ouest de la Côte d'Ivoire, la sous-préfecture de Séguéla appartient à la zone soudanaise. C'est une circonscription à forte densité rurale principalement, composé d'agriculteurs (Volvey *et al.*, 2008). Les cultures qu'on y rencontre sont celles du riz, du maïs, de la patate douce, du taro, de l'igname, du coton et récemment de l'anacardier situées à des distances moyennes de 2 à 3 km des localités (Le Guen, 2004 ; Tuo, 2007). En effet, le coton était la principale culture de rente parce qu'il fournissait des revenus substantiels aux paysans de la sous-préfecture (Volvey *et al.*, 2008). Les cultures vivrières étaient principalement destinées à l'autoconsommation (Tuo, 2007). Quant à l'anacardier, bien qu'introduit depuis les années 1960 dans le nord de la Côte d'Ivoire en vue de pallier entre autres aux problèmes de terres moins fertiles, il trouvait peu d'intérêt à être cultivé. Ce verger était presque absent des systèmes culturaux des paysans de la sous-préfecture malgré son faible entretien après sa mise en culture.

A partir des années 1990, les problèmes de fonctionnement de la filière coton couplés avec le prix d'achat de plus en plus attractif de la noix de cajou, ont fait apparaître la culture d'anacardier comme une alternative à la culture de rente traditionnelle (Dugué *et al.*, 2003 ; Tuo, 2007). Ainsi, cette culture installée pour la plupart autour des localités, connaît depuis presque deux décennies maintenant, une mise en culture rapide dans la sous-préfecture de Séguéla, (Ricaud & Konan, 2010). En 2012, l'anacarde constituait déjà le produit phare par excellence des paysans de la circonscription (Koffi, 2012).

Face à l'essor de la culture d'anacardier, les études qui ont été menées dans le nord de la Côte d'Ivoire en général et dans la sous-préfecture en particulier se sont majoritairement axées sur la production, la transformation et la commercialisation de l'anacarde (Ricaud, 2012 ; Anonyme, 2013). Cependant, très peu d'études montrant l'impact de la culture d'anacardier sur la modification du paysage dans la sous-préfecture ont été effectuées. De plus, aucune étude portant sur la répartition des plantations d'anacardiens autour des localités de la sous-

préfecture de Séguéla n'a encore été menée. Ces études pourraient montrer le rythme et l'ampleur des modifications opérées par la culture d'anacardier dans le paysage de la circonscription, aussi permettre d'interpeller les paysans sur la planification de l'espace étant donnée que la culture d'anacardier tout comme les cultures vivrières sont assez pratiquées autour des localités (Le Guen, 2004 ; Ricau & Konan, 2010).

Dans ce contexte, l'étude sur la dynamique spatio-temporelle des vergers d'anacardiers dans la sous-préfecture de Séguéla s'avère judicieuse. L'objectif général de cette étude vise à avoir une meilleure connaissance sur la dynamique spatio-temporelle de la culture d'anacardier dans la sous-préfecture de Séguéla. Il s'agira spécifiquement (1) de cartographier l'évolution des plantations d'anacardiers dans la sous-préfecture de Séguéla, (2) d'analyser la dynamique de la structure spatiale du paysage de la sous-préfecture de Séguéla et (3) de déterminer la répartition spatiale des plantations d'anacardiers autour des localités de la sous-préfecture de Séguéla.

Pour atteindre ces objectifs de recherche, trois hypothèses ont été émises. Elles stipulent que (1) les vergers d'anacardiers connaissent une évolution progressive dans le paysage de la sous-préfecture de Séguéla, (2) l'expansion de la culture d'anacardier a modifié la configuration spatiale du paysage de la sous-préfecture Séguéla, (3) les superficies et les densités des plantations d'anacardiers augmentent à mesure qu'on s'éloigne des localités dans la sous-préfecture de Séguéla.

Le présent manuscrit est structuré en trois parties. La première traite des généralités portant sur la culture de l'anacardier en Côte d'Ivoire, l'écologie du paysage, la télédétection appliquée à l'étude du paysage et sur la zone d'étude. La deuxième partie est relative au matériel et à la méthodologie utilisée. La troisième partie fait état des résultats et de la discussion. Le manuscrit s'achève par une conclusion, une recommandation et une perspective.

PARTIE I : GENERALITES

1.1 Culture de l'anacardier en Côte d'Ivoire

1.1.1 Ecologie, position systématique et description de l'anacardier

L'anacardier de nom scientifique *Anacardium occidentale*, est une espèce diploïde de la famille des Anacardiaceae. C'est une angiosperme appartenant à la classe des dicotylédones à l'ordre des sapindacées (Tandjiekpon, 2005). Originaire du Brésil, il est largement disséminé dans la zone intertropicale (Lautié, 2001). C'est une espèce rustique qui tolère une large gamme de variation ; les variations de températures dont la moyenne se situe entre 22°C et 35°C ; une pluviométrie allant de 500 à 3700 mm. L'anacardier s'adapte bien aux zones arides et semi-arides ayant une période de sécheresse comprise entre 4 et 6 mois. Toutefois, il s'épanouit sur les sols légers, drainés, profonds et fertiles (Figure 2) (Tandjiekpon, 2005).

Par ailleurs l'anacardier est un arbre de taille moyenne, à feuillage persistant, atteignant 6 à 12 m de haut et 15 à 25 cm de diamètre. Il est surmonté d'une couronne large, profonde et puissante. L'écorce, gris clair ou brune, est lisse dans le jeune âge et se fissure légèrement chez les sujets âgés. Les feuilles alternes sont entières, épaisses, coriaces, non stipulées et de forme elliptique (Figure 1). Elles sont courtement pétiolées, de couleur verte foncée. Elles mesurent entre 6 et 15 cm de long sur 2 à 7 cm de large. Les fleurs sont petites, à 5 pétales de 1 cm de diamètre, rosées, très odorantes et groupées en inflorescences paniculaires. On rencontre sur le même arbre des fleurs mâles et des fleurs hermaphrodites (Agaï, 2004).

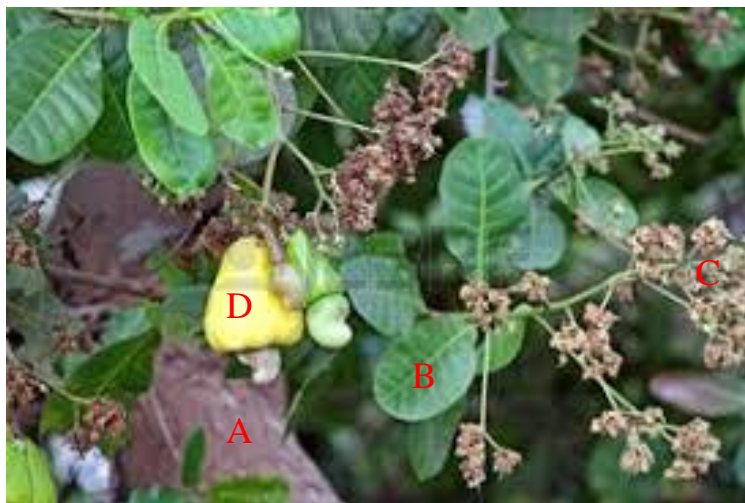


Figure 1 : Aperçu de quelques organes de *Anacardium occidentale*.

(A) Tige ; (B) Feuilles ; (C) Fleurs ; (D) Fruits.

1.1.2 Historique de l'introduction et de l'évolution de l'anacardier en Côte d'Ivoire

Dans les années 1960, un programme de reboisement des savanes du Nord et du Centre de la Côte d'Ivoire a été mis en place par le Gouvernement de la Côte d'Ivoire (Volvey *et al.*, 2008). Ce projet piloté par l'ex Société d'Assistance Technique pour la Modernisation de l'Agriculture en Côte d'Ivoire (SATMACI) et la Société pour le Développement des Forêts (SODEFOR) en partenariat avec les populations rurales, avait pour but de lutter contre la déforestation, l'érosion et les feux de brousse (Lebailly *et al.*, 2012). En effet, ces zones savaniques du Nord de la Côte d'Ivoire subissaient une destruction très poussée du couvert arboré. De plus, la porosité du sol empêchait l'absorption de l'eau et favorisait le ruissellement ; ce qui limitait la reconstitution naturelle du couvert végétal (Volvey *et al.*, 2008). Ainsi, des vergers d'anacardiers adaptés à ces types de sols, ont été introduits dans cette partie du pays. Ces vergers ont été cédés aux populations rurales du nord, mais pendant longtemps, ces populations ont trouvé peu d'intérêt à les entretenir.

Entre 1990 et 1995, les populations rurales du nord ont progressivement eu un engouement pour la culture d'anacardier car en cette période, les acheteurs indiens développaient discrètement le marché de l'anacarde sans l'initiative ni le soutien d'organisations de développement agricole (Ricaud & Konan, 2010). Actuellement, la culture d'anacardier est répandue dans tout le nord et le centre du pays sur une superficie estimée à plus de 1 300 000 hectares (Ricaud, 2013).

1.1.3 Impacts socio-économiques et environnementaux.

A partir de 1990, la culture d'anacardier connaît un essor important dans le nord de la Côte d'Ivoire au même titre que les cultures pérennes du sud du pays (Volvey *et al.*, 2008). Dans toutes les zones de culture d'anacardier (centre et nord ivoirien), ce sont effectivement les nombreux avantages socio-économiques liés à la culture de l'anacardier qui ont favorisé son adoption massive par les populations paysannes (Tuo, 2007). En effet, cette culture confère le statut de planteur, qui est une aspiration profonde chez les paysans du centre (N'Da, 2002). La culture d'anacardier permet aux paysans du nord de constituer non seulement un patrimoine durable mais aussi d'accéder au contrôle du foncier (N'Da, 2002). Ainsi, la plantation d'anacardiers constitue pour le paysan une source d'émancipation sociale (Koné, 2002). La culture d'anacardier permet aux paysans d'acquérir aussi un revenu satisfaisant. Le calcul des coûts de production de certains gros producteurs varie entre 20 000 et 80 000 F CFA/ha. Les rendements des cultures varient entre 200 et 400 kg/ha selon les

conditions pédoclimatiques et le niveau d'entretien des parcelles. Pour un rendement de 300 kg/ha et des coûts raisonnables de 40 000 F CFA/ha, ces chiffres équivalent à un coût de production de 130 F CFA/kg (Ricaud & Konan, 2010). Ces revenus peuvent croître au fur et à mesure que les années évoluent. Selon l'INTERCAJOU (2009), une plantation bien entretenue peut produire 400 kg/ha à partir de la 5^{ème} année et aller au delà de 1000 kg/ha à partir de la 10^{ème} année. En 2012, le revenu brut distribué aux producteurs se chiffre à 139,5 milliards de F CFA. En cette même année, l'anacarde a permis à la Côte d'Ivoire de collecter au titre des recettes d'exportation 136,44 milliards de F CFA. De plus, l'Etat a perçu 3,25 milliards au titre du droit unique de sortie (CCI-CI, 2013). En 2013, le chiffre d'affaire d'ensemble de la filière anacarde a été de 200 milliards de F CFA. Ce chiffre est passé à 337 milliards de F CFA en 2015 soit une augmentation de 68,5 %. La production de noix de cajou a été de 711 236 tonnes en 2017.

Bien que la culture d'anacardier ait rehaussé le niveau social et financier des paysans du nord de la Côte d'Ivoire, son avènement a entraîné l'abandon et la perte de certaines pratiques héritées des ancêtres chez les peuples du nord telles que la chasse en commun et la pêche traditionnelle (Tuo, 2007). Ces pratiques avaient lieu généralement en saison sèche. Depuis l'introduction de l'anacardier, la période de chasse est consacrée au ramassage des noix de cajou. La culture du coton qui a fait la fierté des paysans des zones Centre et Nord, est en train d'être abandonnée progressivement au profit de la culture d'anacardier (Tuo, 2007). De plus, l'occupation des surfaces en verger d'anacardier a modifié les agro-systèmes. Avant l'introduction de l'anacardier, les systèmes de production étaient caractérisés par l'alternance des cultures annuelles et de jachère. L'introduction de l'anacardier dans le système de culture qui associe l'anacardier aux vivriers a engendré dans le temps la disparition des terres mise en jachères (Tuo, 2007). Cette culture s'est répandue dans cette partie du pays, les surfaces cultivées qui étaient de 8 000 ha dans les années 1960 sont passées à 400 000 ha en 2005 et ont atteint 1300 000 ha en 2012 (CCI-CI, 2013). Actuellement cette culture est en pleine expansion dans du nord ivoirien.

1.2 Ecologie du paysage

1.2.1 Définition du concept paysage

Le paysage occupe une place privilégiée parmi les concepts qui nous relient à notre milieu (Burel & Baudry, 2003). Sa définition provient de l'observateur en fonction de son objectif. Avant d'être objet d'étude en écologie, le paysage a été utilisé dans de nombreuses

disciplines, par exemple la peinture, l'architecture, la littérature et la géographie (Berdoulay & Phipps, 1985). Ainsi, il y a eu diverses approches du paysage en fonction des spécialités en jeu. Toutefois, les géographes, les historiens, les ethnologues, les sociologues ont reconnu dans le paysage, des terroirs issus des rapports entre nature et société (Fourneau *et al.*, 1991). Les uns ont développé des méthodes de description, d'autres des analyses de mise en place et de fonctionnement (Fourneau *et al.*, 1991) où la part de l'analyse écologique est parfois importante. Pour Bertrand (1978), traiter du paysage c'est aborder un système d'éléments en interaction car le paysage représente une portion d'espace matériel qui existe en tant que structure et système écologique. Selon cette conception, on ne peut pas définir le paysage à partir d'une lecture directe de l'espace. En effet, le changement est une des caractéristiques intrinsèques des paysages, que ce soient des changements à long terme ou des changements plus courts liés notamment aux rythmes physiologiques ou à l'intervention de l'homme (Blanc-Pamard & Peltre, 1984). Au vue des pensées convergentes sur la perception du paysage, la définition du paysage retenue par la communauté scientifique a été celle de la Convention Européenne sur le Paysage faite en 2005. A cette convention, la communauté scientifique a défini le paysage comme une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ ou humains et de leurs interrelations (Bamba, 2010).

1.2.2 Composition et dynamique du paysage

Le paysage a été réparti en trois éléments qui le composent selon l'écologie du paysage (Forman & Godron, 1981). Cette répartition se fait selon l'aspect que présente un paysage en général (Burel & Baudry, 2003). Il s'agit de la tache, de la matrice et du corridor (Figure 2). La matrice constitue l'élément le plus étendu du paysage et contient les autres éléments. Elle exerce le rôle dominant dans le fonctionnement du paysage (Forman & Godron, 1986). La tache est un élément discret non linéaire différent par sa nature. Enfin le corridor est un élément linéaire. L'ensemble des taches constitue une mosaïque et l'ensemble des corridors un réseau.

Dans les régions de savanes de la Côte d'Ivoire, c'est la savane qui constitue la matrice du paysage. Les localités et les exploitations agricoles sont en autres les taches constituant la mosaïque. Les galeries forestières qui peuvent s'y trouver décrivent les corridors. La simplification de la composition d'un tel paysage en trois éléments permet d'étudier de sa dynamique. Cette étude consiste à l'analyse des changements d'état des

éléments du paysage (Savane, Exploitations agricoles, Localités, etc.) pendant une période donnée (Schlaefter, 2002). Elle met en évidence les tendances progressives ou régressives des éléments du paysage entre deux dates. Plusieurs traitements statistiques existent pour déterminer ces tendances. On a entre autres le calcul des taux d'évolution et la matrice de transition.

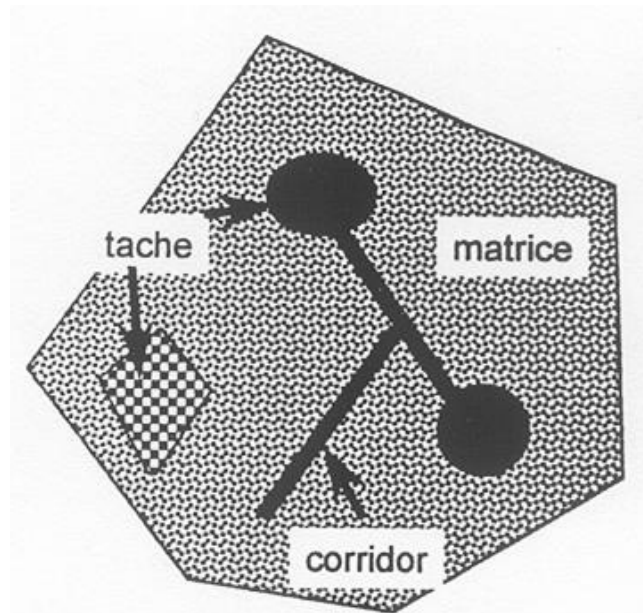


Figure 2 : Représentation des trois composantes basiques du paysage (les taches, les corridors et la matrice). (Modifié suivant Forman & Godron, 1986).

1.2.3 Indices de structure spatiale

Chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de trois éléments clés qui sont sa configuration (c'est l'arrangement spatial et la géométrie des éléments du paysage), sa composition (elle représente les différents éléments présents dans le paysage) et son fonctionnement (les interactions entre les éléments biotiques et abiotiques du paysage). Un changement d'un des éléments aura des répercussions sur les deux autres (Bogaert & Mahamane, 2005). En effet, la variation d'une seule composante du paysage (la tache par exemple) peut modifier la configuration du paysage (Fortin, 1999). Cette modification de la configuration du paysage peut être étudiée par la mesure d'une série d'indices de structure spatiale de ladite composante (Bogaert & Mahamane, 2005). L'analyse de cette série d'indices permet de révéler le processus de transformation spatiale ayant entraîné cette modification (Bamba, 2010). Par ailleurs, les mesures d'indices de structure spatiale sont souvent indicateurs de l'impact de l'homme sur la morphologie du paysage (Burel & Baudry, 2003).

1.3 Télédétection appliqué à l'étude du paysage

1.3.1 Définition et description de la télédétection

La télédétection est l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance sans un contact matériel avec ceux-ci (Bonn & Rochon, 1993). Elle prend en compte les différents processus partant du captage et l'enregistrement de l'énergie du rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi au traitement et l'analyse de l'information enregistré sous forme d'image (Figure 3). Ces informations sont par la suite mises en application dans divers domaines.

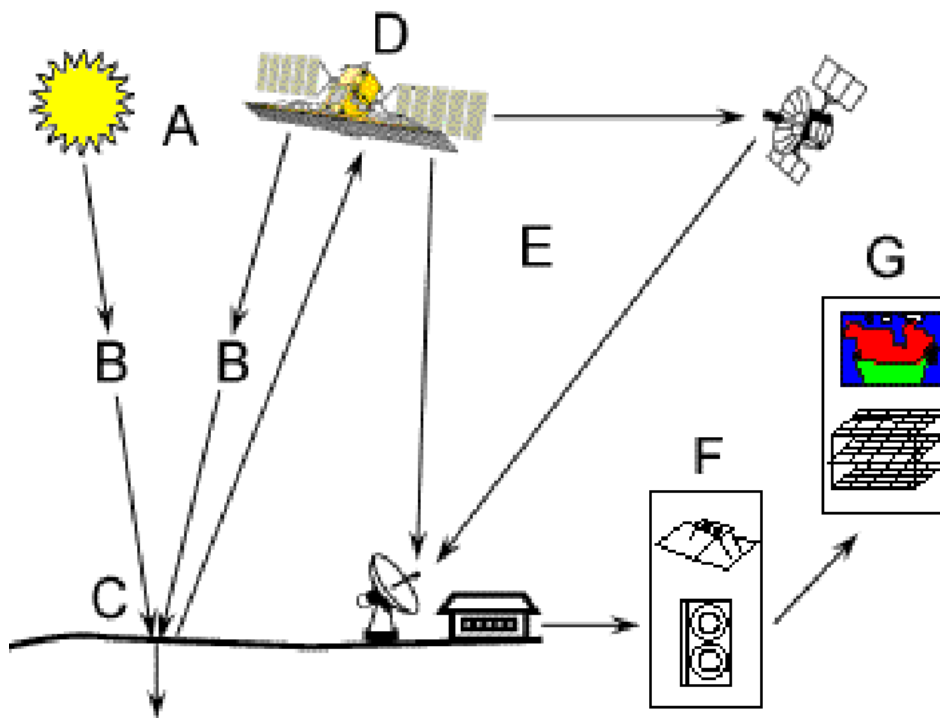


Figure 3 : Schéma montrant les étapes du processus de la télédétection

(Source : Centre Canadien de Télédétection, 2002).

A : Source d'énergie ou illumination ; B : Radiation et atmosphère ; C : Interaction avec la cible ou la surface ; D : Enregistrement de l'énergie par le capteur ; E : transmission, réception et traitement ; F : Interprétation et analyse ; D : Application.

1.3.2 Télédétection comme outil nécessaire à l'analyse du paysage

Dans les régions où on observe de fortes densités rurales comme en Afrique de l'ouest, la nécessité d'une approche intégrée ou globale impose le paysage comme objet d'étude privilégié (Mayaux *et al.*, 2007). Dans la région du nord de la Côte d'Ivoire, les paysans sont

majoritairement constitués d'agriculteurs et éleveurs. L'utilisation du sol est au profit l'agriculture. Des terres arables riches en humus et des surfaces disponibles sont largement mis en culture pour le développement d'une agriculture variée composé de cultures vivrières et pérennes (Le Guen, 2004). Dans le nord du pays, 91 % des familles exploitent des champs, en moyenne distants de 2 à 3 km du village (Le Guen, 2004). Loin des localités, on y rencontre parfois des vastes espaces naturels d'environ 3000 ha en un seul tenant. Pour l'étude de tels paysage, l'utilisation de la télédétection pour l'analyse des caractéristiques environnementales, culturelles et la gestion des ressources naturelles est nécessaire (Jensen, 1996). En effet, elle permet d'approcher le paysage à différentes échelles et renseigne sur des régions où l'accessibilité et l'information géographiques est difficile à réaliser. En outre, les observations répétées dans le temps de ces paysages par télédétection, permettent l'évaluation de la dynamique de l'occupation du sol et la mise en évidence de processus spatio-temporels qui s'y déroule (Wolff, 2005).

1.3.3 Choix des images satellitaires pour l'observation du paysage

Quatre principales caractéristiques appelées résolutions font varier la qualité des images satellitaires. Il s'agit des résolutions spatiale, spectrale, temporelle et radiométrique. La résolution spatiale est la taille du plus petit objet perceptible dans une image satellitaire (Dadhwal *et al.*, 2002). La résolution spectrale quant à elle représente l'aptitude d'un capteur à employer de petites fenêtres de longueurs d'onde (Usah & Singh, 2013). La résolution temporelle est le temps que prend un satellite pour réaliser un cycle orbital complet (Bonn & Rochon, 1993). La résolution radiométrique d'un système de télédétection décrit sa capacité à reconnaître des petites différences dans l'énergie électromagnétique.

L'utilisation d'une image satellitaire pour l'étude du paysage est donc fonction des caractéristiques des images satellitaires et surtout de la taille du paysage à étudier ainsi que celle de l'objet à observer dans le paysage (Koua, 2016). Il existe des images Ikonos et Quickbird de très haute résolution ainsi que des images Spot de haute résolution (Tableau I) qui sont utilisées pour l'étude des paysages se résumant à l'échelle d'une commune voire d'une ville. Il existe aussi des images de très faibles résolutions telles les images Modis qui avec de résolution spatiale de l'ordre de 2 Km sont utilisées pour des études réalisées à l'échelle d'un continent ou du globe terrestre. L'image satellitaire largement utilisée dans l'étude du paysage est l'image Landsat. C'est une image de moyenne résolution. Elle est mieux indiquée pour étudier des surfaces à l'échelle d'une région, d'un département ou même

d'une sous-préfecture. Elle permet le suivi de phénomènes se déroulant sur de grandes étendues dans le paysage. Elle est aussi adaptée à l'étude de la végétation (Koua, 2016).

Tableau I : Caractéristiques de quelques capteurs et satellites d'observation de la terre.

Satellites	Résolutions spatiales (m)	Taille de la scène (km)
Landsat 5	30	185
Spot (HRG)	10	60
Ikonos	4	11
Quickbird	0,61 – 2,44	16,5

1.4 Généralités sur la zone d'étude

1.4.1 Localisation de la sous-préfecture de Séguéla

La sous-préfecture de Séguéla, située au Nord-ouest de la Côte d'Ivoire, appartient au département de Séguéla qui forme avec celui de Kani, la région du Worodougou (Figure 4). Elle couvre une superficie de 842,15 Km² et fait frontière avec les sous-préfectures de Worofla et Bobo-diarabana au Nord, la sous-préfecture de Sifié et de Kamalo à l'Ouest et la sous-préfecture de Massala à l'Est. La partie sud de la sous-préfecture est contigüe au département de Vavoua à laquelle appartient la sous-préfecture de Seitifla et Bazzra-Nattis (CNTIG, 2001).

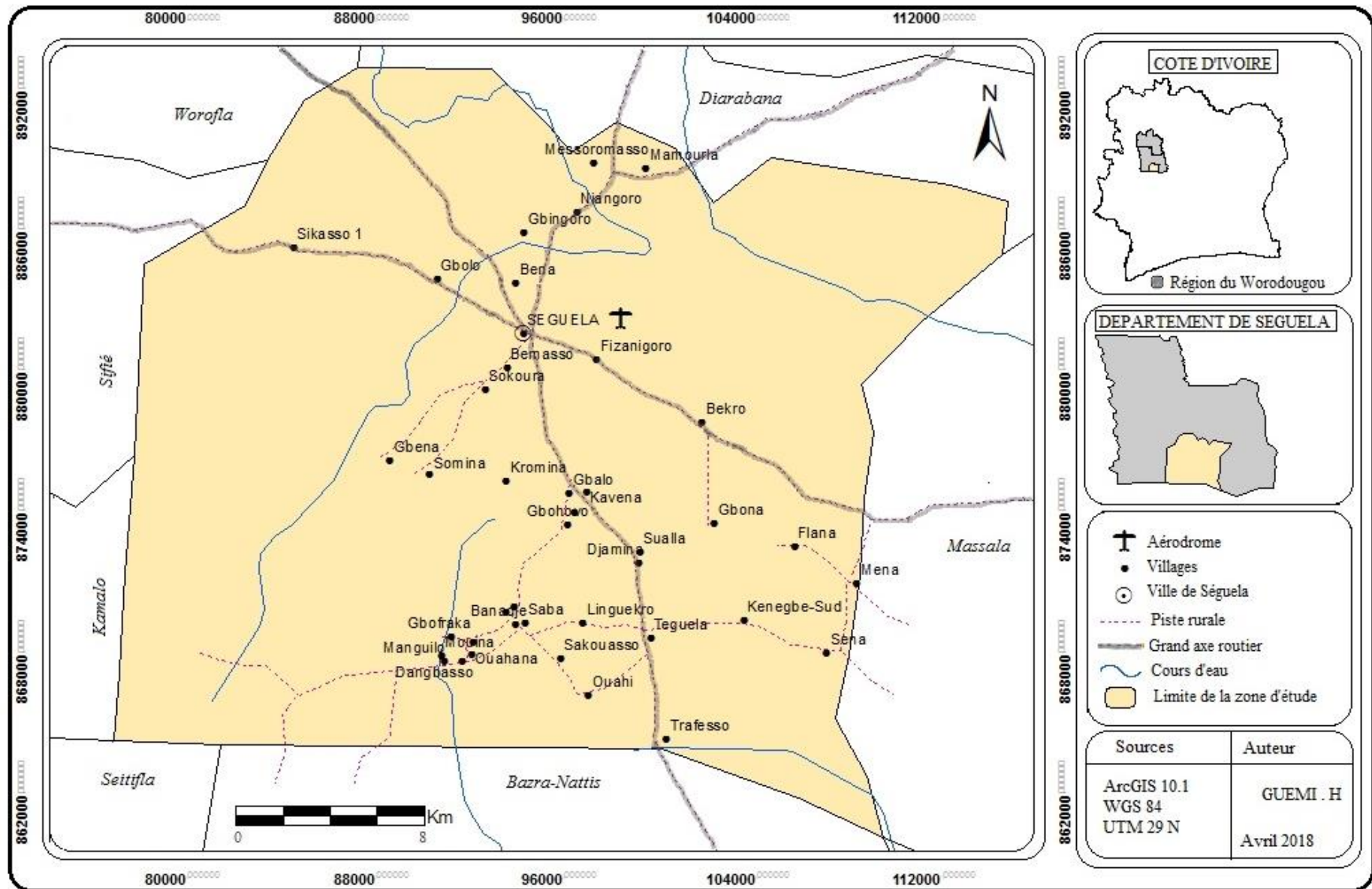


Figure 4 : Situation de la sous-préfecture de Ségoula

1.4.2 Végétation

La sous-préfecture de Séguéla est située dans la zone de contact forêt-savane avec une dominance de savane (Richard, 1972). La végétation de la circonscription est constituée de deux types de paysages zonaux qui s'observent du sud au nord de la sous-préfecture, à savoir : une mosaïque forêt-savane et la zone de forêts claires et savanes sub-soudanaises. Les savanes sont parsemées d'arbres, de nombreuses forêts-galeries ainsi que les groupements végétaux accessoires. Les forêts-galeries et les îlots forestiers constituent les boisements denses de la zone. Les îlots forestiers sont le plus souvent voués à l'adoration des divinités. Les forêts-galeries sont des forêts ripicoles couvrant les berges des grands cours d'eau, ou encore des galeries forestières localisées sur les petits marigots. Quant aux groupements végétaux accessoires, ils comprennent la végétation saxicole (végétation des rochers et talus ombragés, des rochers découverts), la végétation ripicole est de strate basse.

1.4.3 Climat

Le climat de la sous-préfecture de Séguéla est de type tropical caractérisé par deux saisons : une longue saison sèche et une saison humide avec une valeur moyenne de température de 28°C (Gauthier *et al.*, 2015). Le diagramme ombrothermique qui a été réalisé à partir des moyennes pluviométriques et thermiques des 30 dernières années indique que la saison sèche part de novembre à juin et la saison humide de juillet à octobre (Figure 5). En effet, en saison humide, le vent dominant est la mousson provenant du sud-ouest. En saison sèche, le vent dominant est l'harmattan provenant de l'est (Gauthier *et al.*, 2015)

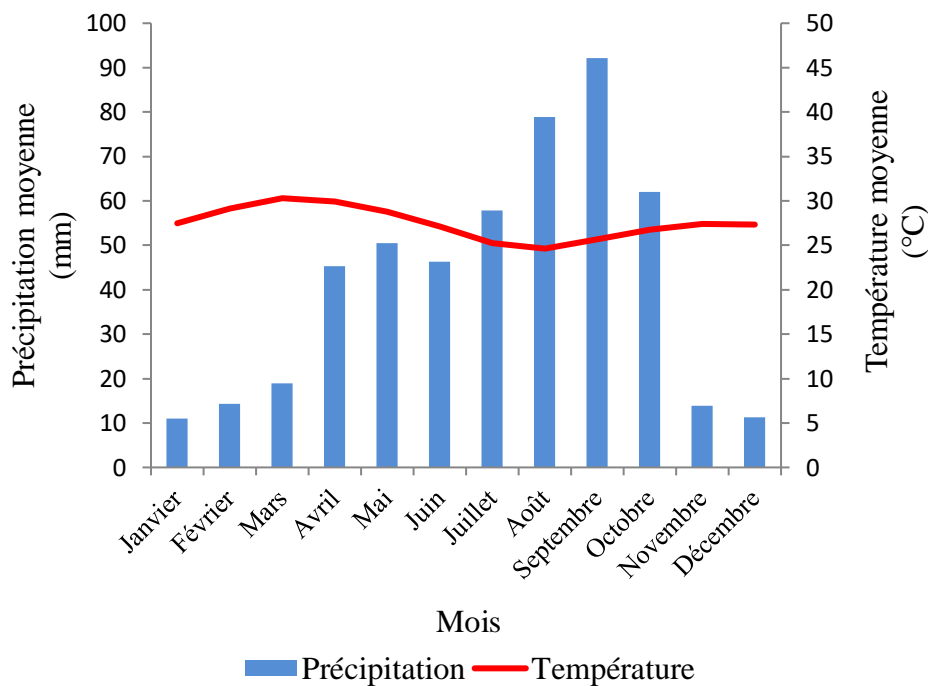


Figure 5 : Diagramme ombrothermique du département de Séguéla de 1988 à 2017
(Source des données : www.Globalweather.net)

1.4.4 Population et activité économique

La population de la sous-préfecture de Séguéla est constituée majoritairement d'ethnie malinké à laquelle se greffent les autres groupes ethniques de la Côte d'Ivoire ainsi que les ressortissants des pays de la sous-région (Gauthier *et al.*, 2015). La sous-préfecture a une population estimée à 63 774 habitants avec une densité de 76 habitants/km² plus concentrée dans la ville de Séguéla, chef-lieu de la circonscription (RGPH, 2014). L'activité agricole constitue la première source de revenu pour la majorité des populations avec une forte disponibilité en terre cultivable mis au profit de la culture d'anacardier. La contribution de la circonscription a hissé la région du Worodougou au rang des régions à production moyenne de noix de cajou (Figure 6) après les régions du Kabadougou, Hambol, Gontougou et Boukani (Ricaud, 2013). L'élevage est la seconde activité économique de la sous-préfecture.

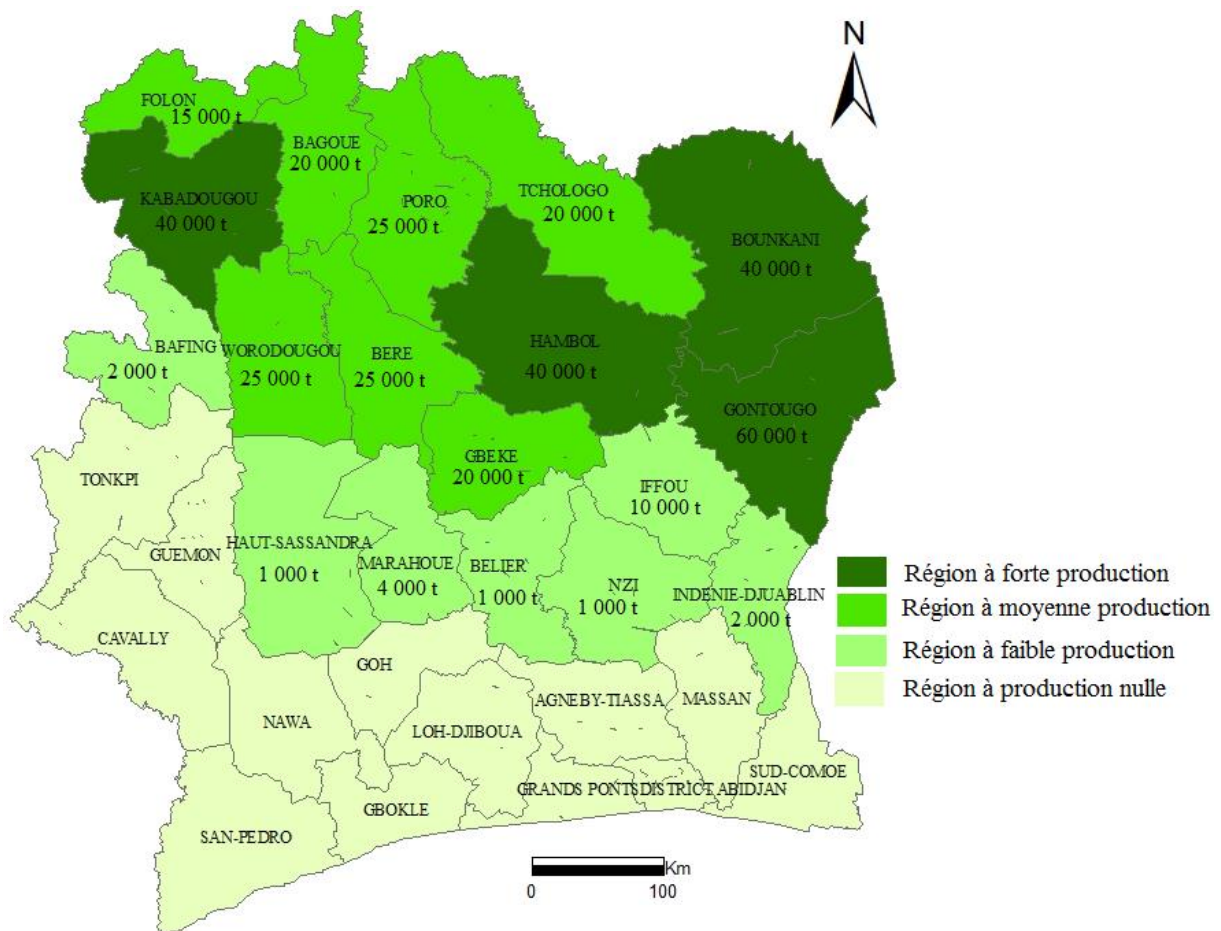


Figure 6 : Classement des régions de production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire.

(Source : RICAU, 2013 modifié par GUEMI)

PARTIE II : MATERIEL ET METHODES

2.1 Matériel

Le matériel ayant servi à la réalisation de cette étude est principalement composé de données spatiales et cartographiques, d'un matériel de collecte de données et d'un matériel de traitement des données.

2.1.1 Données de télédétection et cartographiques

Les données spatiales utilisées sont constituées de 4 images de télédétection (Tableau II). Il s'agit des images Landsat ETM+ du 10 décembre 2001, Landsat TM du 16 décembre 2006, Landsat OLI du 19 décembre 2013 et du 15 janvier 2018, acquises gratuitement par téléchargement sur Global Land Cover Facility (GLCF). L'irrégularité observée entre les pas d'années se justifie par la disponibilité des images satellitaires ayant un taux de nébulosité et de couverture nuageuse plus faibles. Toutefois, le choix des images satellitaires a été guidé par l'appartenance des images satellitaires à la saison sèche. L'utilisation des images d'une même saison dans l'étude des changements contribue à la diminution des effets saisonniers (Barima *et al.*, 2009).

Les fichiers pour la cartographie concernent les réseaux routiers, les localités et le découpage administratif issu du Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement.

Tableau II : Caractéristiques des images utilisées

Satellites	Capteurs	Longueurs d'ondes (μm)	Fréquence de passage	Résolution
LANDSAT 7	ETM +	PIR (0,77-0,89)	16 jours	30 m
		MIR (1,54-1,74)		
		Rouge 0,63-0,69)		
LANDSAT 5	TM	PIR (0,76-0,90)	16 jours	30 m
		MIR (1,55-1,75)		
		Rouge (0,63-0,69)		
LANDSAT 8	OLI	PIR (0,84 – 0,88)	16 jours	30 m
		MIR (1,56-1,66)		
		Rouge (0,63-0,68)		

PIR : Proche Infrarouge ; MIR : Moyen Infrarouge ; OLI : Operational Land Imager.

2.1.2 Matériel de collecte des données de terrain

Le matériel de collecte des données utilisé sur le terrain était composé de :

- un récepteur "Global Positioning System" (GPS) pour la prise de coordonnées géographiques des points d'observations au sein des différentes classes d'occupation du sol ;

- de fiches de relevé pour la description de l'occupation du sol et la notation des informations utiles à savoir le lieu et la date de récolte, les coordonnées géographiques (Annexe 1) ;
- un appareil photographique numérique pour les prises de vue des occupations du sol.

2.1.3 Matériel de traitement des données

Un ordinateur et des logiciels ont servi au traitement des données. Les logiciels qui ont été utilisés sont :

- ENVI 4.7 pour le traitement des images satellitaires ;
- ArcGIS 10.1 pour la cartographie et l'analyse spatiale ;
- Excel 2007 pour le traitement statistique des données de télédétection.

2.2 Méthodes

2.2.1 Traitement des images satellitaires

2.2.1.1 Extraction de la zone d'étude

Les images satellitaires téléchargées couvrent la scène 198-054. Cette scène se présente sous la forme d'un carré de 185 km de côté. L'extraction de notre zone d'étude de la scène entière a commencé par l'extraction du contour de la dite sous-préfecture dans un fichier vecteur du nouveau découpage administratif de la Côte d'Ivoire grâce à la commande "*select Element*", puis enregistré à extension EVF à l'aide du logiciel ArcGIS 10.1. Le contour de la sous-préfecture extraite, a été importé dans le logiciel ENVI 4.7. Ce contour a été associé à la scène entière comme une zone d'entraînement (*Region of interest ou ROI*) afin d'extraire à l'aide de la commande "*Subset Data via ROIs*" l'image satellitaire couvrant notre zone d'étude de la scène entière.

2.2.1.2 Composition colorée des images

La composition colorée consiste à combiner des informations que contiennent trois bandes en les affichant simultanément dans les trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu) à l'aide du logiciel ENVI 4.7 (Koua, 2016).

En effet, la composition colorée des images Landsat ETM+ et Landast TM a été obtenue en disposant la bande spectrale 4 (proche-infrarouge) dans le rouge, la bande 5 (moyen-infrarouge) dans le vert et la bande 3 (rouge) dans le bleu. Le proche infrarouge est

particulièrement sensible à la quantité de chlorophylle contenue dans la végétation, le moyen infrarouge, sensible à la quantité d'eau contenue dans les plantes et le rouge correspondant à la longueur d'onde caractéristique de l'absorption de la chlorophylle de la végétation verte (Koua, 2016). Les caractéristiques de ces bandes facilitent la discrimination des différents types de végétation (Girard & Girard, 1999 ; Oszwald, 2005). Concernant les compositions colorées des images Landsat OLI de 2013 et de 2018, les combinaisons se sont faites avec la bande 5 (proche-infrarouge), la bande 6 (moyen-infrarouge) et la bande 4 (rouge) selon l'ordre colorimétrique rouge, vert et bleue.

Il faut noter qu'une carte de composition colorée de l'image satellitaire de 2018 a été élaborée sur le logiciel ArcGIS 10.1 pour la préparation des sites à visiter sur le terrain (Annexe 2).

2.2.1.3 Utilisation des caractéristiques d'indices biophysiques pour l'interprétation visuelle

Après la composition colorée de l'image de 2018, l'interprétation visuelle en vue de la détermination des classes d'occupations du sol a nécessité l'utilisation du logiciel ENVI. Nous avons eu recours aux indices de brillance des sols, d'humidité et d'indice normalisé de végétation. Ces indices issus de l'extension "*Tasseled cap*" du logiciel ont été utilisés car ils sont moins sensibles aux perturbations atmosphériques (Kpangui, 2015). De plus, l'indice de brillance des sols adapté pour caractériser les sols nus sans couvert végétal important, est aussi utilisé pour rendre compte du niveau de recouvrement des strates de la végétation. Quant à l'indice normalisé d'humidité, il permet de discriminer les zones humides mais aussi de caractériser la couverture végétale en fonction du niveau de stress hydrique (Kpangui, 2015).

Le calcul de ces indices à partir des bandes brutes a permis d'obtenir de nouvelles images sur lesquelles les caractéristiques relatives aux indices calculés sont accentuées (rehaussées). Les nouvelles images générées à partir du calcul d'indices, nous ont permis d'identifier les zones de forte et de faible végétation (Indice normalisé de végétation), des localités, sols nus, les savanes, les forêts et cultures pérennes (Indice de Brillance), les zones inondées ou inondable et les plans d'eau (Indice d'Humidité) (Kpangui, 2015). Les différents indices sont obtenus par les équations suivantes :

Indice Normalisé de végétation :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{PIR} - \text{R}}{\text{PIR} + \text{R}} \quad (1)$$

Indice Normalisé brillance ou Brightness Index :

$$BI = 0,3037TM1 + 0,2793TM2 + 0,4743TM3 + 0,5585TM4 + 0,5082TM5 + 0,1863TM6 \quad (2)$$

Indice Normalisé d'humidité ou Wetness Index :

$$WI = 0,1509TM1 + 0,1973TM2 + 0,3279TM3 + 0,3406TM4 - 0,7112TM5 - 0,4572TM6 \quad (3)$$

Brightness Index (BI) et Wetness Index (WI) ; TM 1 : Bande bleu (visible) ; TM 2: Bande verte (visible) ; TM3 : Bande rouge (visible) ; TM 4 : Bande du proche-infrarouge ; TM 5 et TM 7 : Bande du moyen-infrarouge pour Landsat 5 et 7. Pour Landsat 8, TM 4 : Bande rouge (visible) ; TM 5 : Bande du proche-infrarouge ; TM 6 : Bande du moyen-infrarouge.

Il faut noter que le recours à ces indices avait pour priorité d'identifier les zones d'exploitation agricole (arboriculture) en vue du choix des sites de terrain.

2.2.1.4 Choix des sites à visiter

Le choix des sites s'est fait sur la base des différentes occupations du sol observées sur la carte de composition colorée de 2018, les zones d'exploitation agricole identifier grâce aux indices biophysiques, le réseau routier et les localités. La composition colorée a été importé sur le logiciel ArcGIS 10.1 sous le format "*geo-tiff*". Sur la carte de composition colorée, les localités et le réseau routier ont été projetés. Ainsi, les sites de prospections liées à l'arboriculture ont été définis. Ces sites sont représentés par les localités de Séguéla, Gbólô, Fizanigoro, Békro, Kavena, Sualla/Djamna et Tèguela. Dans chacun des sites, les coordonnées des occupations du sol ont été enregistrées dans un GPS pour permettre leur reconnaissance lors de la visite de terrain.

2.2.1.5 Visite de terrain

Il est indispensable que les informations fournies par les interprétations des indices biophysiques soient vérifiées et validées par des observations effectuées sur le terrain. Durant le mois de février (du 18 février au 28 février), une mission a été effectuée pour la validation des différentes occupations du sol identifiées lors des traitements préliminaires. A cette

mission, la description des différentes occupations du sol a été effectuée pour parfaire les interprétations de l'image. Les informations collectées sur le terrain ont été notées sur les fiches de relevé. La photographie des différents types d'occupations du sol observées sur le terrain a également été réalisée. Aussi, d'autres coordonnées ont été relevées et ajoutés à ceux présélectionnés pour accroître le nombre de point de validation des cartes. Au niveau des plantations d'anacardières, les coordonnées des plantations à divers stades de développement ont été prises. Celle ayant des canopées fermées et celles n'ayant pas de canopées fermées ont également été prises pour faciliter la caractérisation des plantations d'anacardières sur le terrain sur les images.

2.2.1.6 Transformation d'images et classification

Après la visite de terrain, la connaissance du milieu a permis la réalisation des classifications supervisées par le logiciel ENVI 4.7. Elle s'est déroulée en deux étapes. La première correspondait à la sélection des parcelles d'entraînement et la seconde correspondait à l'application du logarithme Maximum de Vraisemblance (*Maximum Likelihood*). Les parcelles d'entraînement ont été définies sur la base des sites visités et décrits lors de la campagne d'identification des classes d'occupation du sol. Ainsi, trente (30) parcelles représentant tous les types d'occupation du sol ont servi d'entraînement lors de ce traitement. Ce modèle de classification permet par la règle d'affectation de chaque pixel, de réduire les risques d'erreur de pixels mal classés en utilisant au mieux les probabilités d'appartenance (Oszwald, 2005). Il s'agit d'un modèle jugé performant par de nombreux auteurs (Girard & Girard, 1999 ; Carlot & Collet, 2001).

Concernant la classification des images satellitaires des années antérieures (2013, 2006 et 2001), les coordonnées de chaque classe d'occupation ayant servi à définir les parcelles d'entraînement sur l'image de 2018 ont été d'abord projetées sur les images satellitaires des années antérieures. Ensuite, une similarité entre les couleurs des images satellitaires des années antérieures et celles de 2018 a été établie grâce à l'extension "Enhance". Elle consiste à la transformation des bandes originales en de nouvelles images qui montrent plus clairement certaines surfaces de la scène tendant à rapprocher les images antérieures de celles de 2018. Des parcelles d'entraînement ont été définies suivant les changements opérés au niveau des occupations du sol sur les différentes images. En fin les classifications ont été réalisées à l'aide du logarithme de classification utilisé pour la classification de l'image 2018.

2.2.1.7 Evaluation de la précision des classifications et filtrage des images classifiées

La précision des classifications ont été estimées à l'aide des matrices de confusion. Elles ont éprouvé la validité des résultats des classifications. L'élaboration des matrices de confusion a consisté à la définition des parcelles de validation. Ces parcelles correspondent aux sites visités, décrits lors de la visite sur le terrain mais, n'ayant pas été utilisés lors de l'entraînement. Après la définition des parcelles de validation, l'établissement d'une correspondance entre les parcelles d'entraînement et les parcelles de validation a été effectuée afin d'évaluer la précision des classifications. Ainsi, pour chaque classification, des mesures assez communes et largement utilisées telles que la précision globale, le coefficient de Kappa (Abdel-Kawy *et al.*, 2011) ont été calculées à l'aide du logiciel ENVI 4.7. Pour l'amélioration du rendu des la classifications, l'application de filtres majoritaires de Kernel à des fenêtres de 3 x 3 pixels a été effectuée à l'aide du logiciel ENVI 4.7 afin de joindre les pixels isolés à ceux les plus proches grâce à l'outil "*Majority/Minority Parameter*". Le principe du filtrage consiste à modifier la valeur numérique de chaque pixel en fonction des valeurs des pixels voisins (Adi *et al.*, 2015).

2.2.1.8 Restitution cartographique des classifications

Les traitements des images satellitaires ont été finalisés par la restitution des cartes thématiques. Pour la qualité des cartes nous avons recouru au logiciel ArcGIS 10.1. La manipulation des images satellitaires classifiées sur ce logiciel n'a été possible qu'après leurs conversions en fichier Shapefile par l'extension "*Export Active layer to Shapefile*". Ces manipulations ont permis d'élaborer des cartes d'occupation du sol mettant en évidence à travers une vue d'ensemble, des informations considérables que véhiculent les images satellitaires telles que la légende, les graticules, le nord géographique et l'échelle.

2.2.2 Mesure des taux d'évolution et des proportions en pourcentage des superficies des classes d'occupation du sol

A la suite de la classification, pour chaque carte, le logiciel ArcGIS 10.1 a permis de générer une table attributaire contenant la valeur des superficies et des périmètres des taches de chaque classe d'occupation du sol indiquée sur les différentes cartes thématiques. Ces tables ont été importées dans le logiciel Excel afin de procéder aux différents traitements

statistiques. La proportion en pourcentage de la superficie totale de chaque classe d'occupation du sol des cartes élaborées a été calculée selon l'équation suite :

$$P_c(\%) = \frac{a_{tc}}{a_{tp}} \times 100 \quad (4)$$

Où P_c indique la proportion des superficies totales des classes d'occupation du sol, a_{tc} , la superficie totale de la classe correspondante et a_{tp} , la superficie totale du paysage.

Pour déterminer le changement qui a eu lieu entre deux dates, le taux d'évolution des superficies des classes d'occupation du sol (T_e) a été calculé suivant l'équation :

$$T_e = \frac{a_{t1} - a_{t0}}{a_{t0}} \times 100 \quad (5)$$

Où a_{t0} est l'aire totale de la classe de l'année antérieure et a_{t1} , l'aire totale de la même classe à l'année postérieure. Le taux d'évolution est égal à 0 lorsqu'il ne s'est opéré aucun changement au sein des classes d'occupation du sol. La valeur positive du taux d'évolution dans une quelconque classe indique une progression de la classe correspondante. Dans le cas contraire, lorsque T_e est négatif cela indique une régression de la dite classe.

La comparaison des cartes et des séries statistiques correspondantes ont permis de mettre en évidence des changements entre les différentes dates définies (2001, 2006, 2013 et 2018).

2.2.3 Mesure d'indice de structure spatiale et détermination de la distribution des aires des taches de la classe anacardier

La suite des analyses a consisté entre autre, au calcul d'indices de structure spatiale de la classe anacardier (Tableau III). Ces indices ont permis de montrer l'ampleur des répercussions de la culture d'anacardier sur la configuration spatiale du paysage. Il s'agit du nombre de taches, l'aire totale occupée par les plantations d'anacardiens dans le paysage, la dominance de la plus grande tache d'anacardiens, l'aire moyenne des taches, la diversité et l'équitabilité entre les aires des taches des plantations d'anacardier et en fin le périmètre totale des taches des plantations d'anacardiens.

La dominance de la plus grande tache indique la part occupée par la plus grande tache de plantation d'anacardiens dans l'aire totale de l'ensemble des plantations d'anacardiens. Elle varie entre 0 et 100. S'il existe une tache dont la taille est prédominante par rapport aux autres taches de petites tailles, alors la valeur de la dominance est grande (Bamba, 2010). Quant à la diversité entre les aires des taches, elle a été calculée par l'indice de Shannon (Bogaert &

Mahamane, 2005). La valeur de cet indice dépend du nombre de taches présentes, de leurs proportions relatives et de la base du logarithme indiqués dans la formule dudit indice (Tableau III). Elle est égale à 0 lorsque la classe (les plantations d'anacardiers) n'est constituée que d'une seule tache et sa valeur va croître avec le nombre de taches et avec l'équitabilité entre les aires des taches de ladite classe (McGarigal & Marks, 1995). L'indice d'équitabilité de Pielou entre les aires des taches varie entre 0 (pas équitable) et 1 (équitabilité maximale entre les aires des taches). Dans cette étude le nombre total de taches ainsi que l'aire totale des taches ont suffi à identifier le processus de transformation spatiale opéré entre les dates définies (2001, 2006, 2013 et 2018) suivant l'arbre de décision de Bogaert *et al.* (2004) (Figure 7).

Concernant la distribution des taches d'anacardiers, la table attributaire de chaque carte thématique importée dans le logiciel Excel a permis grâce au module "tableau croisé dynamique" de réaliser la répartition des taches d'anacardiers en fonction de leurs superficies. A partir de cette répartition, le calcul des fréquences cumulées des taches d'anacardiers réparties a été effectué. Ainsi, une courbe illustrant la répartition des fréquences cumulées (en pourcentage) des taches d'anacardiers en fonction de leurs superficies a été élaborée pour chacune des années étudiées.

Ces courbes ont permis d'illustrer l'hétérogénéité des aires des taches (Bamba, 2010). L'interprétation est basée sur le fait que plus il y a de petites taches, plus faible sera la valeur de l'abscisse (aire) correspondant au seuil de 100 % et l'on observera une courbe concave. Par contre, lorsque la courbe est convexe, elle indique que les taches de la classe sont majoritairement de grandes tailles (Bamba, 2006). Cette méthode a permis non seulement de connaître l'aire à laquelle appartient le plus grand nombre de plantations mais aussi la progression des plantations en termes de superficie.

Tableau III : Indices utilisés pour la caractérisation de la dynamique de la structure spatiale (Bamba, 2006)

Indice de structure spatiale	Formule	Symbole
Nombre de tache n_j	$n_j = \sum_i^{nx} n_i$	n_j est le nombre de tache (plantations) appartenant à la classe anacardier j . n_i et nx constituent respectivement la première et la dernière unité de tache de la classe.
Aire totale a_t	$a_{tj} = \sum_{i=1}^{n_j} a_{ij}$	a_{tj} est l'aire totale de la classe anacarde j exprimée en hectare. a_{ij} est l'aire de la i -ème tache de la classe anacardier.
Dominance $D_j(a)$	$D_j(a) = \frac{a_{maxj}}{a_{tj}} \times 100$	$D_j(a)$ est le pourcentage occupé par la plus grande tache ($a_{max,j}$) dans la classe anacardier j .
Aire moyenne a_{mj}	$a_{mj} = \frac{a_{tj}}{n_j}$	a_{mj} est la valeur moyenne de l'aire des taches de la classe anacardier j .
Diversité des aires des taches $H_j(a)$	$H_j(a) = \sum_{i=1}^{n_j} -\left(\frac{a_{ij}}{a_{tj}} \ln \frac{a_{ij}}{a_{tj}}\right)$	$H_j(a)$ est la diversité des aires des taches da la classe anacardier j . sa valeur dépend de n_j , de a_{ij} et de la base du logarithme.
Equitabilité de Pielou $E_j(a)$	$E_j(a) = \frac{H_j(a)}{\ln(n_j)}$	$E_j(a)$ est l'indice d'équitabilité des aires des taches. $\ln(n_j)$ constitue la diversité maximale potentielle.
Périmètre total des taches P_j	$P_j = \sum_i^{Px} P_i$	P_j est le périmètre des taches de la classe anacardier j estimé en km. P_i et P_x constituent respectivement le périmètre de 1 ^{ère} dernière tache.

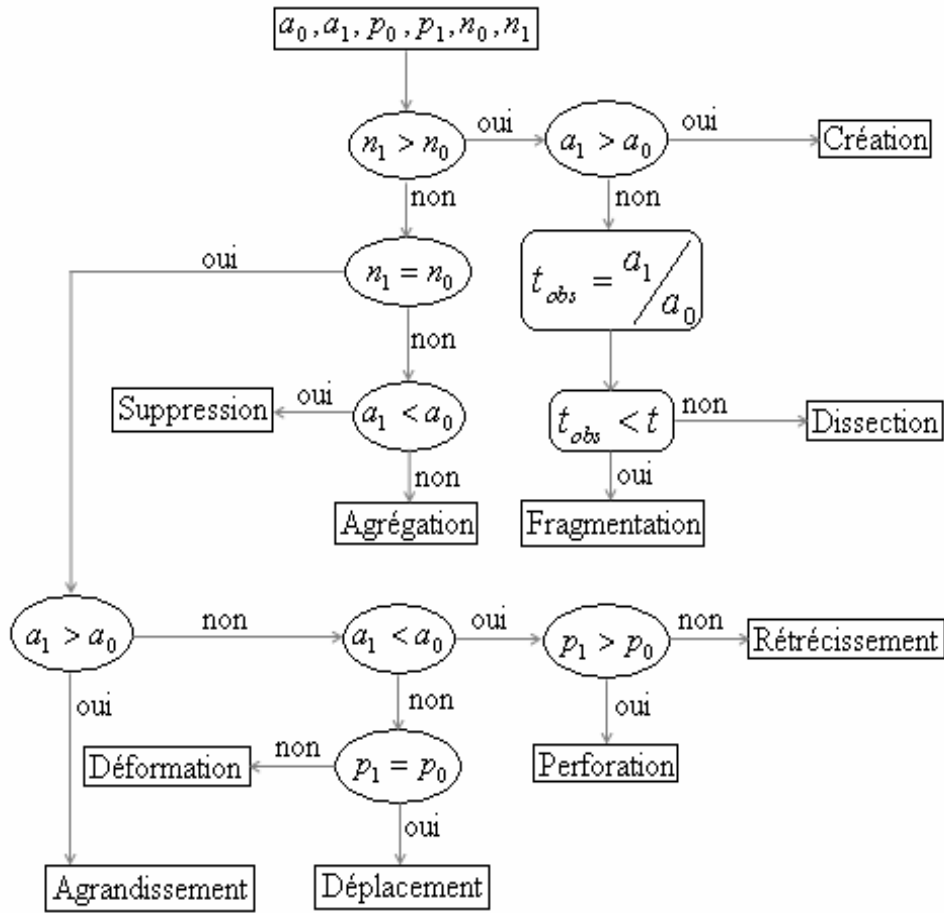


Figure 7 : Identification du processus de transformation spatiale. Modèle inspiré de l'arbre de décision de Bogaert *et al.* (2004).

n_0 , a_0 , p_0 et n_1 , a_1 , p_1 sont respectivement le nombre, l'aire et le périmètre des taches entre deux années consécutives. Pour séparer les processus de fragmentation et de dissection, $t_{obs} = a_1/a_0$ est calculé et comparé à une valeur prédéfinie ($t = 0,5$; Barima, 2007). Le processus dominant est la fragmentation si $t_{obs} < t$ et dans le cas contraire le processus est la dissection.

2.2.4 Détermination de la répartition des plantations d'anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla.

Afin de déterminer la répartition des plantations d'anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla, la méthode de zonation (figure 8) a été utilisée (Bamba, 2010).

Le choix s'est porté sur la localité de Séguéla, chef lieu de cette sous-préfecture, situé au nord de la sous-préfecture et celle de Sualla/Djaminan, situé au centre-est de la circonscription, sur l'axe Vavoua-Séguéla. Dans la localité de Sualla/Djaminan, la culture d'anacarde est la principale activité agricole. Concernant la localité de Séguéla, elle est

reconnue comme une localité de culture d'anacarde dans la région du Worodougou (N'Da *et al.*, 2015).

En effet, la forme de ces localités étant à peu près circulaire, pour chaque localité, un masque (*buffer*) circulaire a été construit de sorte qu'il coïncide avec la limite de celle-ci. Ensuite, trois bandes concentriques ont été installées autour de chaque masque représentant les localités. La première bande est située à une distance de 0 à 1 Km des localités, la deuxième située entre 1 et 2 Km des localités et la troisième est comprise entre 2 et 3 Km des localités. À partir de ces bandes installées, des découpes ont été réalisées de sorte à obtenir la proportion des superficies totales des plantations d'anacardiers en pourcentage (équation 1) et la densité de ces plantations à l'intérieure de chaque bande.

La construction des masques (*buffer*), l'installation des bandes et leurs découpes ont été réalisées sur le logiciel ArcGIS 10.1. La table attributive de chaque bande a été importée sur le logiciel Excel pour le calcul de densité et de superficie. L'équation ayant permis de calculer les densités d se présentent comme suit :

$$d = \frac{n}{s} \text{ (équation 3)}$$

où n est le nombre de plantations d'anacardiers et s est la surface totale de la bande correspondante.

Par la suite, des courbes illustrant la variation des densités et des aires totales (en pourcentage) à chaque distance d'éloignement ont été construites. Il faut noter que cette méthode a été appliquée pour chaque année étudiée. Le masque couvrant la localité de Séguéla en 2001, 2006, 2013 et 2018 était de 2 km de rayon et celle couvrant la localité de Sualla/Djaminan était de 400 m.

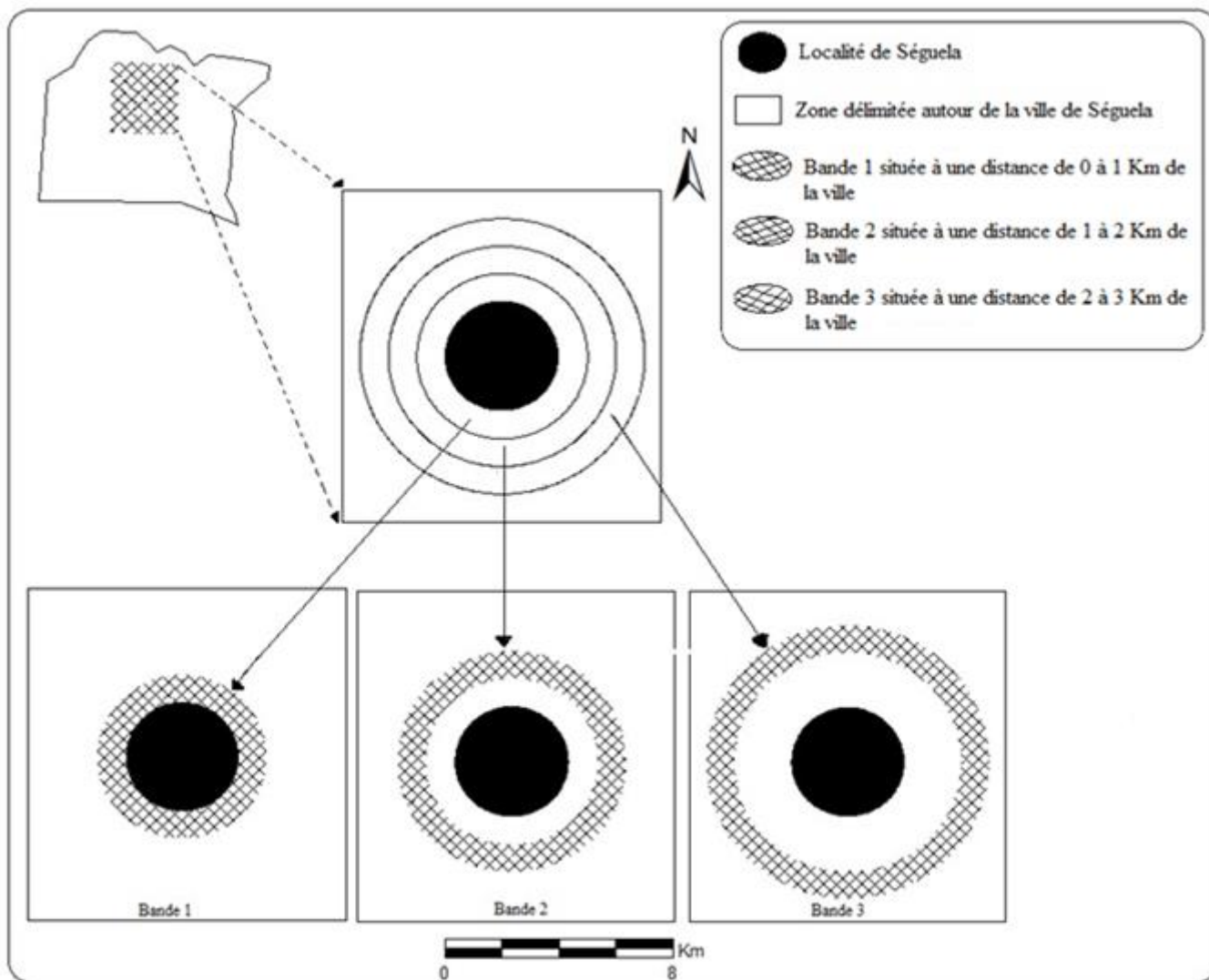


Figure 8 : Illustration des bandes permettant le calcul des proportions et des densités des plantations d’anacardiers autour des localités : cas de la localité de Séguela.

Ces bandes couvrent les plantations d’anacardiers. Le calcul des aires et des densités de ces plantations à différentes distances de la ville montreront leurs répartitions autour de la ville de Séguela.

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats

3.1.1 Mise en évidence des changements au niveau des classes d'occupation du sol

3.1.1.1 Discrimination des types d'occupation du sol par les caractéristiques biophysiques

Les indices biophysiques ont permis de discriminer dans le paysage de la sous-préfecture de Séguéla, cinq grands types d'occupations de sol qui sont : les forêts, les savanes, les plans d'eau, les sols nus et habitations, ainsi que les exploitations agricoles (Annexe 3).

La carte (A) représentant l'indice normalisé de végétation (Figure 9A) indique deux grandes zones qui partagent le paysage de la sous-préfecture de Séguéla. Une zone de forte végétation rehaussée en jaune et en rouge qui part de l'ouest au sud-est en passant par le centre de la circonscription. Une zone de faible végétation, en bleu et en vert, située au nord, au nord-est et à l'est.

Sur la carte (B) (Figure 9B), L'indice de brillance des sols indique que les surfaces en jaune correspondent aux sols nus et aux habitations. Les surfaces en jaune-orange et orange correspondent respectivement aux savanes herbeuses et les savanes arbustives. En rouge, ce sont des types de formations monostratifiées, comme les plantations d'anacardières, de manguiers et de cacao-culture. Les surfaces de couleur verte représentent les îlots de forêts claires. Les surfaces rehaussées en bleu ont un niveau de recouvrement très élevé, réduisant ainsi l'influence du sol. Elles correspondent à des types de végétations pluristratifiées comme forêt plus dense que les premières. Cependant, les surfaces rehaussées à la fois en bleu sur la carte (A) et (B) sont excluent des types de végétations pluristratifiées parce que représentant les zones de faibles végétations.

Sur la carte (C) représentant l'indice d'humidité (Figure 9C), les surfaces caractérisées par une coloration allant du jaune à rouge sont les plus humides. C'est le cas des surfaces rehaussées à la fois en bleu sur les cartes (A) et (B). Elles correspondent aux plans d'eau, aux zones inondées. Toutefois, les surfaces en jaune sur la carte (C) indiquent les galeries forestières et les exploitations agricoles comme les plantations d'anacardières et les cacaoyères.

Les caractéristiques biophysiques étudiées ont permis de discriminer les occupations du sol. Ainsi, sur la carte de composition colorée, les surfaces rehaussées en rouge correspondent aux plantations d'anacardières, celles en orange et rouge-orangée décrivent les cacaoyères et des mosaïques de culture (cacao-anacarde). Les surfaces en cyans sont des sols

nus et des habitations. La couleur marron indique les forêts, le noir et bleu foncé, décrivent les plans d'eau et milieux inondés, le vert est la savane.

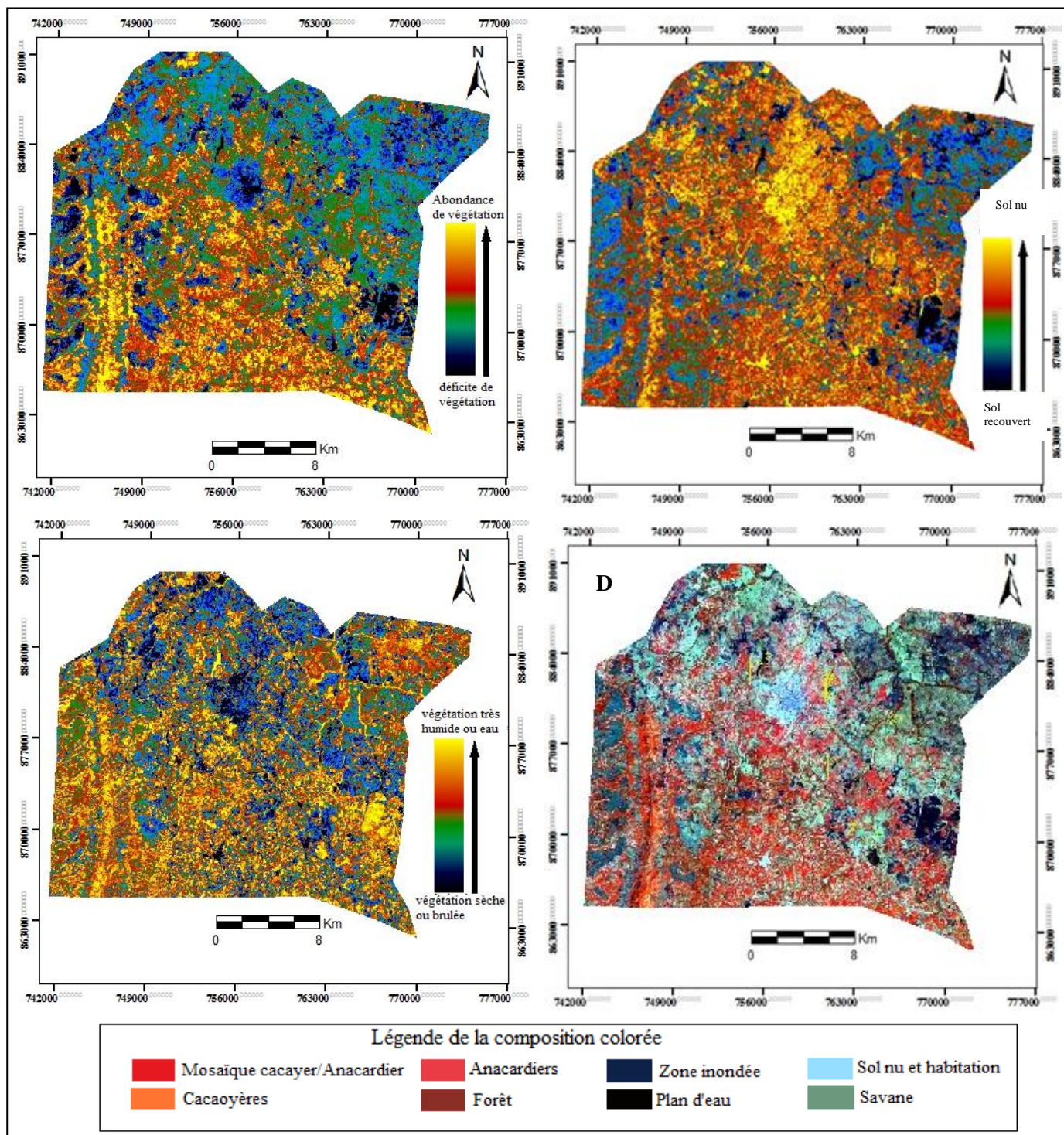


Figure 9 : Carte présentant les indices biophysiques et la composition colorée de l'image satellitaire de 2018 de la sous-préfecture de Ségoula.

A : indice de végétation ; B : indice de brillance ; C : indice d'humidité ; D : composition colorée

3.1.1.2 Classes d'occupation du sol et vérification de la classification des images Landsat

Afin de mieux observer l'ampleur des changements opérés par la culture d'anacarde dans le paysage de la sous-préfecture de Séguéla, les cinq types d'occupation du sol identifiés ont été regroupés en trois classes d'occupation du sol lors des classifications supervisées des différentes images Landsat (Figure 10). Ces classes d'occupation du sol sont :

- la classe Anacardier composée uniquement de plantations d'anacardiers ayant une canopée fermée ; les jeunes plantations n'ayant de canopée fermées n'ont pas pu être détectées par le capteur Landsat ;
- la classe Non-anacardier qui regroupe la savane, les exploitations agricoles autres que la culture d'anacarde, les plans d'eau ainsi que les forêts ;
- la classe Sol nu et habitation constituée essentiellement des localités, les sols nus.

La qualité de ces classifications supervisées a été testée par des matrices de confusion (Tableau IV, V, VI et VII) à travers la précision globale de classification et du coefficient de Kappa (exprimé en pourcentage). Ainsi, la matrice de confusion de l'image Landsat ETM+ de 2001 (Tableau IV) donne 93,29 % de précision globale pour un coefficient de Kappa de 90 %. Celle de l'image Landsat TM de 2006 (Tableau V) indique une précision globale de 97,47 % avec un coefficient de Kappa de 95 %. Quant aux images landsat 8 de 2013 (tableau VI) et de 2018 (Tableau VII), le coefficient de Kappa est le même (98 %) avec une différence au niveau de la précision globale (97,95 % pour l'année 2013 et 98,60 % pour l'année 2018). Ces indices d'évaluation révèlent que les classes définies lors des classifications supervisées sont majoritairement bien discriminées. De manière détaillée, les tableaux présentent dans leurs diagonales, le pourcentage de pixels bien classés (en gras) au niveau des classes d'occupation et hors diagonale les confusions qui existent entre les classes. Ainsi, l'ensemble des tableaux indiquent un pourcentage de pixels correctement classés de plus de 90 % pour la classe Anacardier et Non-anacardier. Cependant, il existe de légères confusions entre ces deux classes avec affectation de la classe anacardier par certains pixels de la classe Non-anacardier. Les confusions remarquables s'observent en 2001 (6,52 %) et en 2006 (6,12 %). En ce qui concerne la classe Sol nu et habitation, le pourcentage de pixels bien rangé est supérieur à 80 % pour chaque année. Les confusions opérées à ce niveau sont uniquement avec la classe Non-anacardier.

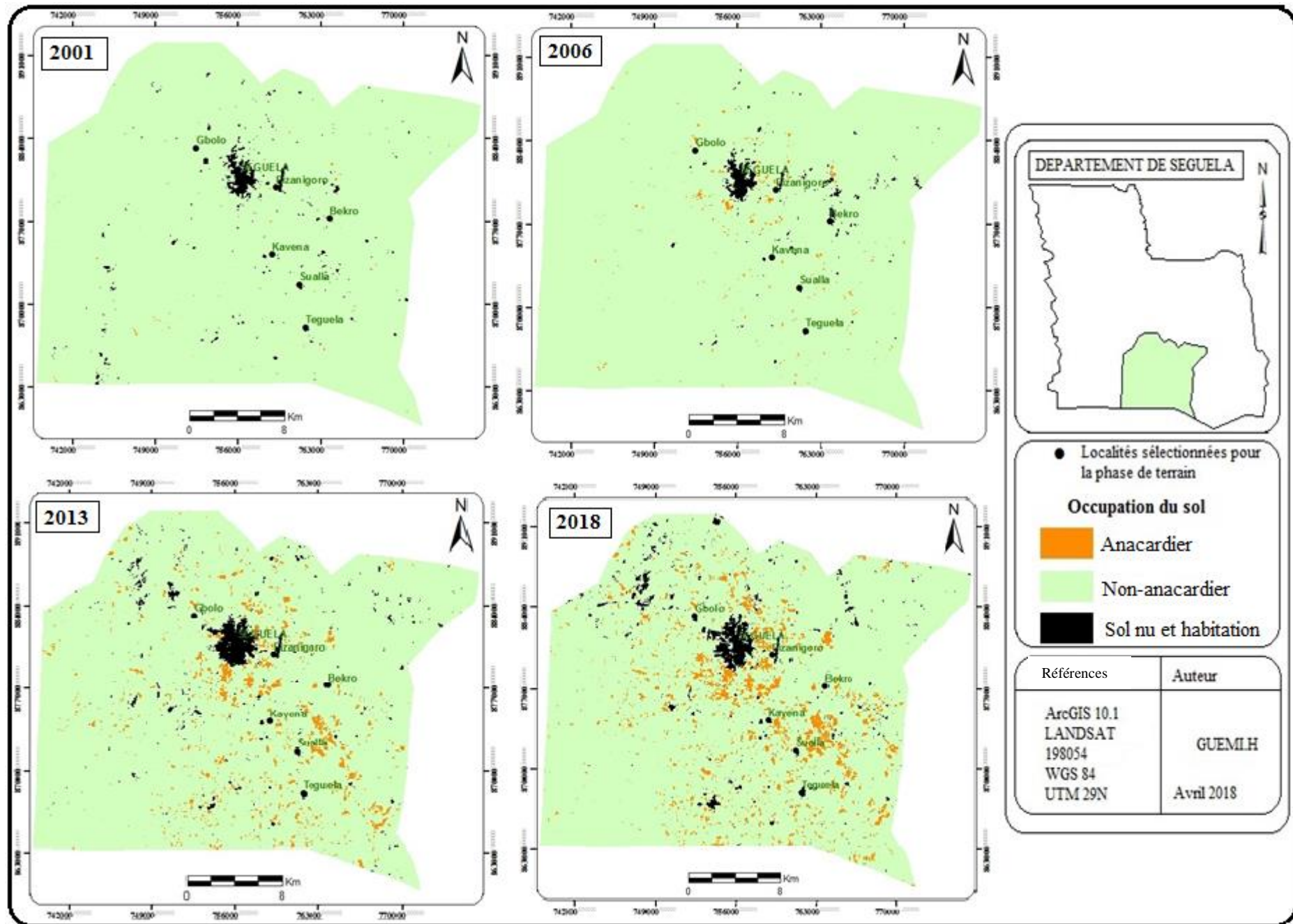


Tableau IV : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2001 dans la sous-préfecture de Séguéla.

Classes	Anacardier	Non-anacardier	Sol nu et habitation
Anacardier	93,48	3,57	0,00
Non-anacardier	6,52	96,43	10,64
Sol nu et habitation	0,00	0,00	89,36
Total	100,00	100,00	100,00

Précision globale : **93,29 %** ; Coefficient de Kappa : **0,90**

Tableau V : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2006 dans la sous-préfecture de Séguéla

Classes	Anacardier	Non-anacardier	Sol nu et habitation
Anacardier	93,88	2,90	0,00
Non-anacardier	6,12	97,10	1,92
Sol nu et habitation	0,00	0,00	98,08
Total	100,00	100,00	100,00

Précision globale : **97,47 %** ; Coefficient de Kappa : **0,95**

Tableau VI : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2013 dans la sous-préfecture de Séguéla.

Classes	Anacardier	Non-anacardier	Sol nu et habitation
Anacardier	98,59	0,00	0,00
Non-anacardier	1,41	100,00	4,11
Sol nu et habitation	0,00	0,00	95,89
Total	100,00	100,00	100,00

Précision globale : **97,95 %** ; Coefficient de Kappa : **0,98**

Tableau VII : Matrice de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2018 dans la sous-préfecture de Séguéla.

Classes	Anacardier	Non-anacardier	Sol nu et habitation
Anacardier	97,06	0,00	0,00
Non-anacardier	2,94	100,00	1,23
Sol nu et habitation	0,00	0,00	98,77
Total	100,00	100,00	100,00

Précision globale : **98,60 %** ; Coefficient de Kappa : **0,98**

3.1.1.3 Description de l'état des classes d'occupation du sol définies en 2001, 2006, 2013 et 2018.

Les quatre cartes d'occupation du sol qui ont été réalisées à travers le traitement numérique des images Landsat (2001, 2006, 2013 et 2018) illustrent bien l'expansion de la culture d'anacardier dans le paysage. Il faut noter que le paysage de la sous-préfecture occupant une superficie de 842 150 ha est dominé par la classe Non-anacardier sur l'ensemble des années.

En 2001, le paysage de la sous-préfecture de Séguéla est majoritairement occupé par la classe Non-anacardier à 98,66 %. La classe Sol nu et habitation disséminée dans la zone d'étude occupe 1,27 %. Seulement 62,2 ha soit 0,07 % de la surface total du sol est occupé par les plantations d'anacardiers (Tableau VIII).

En 2006, la classe Sol nu et habitation toujours disséminée dans la zone d'étude, est concentrée dans les parties Nord et Est de la sous-préfecture. Quant aux plantations d'anacardiers, on observe leur expansion allant du Nord à la partie Sud-est de la sous-préfecture avec une superficie totale de 458,4 ha dans le paysage. Les classes Anacardier, Non-anacardier et Sol nu et habitation occupent respectivement 0,54 %, 98,7 % et 1,08 % de la surface du sol de la sous-préfecture de Séguéla (Tableau VIII).

Par ailleurs, en 2013, le paysage de la sous-préfecture de Séguéla montre une répartition plus marquée de la classe Anacardier. Les plantations d'anacardiers ont augmenté à 2871,73 ha soit 3,14 % de la superficie totale du paysage. Elles sont plus répandues dans la diagonale de la zone d'étude ; allant du Nord-ouest au Sud-est de la sous-préfecture. Elles sont dominantes autour de la ville de Séguéla et à l'Est, sur l'axe Séguéla-Sualla/Djaminan. Au niveau de la classe Sol nu et habitation (2,21 %), on assiste à l'apparition de nouvelles taches réparties dans le paysage. La classe Non-anacardier domine à 94,38 % (Tableau VIII).

Pour l'année 2018 (Tableau VIII), la classe Anacardier (5,56 %) connaît une augmentation de sa superficie totale. Toutefois, ces plantations restent toujours concentrées dans la zone de Séguéla et sur l'axe Sualla-Séguéla. On observe aussi au niveau de la classe Sol nu et habitation une légère augmentation des superficies (2,60 %). Par contre, la dissémination de cette classe dans la zone d'étude reste toujours la même. Quant à la classe Non-anacardier, elle domine à 91,84 %.

Tableau VIII : Tableau récapitulatif des proportions et des superficies des classes d’occupations du sol de la sous-préfecture de Séguéla entre 2001, 2006, 2013 et 2018.

Occupation du sol	2001		2006		2013		2018	
	Sup	Prop	Sup	Prop	Sup	Prop	Sup	Prop
Non- anacardier	83086,52	98,66	82842,3	98,37	79482,12	94,38	76921,98	91,34
Anacardier	62,2	0,07	458,4	0,54	2871,73	3,41	4678,5	5,76
Sol nu et habitation	1069,53	1,27	909,52	1,08	1861,15	2,21	2189,59	2,6

Sup : Superficie (ha) ; Prop : Proportion (%). Dans la paysage de la sous-prefecture de Séguéla (84215 ha), la classe anacardier coannait une évolution au détriment des autres occupations du sol.

3.1.1.4 Evolution des classes d’occupation du sol de la sous-préfecture de Séguéla

La dynamique des unités d’occupation du sol est exprimée à travers le taux d’évolution de leurs superficies totales dans le paysage. Le pourcentage d’évolution de la superficie d’une classe d’occupation du sol au cours d’une période est donc donné en fonction de sa superficie de l’année antérieure.

3.1.1.4.1 Evolution des unités d’occupation de 2001 à 2006

Il s’est opéré des changements au niveau des classes d’occupation du sol entre 2001 et 2006 (Figure 11). La classe anacardier a connu un taux d’évolution de 637,05 % soit une évolution de 127,41 % par an. Par contre, la superficie de la classe Sol nu et habitation ont régressé à un taux de 14,42 %. La régression qui a eu lieu au niveau de la classe Non-anacardier est négligeable ; 0,29 % de taux de régression.

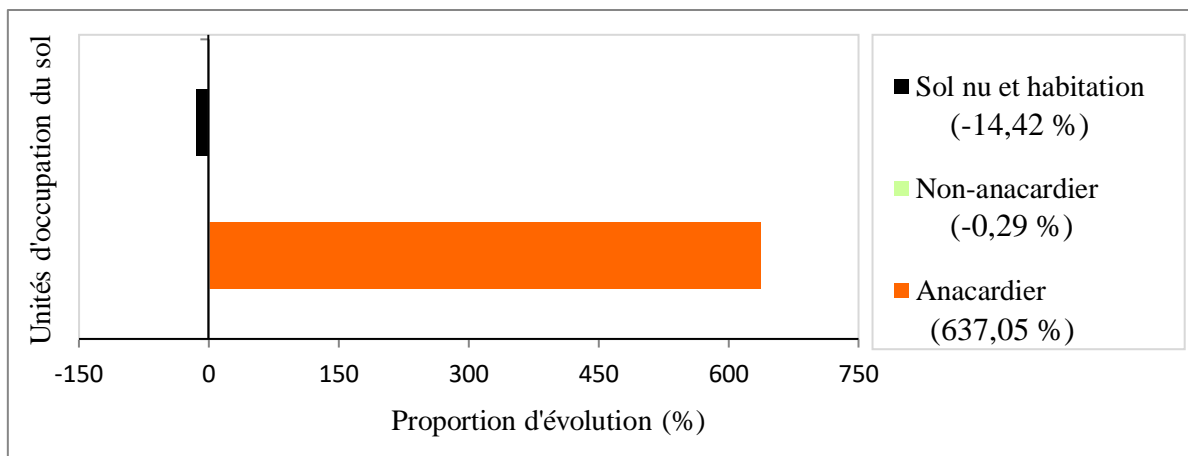


Figure 11 : Tendance évolutive des classes d'occupation du sol de 2001 à 2006.

3.1.1.4.2 Evolution des unités d'occupation de 2006 à 2013

L'évolution des différentes classes d'occupation entre 2006 et 2013 est présentée par la figure 12. On note toujours une forte tendance progressive de la superficie totale des plantations d'anacardiers à un taux de 525,66 %. Il s'en suit la classe Sol nu et habitation (104,18 %) dont le taux d'évolution révèle un doublement de sa superficie totale par rapport à 2006. Cependant, au niveau de la classe Non-anacardier, la régression s'est accentuée avec un taux de régression de 4,06 %.

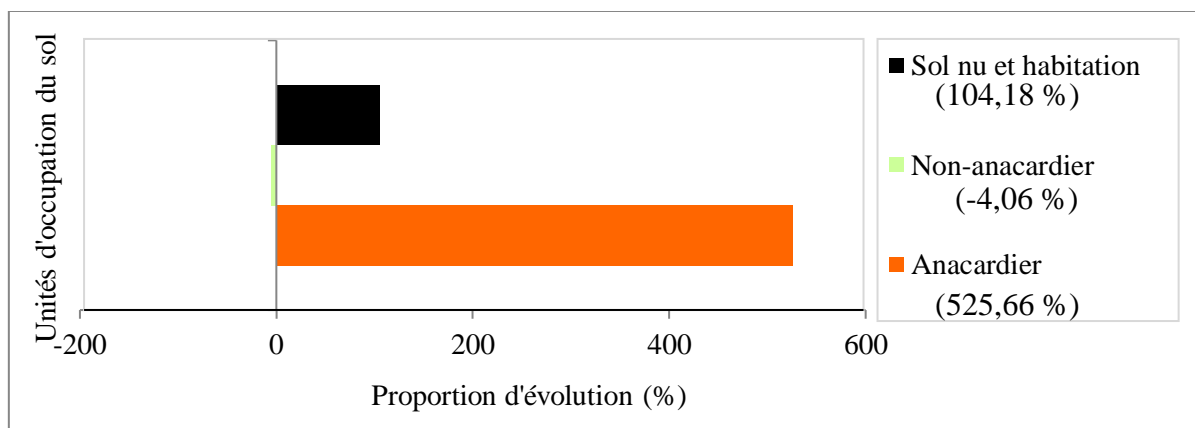


Figure 12 : Tendance évolutive des classes d'occupation du sol de 2006 à 2013.

3.1.1.4.3 Evolution des unités d'occupation de 2013 à 2018.

La figure 13 présente une baisse de la tendance progressive des superficies totales des plantations d'anacardiers (63,14 %) et de la classe sol nu et habitation (17,68 %). A l'opposé on note un ralentissement de la perte de la classe Non-anacardier (- 2,69 %).

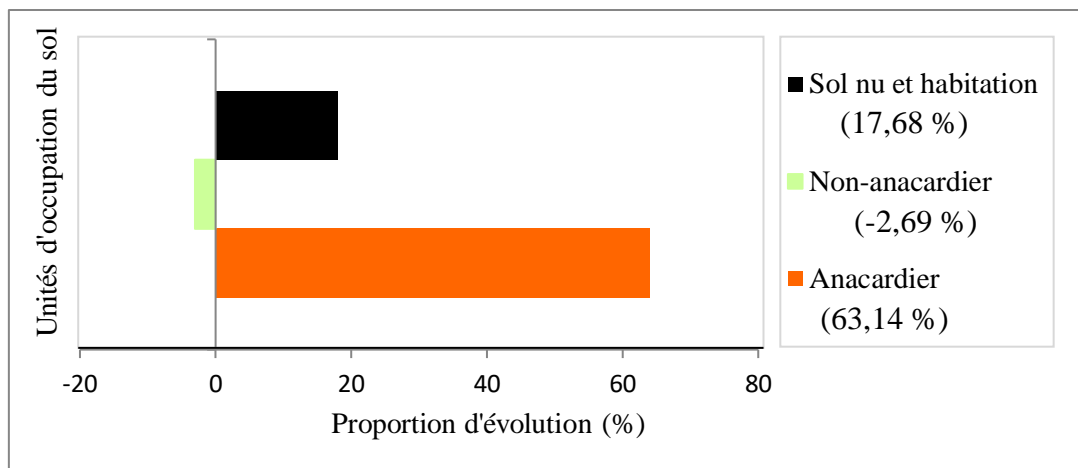


Figure 13 : Tendance évolutive des classes d'occupation du sol de 2013 à 2018.

3.1.1.4.4 Evolution des unités d'occupation de 2001 à 2018

Au cours de période 2001-2018, le taux d'évolution de la classe Anacardier a été très élevé (Figure 14). La superficie totale de plantations d'anacardiers entre 2001 et 2018, a progressé à un taux de 7 422,87 %. A cette même période, la classe Sol nu et habitation a aussi évolué à un taux de 105,64 %. Quant à la classe Non-anacardier, on observe un taux régressif de 6,92 % de sa superficie totale.

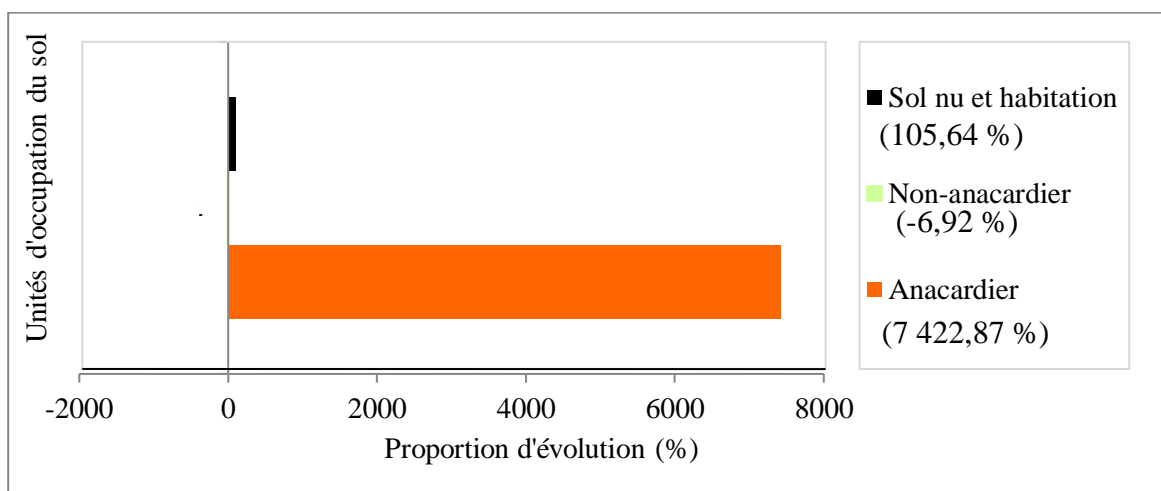


Figure 14 : Tendance évolutive des classes d'occupation du sol de 2001 à 2018.

3.1.1.5 Synthèse de la dynamique des classes d'occupation du sol de la sous-préfecture de Séguéla entre 2001 et 2018

L'évolution de la culture d'anacardier dans le paysage se traduit par une augmentation continue de la proportion des cultures d'anacardier dans le paysage de la sous-préfecture. En effet, la culture d'anacardier a connu une évolution passant de 0,07 % en 2001 à 5,56 % en 2018; soit une augmentation de 5,49 % du paysage. Les Sol nu et habitation ont quant à eux, connu une légère diminution de leur proportion pendant la période 2001-2006 avant une augmentation continue de celle-ci de 2006 à 2018. Dans l'ensemble, la classe Sol nu et habitation dans le paysage a évolué de 1,33 % avec une proportion de 1,27 % en 2001 et 2,60 % en 2018. Par contre, on note une régression continue de la classe Non anacardier allant de 98,66 % en 2001 à 91,84 % en 2018 soit une régression de 6,82 %. Cette régression s'est faite au bénéfice de la culture d'anacardier (5,49 %) et des sols nus et habitations (1,33 %). Cependant, il est à noter qu'au cours des différentes périodes (2001-2006, 2006-2013 et 2013-2018), le taux d'évolution de la superficie totale des plantations d'anacardiers a régressé. Le taux d'évolution est passé de 637,05 % dans la période 2001-2006 à 525,66 % dans la période 2006-2013 pour enfin chuter à 63,14 % dans la période 2013-2018. Toutefois, au cours de la grande période 2001-2018, la superficie totale des plantations d'anacardiers a connu un taux d'évolution très élevé (7 422,87 %).

3.1.2 Dynamique de la structure spatiale des plantations d'anacardiers dans le paysage

3.1.2.1 Indices de structure spatiale des plantations d'anacardiers

Le tableau IX montre sur une période de 17 ans, l'augmentation progressive du nombre de plantations d'anacardiers (n_j) ainsi que celle de leur superficie totale (a_{tj}) dans la sous-préfecture de Séguéla. Le nombre de plantations est passé de 83 en 2001 avec une superficie de 62,2 ha à 304 avec une superficie de 458,4 ha en 2006. En 2013, la superficie des vergers d'anacardiers était de 2 867,8 ha pour 978 plantations. En 2018, cette superficie est passée à 4 678,5 ha avec un nombre de plantations estimé à 1290.

Le périmètre total des plantations d'anacardiers a aussi augmenté continuellement au cours des différentes périodes allant de 31,32 km en 2001 à 1115,46 km en 2018.

On observe dans le même temps, une augmentation de l'aire moyenne (a_{mj}) et de l'aire maximale (a_{maxj}) qui sont restées continues au cours des différentes périodes. En effet, de 2001 à 2006, la valeur l'aire moyenne a doublé passant de 0,7 ha à 1,5 ha. La valeur de l'aire maximale quant à elle, a atteint en 2006 5 fois celle de 2001 passant de 5,11 ha à 27,45.

Par ailleurs, la dominance de l'aire de la plus grande plantation d'anacardiers (D_j) connaît sur l'ensemble des périodes une diminution. La valeur élevée de la dominance en 2001 (7,24 %) a chuté à 2,85 % en 2018.

La diversité entre les aires des plantations (H_j) a évolué d'environ un tiers en 17 ans ; passant de 3,97 en 2001 à 6,06 en 2018. Par contre, l'équitabilité entre les aires des plantations (E_j) a diminué sur cette même période.

Seule l'aire minimale des plantations est restée identique (0,09 ha) au cours de ces différentes périodes.

Le processus de transformation observé pendant les différentes périodes (2001-2006 ; 2006-2013 et 2013-2018) est la création de taches des plantations d'anacardiers.

Tableau IX : Récapitulatif des indices de structures spatiales calculés pour la classe Anacardier entre 2001, 2006, 2013 et 2018.

Indices de structure spatiale	Résultats des paramètres calculés pour les pas d'années définis			
	2001	2006	2013	2018
n_j	83	304	978	1290
a_{ij} (ha)	62,2	458,4	2 867,8	4 678,5
a_{mj} (ha)	0,7	1,5	2,9	3,6
a_{maxj} (ha)	5,11	27,45	28,73	29,87
a_{minj} (ha)	0,09	0,09	0,09	0,09
D_j (%)	7,24	5,99	3,130	2,85
H_j	3,97	5,06	5,99	6,06
E_j	0,90	0,89	0,87	0,85
P_j (km)	31,32	163,50	751,26	1115,46

3.1.2.2 Distribution des taches des plantations d'anacardiers en fonction des superficies

La figure 15 traduit la distribution des plantations d'anacardiers en fonction de leurs superficies pour les années 2001, 2006, 2013 et 2018 dans la sous-préfecture de Séguéla. Les courbes concaves qui ressortent de cette distribution montrent une dominance des plantations de petites tailles (inférieure à 1 hectare) et de tailles moyennes (compris entre 1 et 5 hectares).

Relativement aux différentes années, il est noté une augmentation des aires des plantations ainsi qu'une variation du nombre des plus petites plantations d'anacardiers. En

effet, 80 % des plantations d'anacardiens en 2001 ont leurs aires inférieures à un hectare ; la plus grande plantation à une superficie de 5,11 hectares. En 2006, seulement 4 % (soit 12 sur 304 plantations) sont inférieures à un hectare tandis que 93 % des aires des plantations sont comprises entre 1 hectare et 5 hectares. En 2013 et 2018, les tendances sont à peu près les mêmes. Près de la moitié des plantations ont leurs superficies inférieures à 1 hectare (45 % en 2013 et 44 % en 2018). Les superficies comprises entre 1 hectare et 5 hectares occupent 42 % de l'aire totale des plantations en 2013 et 41 % en 2018. Les plus grandes plantations ont des superficies égales à 29,87, 28,73 et 27,45 hectares respectivement pour les années 2018, 2013 et 2006. Il est à noter une constance de l'aire minimale toutes les années (0,09 ha) et une augmentation continue de l'aire maximale des plantations au fil des années.

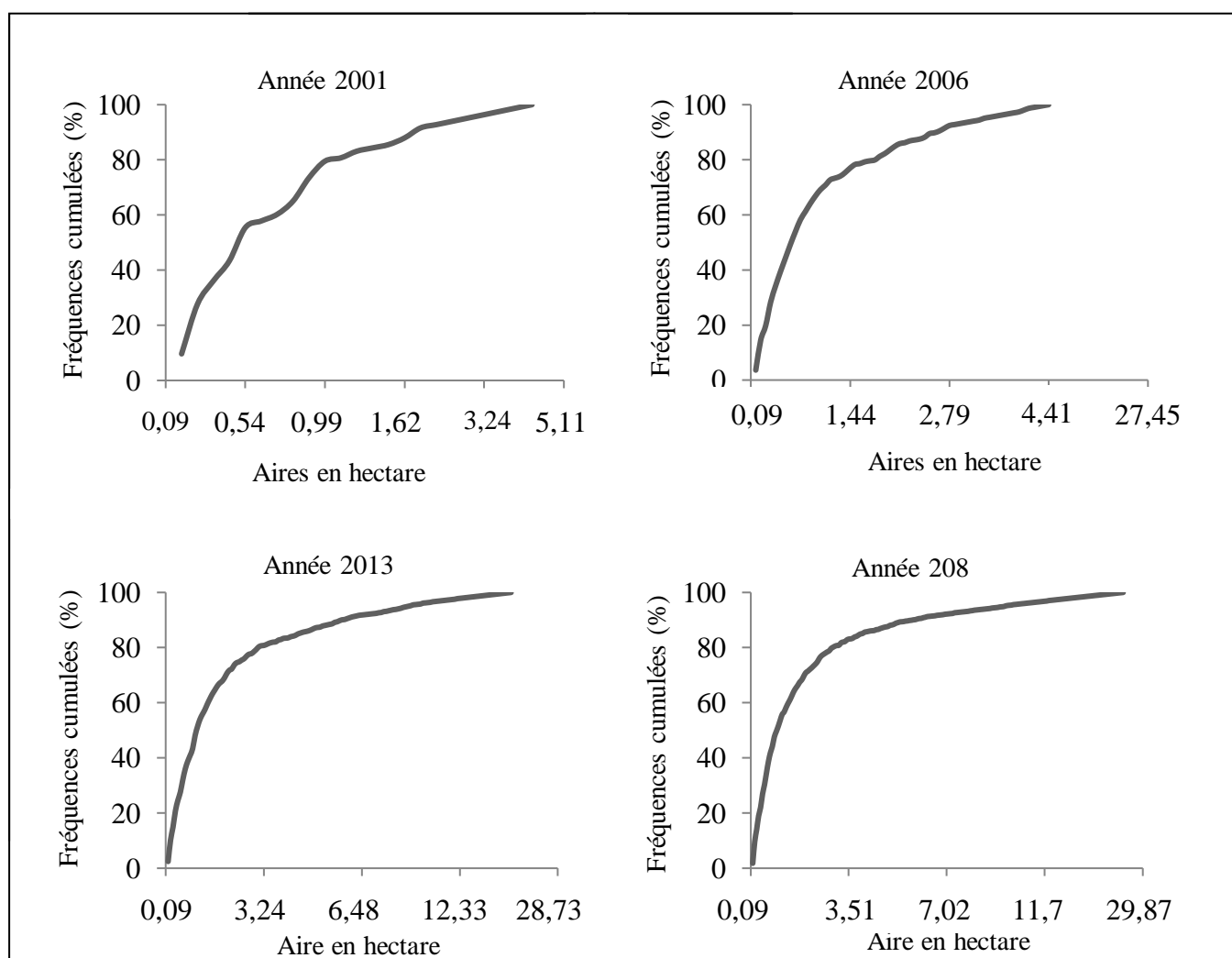


Figure 15 : Courbes des fréquences cumulées des aires des taches de la classe anacardier des années 2001, 2006, 2013 et 2018.

3.1.3 Variation des densités et des superficies totales (%) des plantations d'anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla

Les dispositifs installés autour de la ville de Séguéla et du village de Sualla/Djaminan choisis comme références, on permis de générer des courbe illustrant les tendances évolutives des superficies totales (%) et des densités de plantations d'anacardiens situées autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla.

Les courbes illustrant la variation des densités autour de la ville de Séguéla et du village de Sualla/Djaminan (Figure 16 et 17) présentent les mêmes tendances. Elles indiquent pour les années 2006, 2013 et 2018, une augmentation de la densité des plantations d'anacardiens à mesure qu'on s'éloigne des localités. Pour l'année 2001, elles indiquent une tendance inverse. Entre 0 et 1 km de la ville de Séguéla, la densité des plantations qui était de $4,78.10^{-6}$ plantations/ha, est descendue à $3,61.10^{-6}$ plantations/ha entre 2 et 3 km de la localité en 2001. Dans la même année, entre 0 et 1 km du village de Sualla/Djaminan, la densité des plantations d'anacardiens était de $3,61.10^{-5}$. Cette densité s'est annulée entre 2 et 3 km du village.

Cependant, la courbe illustrant la variation les proportions (en pourcentage) des superficies des plantations autour de la ville de Séguéla (Figure 18) présentent de légères différences par rapport à celle illustrant les variations des proportions (%) des superficies totales autour du village de Sualla/Djaminan (Figure 19).

Concernant la ville de Séguéla, la superficie totale des plantations d'anacardiens est restée stable à 0,004 % en 2001 à différentes distances d'éloignement autour de la ville. Ces mêmes tendances sont observées en 2006 autour de la ville avec une montée de la valeur de la superficie totale en cette année 0,10 %. Par contre, en 2013 et 2018, les plantations d'anacardiens ont connu une augmentation graduelle de leurs superficies totales jusqu'à 2 km d'éloignement de la ville où les superficies sont plus grandes. En 2013 et en 2018, entre 0 et 1 km, elles étaient respectivement de 0,457 % et de 0,896 %. Elles ont atteint entre 1 et 2 km, 0,513 % pour l'année 2013 et 1,184 % pour l'année 2018. A partir de 2 km, ces superficies ont connu une diminution.

Au niveau du village de Sualla/Djaminan, les tendances indiquent que les plus grandes proportions de superficies de plantations d'anacardiens sont situées entre 0 et 1 km des villages. A mesure qu'on s'éloigne des villages, les proportions des superficies totales des plantations d'anacardiens diminuent. En 2018, entre 0 et 1 km de du village de Sualla, la

proportion de plantations d'anacardiers était de $5,67.10^{-1}$ %. Cette proportion est passée à $2,29.10^{-1}$ % entre 2 et 3 km du village. En 2001, les proportions des superficies des plantations d'anacardiers à différentes distances d'éloignement du village étaient pratiquement nulles.

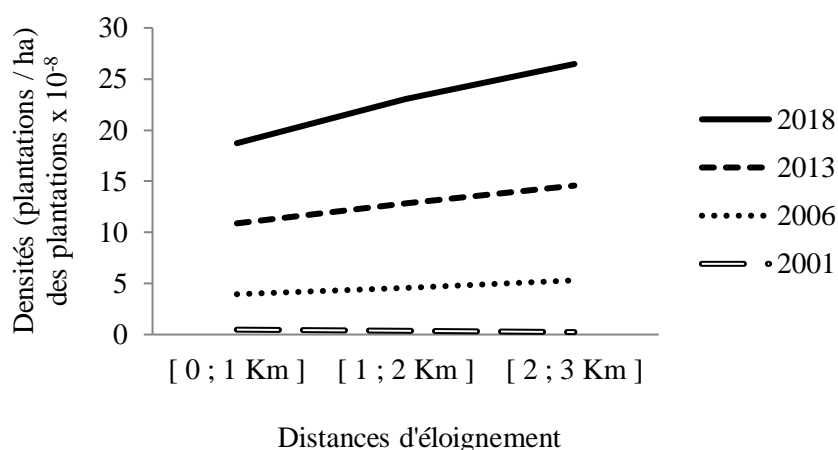


Figure 16 : Densités des plantations d'anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour de la ville de Séguéla à des distances d'éloignement.

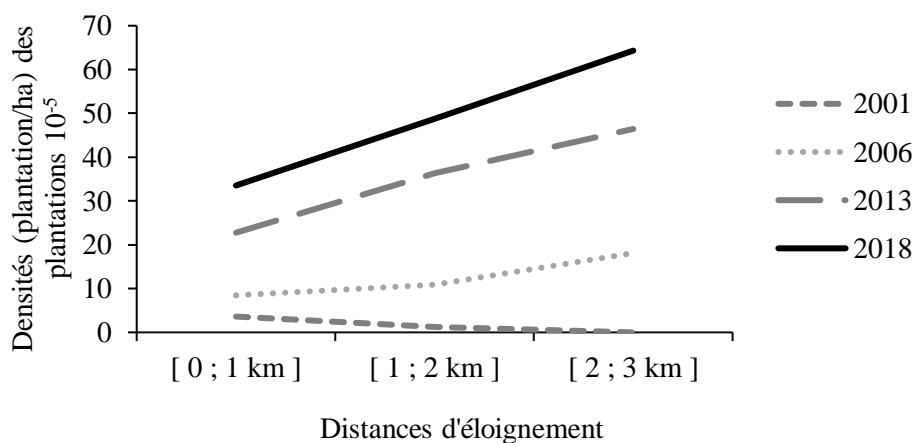


Figure 17 : Densités des plantations d'anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour du village de Sualla/Djaminan à des distances d'éloignement

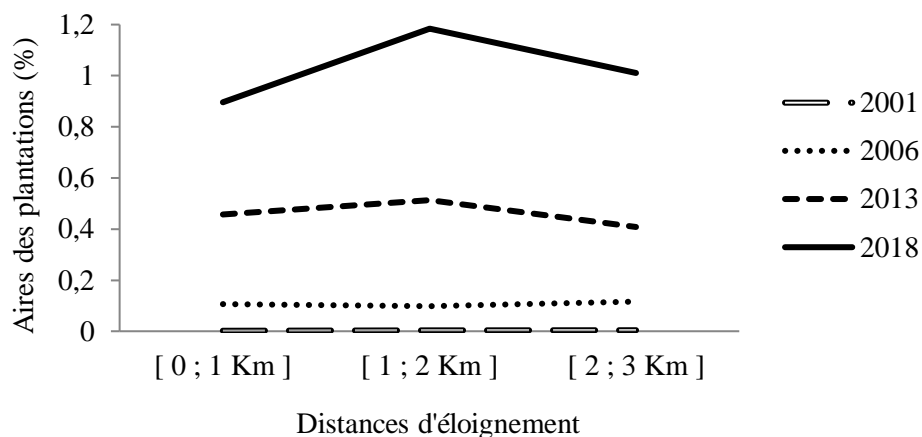


Figure 18 : Proportions (%) des superficies des plantations d’anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour de la ville de Séguéla à des distances d’éloignement.

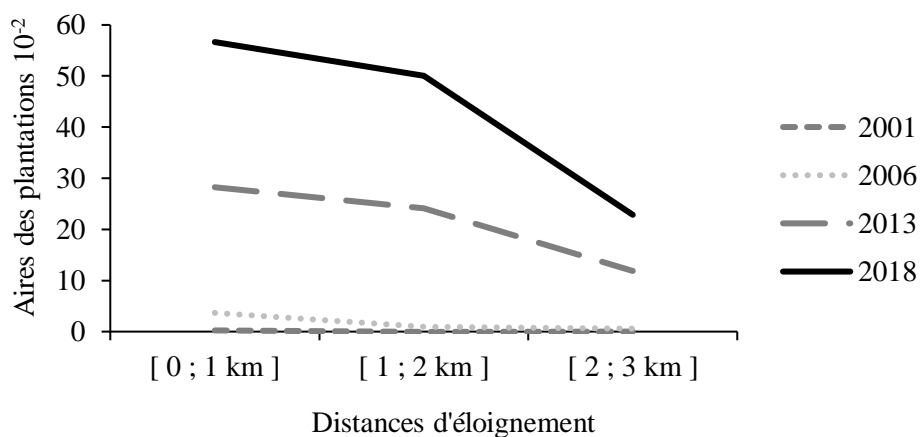


Figure 19 : Proportion (%) des superficies des plantations d’anacardiers des années 2001, 2006, 2013 et 2018 situées autour du village de Sualla/Djaminan à des distances d’éloignement

3.2 Discussion

3.2.1 Approche méthodologique de la cartographie

La présente étude a permis de développer des connaissances sur la dynamique spatio-temporelle de la culture d'anacardier dans la sous-préfecture de Séguéla. Pour parvenir à cet objectif, des cartes d'occupation du sol ont été réalisées. En effet, la priorité était de restituer une carte d'occupation du sol permettant de percevoir aisément les modifications opérées par la culture d'anacardier dans le paysage de la sous-préfecture tout en minimisant les confusions lors des classifications supervisées. Cette raison a suscité le choix de trois classes d'occupation du sol. Pour Caloz & Collet (2001), un nombre réduit de classes entraîne de plus grandes précisions cartographiques. Ce fut le cas dans cette étude où les précisions cartographiques ont été satisfaisantes avec des valeurs de plus de 80 %.

Par ailleurs, les valeurs des précisions cartographiques ne doivent pas faire perdre de vue les difficultés rencontrées lors de la classification. En effet, certaines taches telles que les mosaïques de culture (Anacarde/Cacao) semble avoir une réflectance voisine à celle des monocultures d'anacardes. Les confusions causées par cette situation, ont été manifestes sur les images Landsat de 2006 et de 2001 avec le nombre réduit de plantations d'anacardiers. Ces confusions ont pu être minimisées grâce à la reconnaissance du terrain lors de la visite. Cette approche est soutenue par Trepanier *et al.* (2002) qui confirment l'importance de la connaissance de milieu et l'acquisition des données auxiliaires pour l'amélioration de la qualité des traitements d'images. Toutefois, les résultats des tests de la qualité des classifications sont statistiquement satisfaisants car une valeur Kappa de 0,75 ou plus indique un bon classement selon Montserud & Leamans (1992).

3.2.2 Expansion de la culture d'anacarde et modification de la configuration spatiale du paysage de la sous-préfecture de Séguéla

Les plantations d'anacardiers connaissent une évolution progressive de leur superficie totale dans la sous-préfecture de Séguéla. Cette superficie totale est passée de 62,2 ha en 2001 correspondant à 0,07 % de la superficie totale du paysage à 4 678,5 ha en 2018, l'équivalent de 5,56 % de la superficie totale du paysage de la sous-préfecture. Cette évolution s'est fait à des taux d'évolution assez élevés pendant les différentes périodes. Le taux d'évolution très élevé de 7 422,87 % de la superficie totale des plantations d'anacardiers pendant la période 2001-2018, indique que la superficie totale des plantations d'anacardiers en 2018 est plus de 75 fois plus grande que celle de 2001. L'augmentation de la superficie totale des plantations

d'anacardiers traduit l'expansion de la culture d'anacardier dans la sous-préfecture de Séguéla. Cette évolution de la superficie des plantations d'anacardiers a été aussi observée dans le nord-est de la Côte d'Ivoire par les travaux de Koulibaly *et al.* (2016). Le Bailly *et al.* (2012) soulignent que le nord et le centre de la Côte d'Ivoire ont de grandes disponibilités foncières pour l'extension de la culture d'anacardier.

L'évolution progressive de la superficie totale des plantations d'anacardiers au cours des années s'est accompagnée de la diminution continue de la dominance de la plus grande tache de plantation d'anacardiers et de l'augmentation de la valeur de la superficie moyenne des plantations d'anacardiers. La dominance qui était de 7,24 % en 2001 est passée à 2,85 % en 2018, tandis que la valeur de la superficie moyenne des plantations est passée de 0,7 ha en 2001 à 3,6 ha en 2018. La diminution de la dominance de la plus grande tache de plantation d'anacardiers et l'augmentation de la valeur de la superficie moyenne des plantations d'anacardiers révèlent un accroissement des superficies des plantations d'anacardiers installées. Cet accroissement montre une volonté des paysans propriétaires de plantations d'anacardiers pour la pratique de la culture d'anacardier. Cette volonté serait liée au revenu que génère cette culture. Les études menées par Adaman & N'dri (2016) ont révélé que pour la campagne 2014-2015, le revenu net d'un hectare d'anacardier était de 155 308 F CFA. De plus, Tuo (2007) affirme que l'un des grands intérêts de la culture d'anacarde réside dans sa rentabilité économique.

Par ailleurs, au cours des différentes années, il a été enregistré l'augmentation de la diversité entre les superficies des taches des plantations. Cette valeur est passée de 3,97 en 2001 à 6,06 en 2018. De façon détaillée, en 2001 80 % des plantations d'anacardiers avait des superficies inférieures à 1 hectare. En 2018, on enregistre 44 % de plantations de superficies inférieures à 1 hectare, 41 % de plantations de superficies comprises entre 1 et 5 hectares et 15 % de plantations de superficies supérieures à 5 hectares. Cette diversité entre les taches des plantations au cours des différentes années s'est suivie de la diminution de l'équitabilité entre les superficies des plantations allant de 0,90 en 2001 à 0,85 en 2018. Ces tendances indiquent que les plantations d'anacardiers dont les superficies étaient pratiquement identiques deviennent de plus en plus différentes.

Il faut noter qu'au cours des différentes années, le nombre de taches et le périmètre total des plantations d'anacardiers ont augmenté continuellement. Le nombre de taches de plantations estimé à 83 en 2001 avec un périmètre total de 31,32 km, est passé à 1290 en 2018 avec 1115,46 km de périmètre total. Ceci indique de nouvelles vagues d'intérêts de la part des

paysans qui s'adonnent de plus en plus à la culture d'anacardier mettant ainsi en place des plantations de petites, moyennes et grandes superficies entraînant une augmentation de la diversité entre les superficies des plantations. Cette serait due outre le revenu, des avantages tirées par les paysans dans la mise en place des plantations. Lebailly *et al.*, (2012) signifient que les cultivateurs sont beaucoup attirés par la culture d'anacardier car sur une durée de 3 ans, les jeunes anacardiens peuvent être associés aux vivriers en infiltrant ceux-ci à leurs flancs sans trop d'efforts fournis.

Pendant les différentes années, nous remarquons que le nombre de tache et la superficie totale des plantations d'anacardiens augmentent. Ceci indique que le processus de transformation spatiale observé au niveau des plantations d'anacardiens est la création traduisant la mise en place de plus en plus de plantations d'anacardiens dans la sous-préfecture de Séguéla. En effet, ce processus de transformation spatiale semble suivre la direction nord-ouest/sud-est dans la diagonale de la sous-préfecture. Du fait que la majorité des localités sont situées dans cette tranche de la circonscription, cette situation pourrait se justifier par le fait qu'un grand nombre de paysans ne cultivent qu'à des distances pas trop éloignées des localités. Le Guen (2004) a révélé que dans le nord de la côte d'Ivoire, 91 % des familles exploitent des plantations, en moyenne distantes de 2 à 3 km des localités. Les vergers d'anacardiens dans la diagonale de la sous-préfecture ont formé une large bande de végétation d'anacardier modifiant la configuration spatiale du paysage de la sous-préfecture de Séguéla.

3.2.3 Distance, localités et répartition spatiale des plantations d'anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla

L'étude sur la densité et les superficies (%) des plantations d'anacardiens a été menée autour de la ville Séguéla et du village de Sualla/Djaminan afin déterminer la répartition des plantations d'anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla.

L'étude sur la densité révèle dans l'ensemble que le nombre des plantations d'anacardiens augmente à mesure qu'on s'éloigne des localités (localité de Séguéla ainsi que des localités rurales). Ceci indique qu'il existe une grande disponibilité de terre pour la culture d'anacarde loin des localités.

Par contre, l'étude sur les superficies révèle que dans un rayon de 2 km autour de la ville de Séguéla, les superficies des plantations sont plus élevées que celles des plantations d'anacardiens situées au delà des 2 km. Toutefois, les superficies situées entre 0 et 1 km sont inférieures (0,9 % en 2018) à celles situées à 2 km (1,18 % en 2018). Au-delà de 2 km, les

superficies des plantations régressent à mesure qu'on s'éloigne de la ville. Concernant, les localités rurales, les superficies de plantations les plus élevées se situent entre 0 et 1 km des localités. Ces superficies régressent à mesure qu'on s'éloigne des dites localités. En 2018, entre 0 et 1 km du village de Sualla, la proportion (%) de la superficie totale des plantations d'anacardiens qui était de $5,67.10^{-1}$ % est passée à $2,29.10^{-1}$ % entre 2 et 3 km du village. Cette tendance indique que la mise en place des plantations de plus grandes superficies tient compte de la distance entre les parcelles et les localités. Cette distance de contrainte pour de grandes exploitations serait liée à l'activité de ramassage des noix de cajou pendant la période de récolte qui demande un suivi permanent pour un bon rendement. En effet, Ricau & Konan (2010) notent que les producteurs semblent être conscients de l'importance du ramassage des noix tombées au sol de façon régulière (tous les deux jours) en période de récolte pour une meilleure préservation de la qualité du produit. Ceci justifierait l'installation des plantations d'anacardiens de grandes superficies à de courtes distances des localités afin d'assurer la régularité dans le ramassage des noix sur toute la parcelle à couvrir. Les plantations de petites superficies sont tenu éloignées des localités par rapport aux plantations de grandes superficies afin de faciliter cette activité. Au vue de cette étude, il faut noter que les densités et les superficies des plantations d'anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla varient de façon opposée. Le nombre de plantations d'anacardiens augmente à mesure qu'on s'éloigne des localités tandis que les superficies des plantations d'anacardiens diminuent à mesure qu'on s'éloigne des localités. Autrement dit, les superficies des plantations d'anacardiens augmentent à mesure qu'on s'approche des localités.

**CONCLUSION, RECOMMANDATION ET
PERSPECTIVE**

L'objectif de cette étude était de développer des connaissances sur la dynamique spatiale de la culture d'anacardier dans la sous-préfecture de Séguéla. Il ressort de cette étude que la culture d'anacardier dans la sous-préfecture de Séguéla a connu une évolution progressive. De 2001 à 2018, le taux d'évolution de la superficie totale des plantations d'anacardiens a été de 7 422,87 %. Pendant cette période, les vergers d'anacardiens ont couvert 5,56 % de la superficie du paysage, équivalant à 4 678,5 ha de canopée fermée alors qu'il ne couvrait que 0,07 % du paysage en 2001 (équivalent à 62,2 ha de canopée fermée). L'évolution de cette culture s'est faite au détriment des savanes, de plans d'eau, de forêts galeries et des exploitations agricoles autres que les cultures d'anacarde. En effet, l'ensemble de ces classes forment la classe Non-anacardier qui a régressé de 6,82 %. Seulement 1,33 % de la superficie du paysage ont été cédées aux sols nus et aux habitations. Par ailleurs, l'expansion de la culture d'anacarde a modifié la configuration spatiale du paysage de la sous-préfecture de Séguéla. Le processus de transformation spatiale observé entre 2001 et 2018 est la création traduisant la mise en place de nouvelles plantations d'anacardiens allant de 83 taches de plantations en 2001 à 1290 taches de plantations en 2018. Ce processus de transformation s'est fait selon la direction nord-ouest/sud-est dans la diagonale de la sous-préfecture. Les modifications qui ont eu lieu dans le paysage ont été marquées par la formation d'une large bande de végétation d'anacardiens dans cette tranche de la circonscription. Dans la sous-préfecture de Séguéla, la densité et la superficie des plantations d'anacardiens varient de façon opposée autour des localités. Le nombre de plantations d'anacardiens augmente à mesure qu'on s'éloigne des localités, par contre les superficies des plantations d'anacardiens diminuent à mesure qu'on s'éloigne des localités. En effet, dans un rayon d'environ 2 km autour de la ville de Séguéla, est installé des plantations d'anacardiens de superficies élevées. Au-delà de cette distance, les plantations d'anacardiens ont des superficies qui régressent à mesure qu'on s'éloigne de la ville. Entre 1 et 2 km autour de la localité de Séguéla, les superficies totales des plantations étaient de 1,184 %, elles sont passées à 1,01 % entre 2 et 3 km pour l'année 2018. Concernant, les localités rurales, les plus grandes superficies d'anacardiens sont situées entre 0 et 1 km des localités. Ces superficies régressent à mesure qu'on s'éloigne des villages. En 2018, les superficies qui étaient de 0,567 % entre 0 et 1 km du village de Sualla/Djaminan sont passées à 0,229 % entre 2 et 3 km du village.

A l'issue de cette étude, vue la répartition des plantations d'anacardiens autour des localités dans la sous-préfecture de Séguéla, il serait important de sensibiliser les paysans sur la planification de l'espace afin de prévenir les pressions sur les terres cultivables situées à proximité des localités car l'installation de plantations d'anacardiens de grandes superficies à proximité des localités pourrait entraîner l'amenuisement des terres pour d'autres types de cultures telles que les cultures de subsistances.

Dans cette étude, les capteurs Landsat (30 m de résolution) ont discriminé les plantations constituées de canopée fermée et les plantations de superficies d'au moins 0,09 ha. Les jeunes plantations n'ayant pas de canopée fermée et les plantations de superficies inférieures 0,09 ha n'ont pu être détectées. Il faudrait par conséquent envisager l'utilisation de capteur de résolution plus fines (5 m par exemple) afin de prendre en compte toutes les plantations d'anacardier dans la sous-préfecture en général et autour des localités en particulier en vue de mener une étude sur la disponibilité des terres pour d'autres types de cultures (telles que les cultures vivrières) près des localités.

REFERENCES

- Abdel-Kawy O.R., Rod J.K., Ismail H.A. & Suliman A.S. (2011).** Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31 (2): 483-494.
- Adi M., Bamba I., Sinsin B., Bogaert & De Cannière C. (2015).** Déforestation, savanisation et développement agricole des paysages de savanes-forêts dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Bois et forêts des tropiques*, 324 (4) : 66-74.
- Agai O.G. (2004).** Analyse socioéconomique de la commercialisation des noix de cajou dans les communes de Bantè et Savalou au Benin. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, 92 p.
- Ambé G.A. (2001).** Les fruits sauvages comestibles des savanes guinéennes de Côte-d'Ivoire: état de la connaissance par une population locale, les Malinké. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 5(1) : 43-58.
- Anonyme (2005).** L'agriculture ivoirienne à l'aube du XXI^e siècle. Salon de l'agriculture et des ressources animales d'Abidjan, 243 p.
- Anonyme (2013).** Echos du cajou. Mensuel de l'autorité de régulation du coton et de l'anacarde, 6p.
- Bamba I. (2006).** Etude de la structure spatiale et de la dynamique spatio-temporelle d'un paysage dans l'ex-Bas-Congo (République démocratique du Congo). Mémoire de DEA Université libre de Bruxelles, (Bruxelles, Belgique).
- Bamba I. (2010).** Anthropisation et dynamique spatio-temporelle de paysages forestiers en République démocratique du Congo. Thèse de Doctorat, Université libre de Bruxelles, (Bruxelles, Belgique), 205 p.
- Barima Y.S.S. (2007).** Dynamique du paysage d'une zone de transition forêt-savane dans le département de Tanda à l'Est de la Côte d'Ivoire. Mémoire du Diplôme d'Etude Approfondie, Université libre de Bruxelles, (Bruxelles, Belgique), 65 p.
- Barima Y.S.S., Barbier N., Bamba I., Traoré D., Lejoly J. & Bogaert J. (2009).** Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, 299 (1) : 15-25.
- Berdoulay V. & Phipps M. (1985).** Paysage et système. Ottawa, Édit. de l'Université d'Ottawa, Canada, 195 p.
- Bertrand G. (1978).** Le paysage entre la nature et la société. *Revue de Géographie des Pyrénées et du sud-ouest*, 49(3) : 239-258.

- Bigot S. (2004).** Variabilité climatique, interactions et modifications environnementales : l'exemple de la Côte d'Ivoire. HDR, CNRS, UMR, Université des Sciences et Technologies de Lille, France, 399 p.
- Blanc-Pamard C. & Peltre P. (1984).** Dynamique des paysages préforestiers et pratiques culturelles en Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire centrale). *Le Développement rural en question*, pp : 55-74.
- Bogaert J. & Mahamane A. (2005).** Ecologie du paysage: cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 7(1): 39-68.
- Bogaert J., Ceulemans R. & Salvador-Van E.D. (2004).** Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environmental Management*, 33: 62-73.
- Bonn F. & Rochon G. (1993).** Précis de télédétection. Principes et méthodes. Presse Universitaire du Québec, AUPELF, 484 p.
- Burel F. & Baudry J. (2003).** Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. Paris, France : Tec & Doc.
- Caloz R. & Collet C. (2001).** Précis de télédétection. Volume 3 : Traitements numériques d'images de télédétection (Universités francophones). Québec, Canada, Presses Polytechniques du Québec, 368 p.
- CCI-CI (2013).** La filière d'anacarde en bref. Fiche sectorielle, 2 p.
- CNTIG (2011).** Carte administrative, nouveau découpage administratif en Côte d'Ivoire.
- Coulson R.N., Saarenmaa H., Daugherty W.C., Rykiel E.J., Saunders M.C. & Fritgerarld J.W. (1999).** A knowledge system environment for ecosystem management. In: Landscape ecological analysis. Issues and applications (eds Klopatek J. M, Gardner R. H), *Springer, Berlin Heidelberg New York*, pp 57-79.
- Dadhwal V.K., Singh R.P., Dutta S. & Parihar J.S. (2002).** Remote sensing based cropinventory. A review of Indian experience. *Tropical Ecology*, 43(1) : 107-122.
- Dugué P., Koné F.R., Koné G. & Akindes F. (2004).** Production agricole et élevage dans le centre du bassin cotonnier de Côte d'Ivoire. *Cahiers Agricultures*, 13(6) : 504-509.
- Fahrig L. (2003).** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34 : 487-515.
- Forman R.T.T. & Godron M. (1981).** Patches and structural components for a landscape. *ecology. Biosciences*, 31 : 733-740.

- Fortin M.J., (1999).** The effects of quadrat size and data measurement on the detection of boundaries. *Journal of Vegetation Science*, 10 : 43-50.
- Fourneau F., Luginbuhl Y. & Roux B. (1991).** Évolution des paysages et aménagement du territoire en Andalousie occidentale. Publications de la Casa de Velazquez, Série Recherche en sciences sociales, 11, Madrid.
- Gauthier M., Delpiano P., Erwin-field & Petit G. (2015).** La région d'Odienné-Séguéla. Tome 1. Etude socio-économique. Edition CEGOS, Puteaux (France), 257 p.
- Girard M.C. & Girard C.M. (1999).** Traitement des données de télédétection. Paris (France), Dunod, 529 p.
- Gouma M. (2003).** Analyse des négociations de l'OMC sur l'agriculture pour la formation d'une politique appropriée au développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire. Mémoire professionnel, Université de Cocody, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 46 p.
- INTERCAJOU (2009).** *Potentiels et perspectives de la filière anacarde de Côte d'Ivoire*, Rapport général, 17 p.
- Jensen J.R. (1996).** Introductory digital image processing : a remote sensing perspective, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Kékélé A. (2015).** Dynamique des paysages ruraux et systèmes de production dans la commune de Orodara (Ouest du Burkina Faso) L'association arboriculture fruitière et culture céréalière. UFR Institut de Géographie. Mémoire de Master en Géographie, Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne, (Paris, France), 91 p.
- Koffi Y.J. (2012).** La dynamique de la transformation de la noix de cajou dans les zones rurales du Centre et du Nord de la Côte d'Ivoire. *Revue de géographie du laboratoire Leïdi*, 2515(10) : 179-199.
- Koffi Y.J.J. (2016).** Impacts socio-Economique et écologique de la culture de l'anacarde dans la région du Zanzan (Nord-est de la Côte d'Ivoire). Mémoire de D.E.A, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 68 p.
- Kone G. (2002).** La place de l'anacardier dans la gestion foncière et recomposition des relations sociales : exemple du village de Kouakro (Bouaké). Mémoire de maîtrise sociologie, Université de Bouaké, Côte d'Ivoire, 62 p.
- Koua K.A.N. (2016).** Echelle spatiale et analyse de la dynamique de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) de 2002 à 2013. Mémoire de Master en

- Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes, Université Jean Lorougnon Guédé, (Daloa, Côte d'Ivoire), 68 p.
- Koulibaly A., Akédrin N., Massé D., Ibrahim K., Dossahoua T., Ralf B. & Yatty J.K. (2016).** Conséquences de la culture de l'anacardiers (*Anacardium occidentale* L.) sur les caractéristiques de la végétation dans la région du Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire). *International journal of Innovation and Applied Studies*, 17(4) : 1416-1426.
- Kpangui K.B. (2015).** Dynamique, diversité végétale et valeurs écologiques des agroforêts à base de cacaoyers de la Sous-préfecture de Kokumbo (Centre de la Côte d'Ivoire). UFR Biosciences. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 227 p.
- Lautié E., Dornier M., de Souza Filho M., & Reynes, M. (2001).** Les produits de l'anacardie: caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Fruits*, 56 (4) : 235-248.
- Le Guen T. (2004).** Le développement agricole et pastoral du nord de la Côte d'Ivoire : problème de coexistence. *Afrique*, 2 : 259-288.
- Lebailly P., Lynn S. & Seri H. (2012).** Etude pour la préparation d'une stratégie pour le développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire. Rapport diagnostic, AGRER Consortium, 92 p.
- Mayaux P., Eva H., Fournier A., Sawadogo L., Palumbo I. & Grégoire J.M. (2007).** Apport des techniques spatiales pour la gestion des aires protégées en Afrique de l'Ouest. *Quelles aires protégées pour l'Afrique de l'Ouest*, (1) : 321-327.
- McGarigal K. & Marks B.J. (1995).** Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Structure. Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station General Technical Report PNW-GTR-351. Oregon, USA. (disponible sur Internet http://HUwww.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr_351.pdfUH).
- Montserud R.A. & Leamans R. (1992).** Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. *Ecological Modelling*, 62(4) : 275-293.
- N'Da A.A., Djaha A.JB., Kouakou C.K., Djidji A.H., Dosso M., N'Guessan A.E.B. & Tahouo O. (2015).** La production des plants greffés en Côte d'Ivoire. *Le CNRA en 2015*, pp, 14-15.
- N'da A.S. (2002).** Introduction de l'anacardier et renégociation des règles des jeux fonciers et sociaux : l'exemple de Baradougou et de Touro. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie sociologie, Université de Bouaké, Côte d'Ivoire, 57 p.

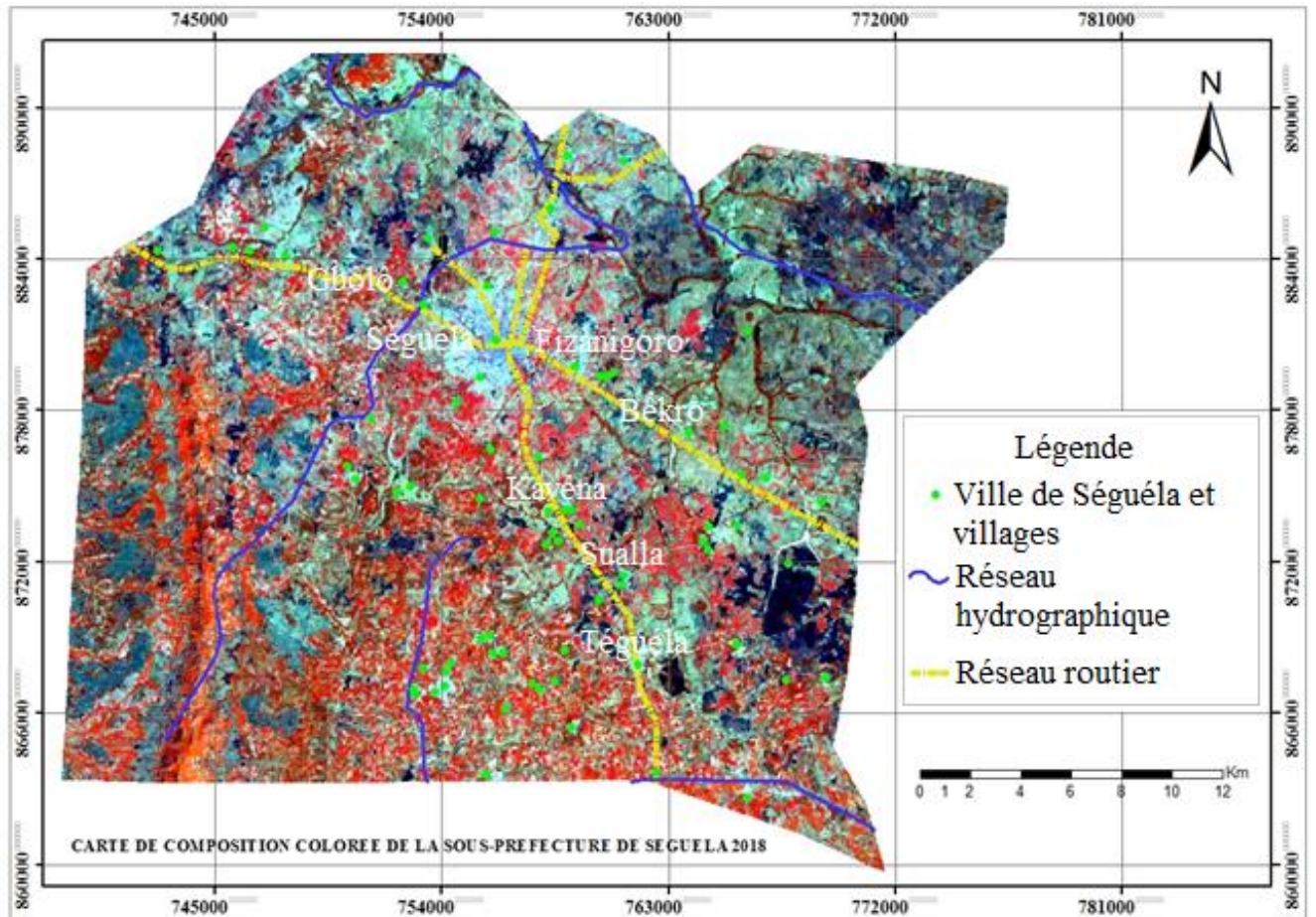
- Oszwald J. (2005).** Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique. Thèse de doctorat, UFR de Géographie et d'aménagement, Université des sciences et technologies de Lille (Lille, France), 304 p.
- RGPH (2014).** Résultats globaux. Secrétariat technique permanent du comité technique de RGPH, 26 p.
- Ricau P. & Konan C. (2010).** La filière anacarde en Côte d'Ivoire Acteurs et Organismes. INADES formation et RONGEAD, Abidjan (Côte d'Ivoire), 36 p.
- Ricau P. (2013).** Connaître et comprendre le marché international de l'anacarde. RONGEAD, Lyon (France) 49 p.
- Richard J. (1972).** Le contact forêt-savane dans le centre-ouest ivoirien (Seguela-Vavoua): aspects et significations.
- Schlaepfer R. (2002).** *Analyse de la dynamique du paysage*. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, Ecole Polytechnique de Lausanne, Suisse.
- Tandjiekpon A.M. (2005).** Caractérisation des systèmes et agrosystèmes forestiers à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* Linnaeus) en zone de savane au Bénin, 122 p.
- Trepanier I., Dubois J. M.M. & Bonn F. (2002).** Suivi de l'évolution du trait de côte à partir d'image HRV (XS) de SPOT : delta du fleuve Rouge, Viêt-Nam. *International Journal of Remote Sensing*, 23(5): 917-937.
- Tuo G. (2007).** Analyse de la filière anacarde en Côte d'Ivoire: stratégies de développement et de lutte contre la pauvreté. Mémoire de diplôme d'étude approfondie en science économique, université de Bouaké (Bouaké, Côte d'Ivoire), 66 p.
- Volvey A., Déverin Y., Houssay-Holzschuch M., Rodarry E., Surun I. & Bennafla K. (2008).** L'anacardier: une opa sur le foncier. L'Afrique, collection Clefs concours, Atlande, 2005, 288 p.
- Wolff E. (2005).** Rapport de mission cartographique à Kisantu (République Démocratique du Congo) du 15 au 30 Septembre 2005. SLCD, (Bruxelles, Belgique).

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de terrain pour la collecte des données.

FICHE DE TERRAIN	Date : 18 / 02 / 2018			
Gbôlô	N° 1			
N° Way Point	X	Y	Occupation du sol	N° Photo
P1	753458	882880	Cours d'eau	1
P2	753372	882520	Broussaille	2
P3	752840	881833	Anacardiers	3
P4	752669	881850	Anacardiers	4
P5	753502	882633	Bas-fond	5
P6	753564	882513	Anacardiers	6
P7	753438	882686	Cours d'eau	7
P8	753608	882839	Savane	8
P9	752484	883076	Habitation	9
P10	752937	882029	Palmiers à huile	10
P11	752779	881682	Manguiers	11
P12	752937	882350	Tecks	12
P13	752634	882279	Vivriers	13
P14	752458	884141	Anacardiers	14
P15	750430	883341	Anacardiers	15
P16	753044	882380	Ilot de forêt	16
P17	752754	881713	broussaille	17

Annexe 2 : Carte de la composition colorée de l'occupation du sol de la sous-préfecture de Séguéla conçue pour la visite de terrain.



Annexes 3 : Photographie illustrant la composition des différentes occupations du sol dans la sous-préfecture de Séguéla.

- **Composition de la classe Anacarde :**



Plantations d'anacardiers âgées d'au moins 7 ans.

- **Composition de la classe Non-anacarde :**



Aperçu d'une savane arbustive



Aperçu d'une cacaoyère



Aperçu d'une plantation de mangue



Aperçu d'une végétation ripicole bordant une étendue d'eau.

- **Composition de la classe sol nu et habitation**



Aperçu d'un campement



Aperçu d'un sol nu dans un établissement à Séguéla

RESUME

Depuis 2001, la culture d'anacardier connaît un essor important dans la sous-préfecture de Séguéla au point où elle est entrain de modifier le paysage de la circonscription. L'objectif principal de cette étude est d'avoir une meilleure connaissance sur la dynamique spatio-temporelle de la culture d'anacardier dans le paysage de la sous-préfecture de Séguéla. Pour atteindre cet objectif, des cartes d'occupations du sol et des mesures de taux d'évolution après des traitements numériques de quatre images satellitaires Landsat (2001, 2006, 2013 et 2018) ont été d'abord réalisées pour mettre en évidence l'évolution des plantations d'anacardiers dans cette circonscription. Ensuite, des mesures d'indices de structure spatiale des plantations d'anacardiers à partir des quatre images satellitaires sélectionnées ont été faites pour analyser la dynamique de la structure spatiale du paysage. En fin, la méthode de zonation a été utilisée pour déterminer la répartition des plantations d'anacardiers autour des localités de notre zone d'étude. Les résultats ont révélé que de 2001 à 2018, les plantations d'anacardiers ont couvert 5,56 % de la superficie du paysage, équivalent à 4 678,5 ha de canopée fermée alors qu'il ne couvrait que 0,07 % du paysage en 2001. Ces anacardiers ont formé une large bande de végétation dans la diagonale du paysage allant nord-ouest au sud-est de la circonscription. Par ailleurs, dans la circonscription, les plantations d'anacardiers augmentent à mesure qu'on s'éloigne des localités, par contre les superficies de ces plantations diminuent avec les mêmes tendances. Les capteurs landsat de 30 m de résolution n'ont pas pu discriminer des plus jeunes plantations d'anacarde, alors l'utilisation de capteurs de résolution plus fine serait souhaitable en vue d'une étude sur la disponibilité des terres pour d'autres types de culture près des localités dans la sous-préfecture.

Mots clés : Dynamique et écologie du paysage ; Télédétection ; Occupation du sol ; Culture d'anacarde ; Sous-préfecture de Séguéla.

ABSTRACT

Since 2001, cashew cultivation has been booming in the Séguéla sub-prefecture at the point where it is changing the landscape of the district. The main objective of this study is to develop knowledge on the spatio-temporal dynamics of cashew culture in the Séguéla sub-prefecture. To achieve this goal, land use maps and rate of change measurements after digital processing of four Landsat satellite imagery (2001, 2006, 2013 and 2018) were first performed to highlight the evolution of the land use of this sub-prefecture. Then, measurements of spatial structure indices of cashew plantations from the four selected satellite images were made to analyze the dynamics of the spatial structure of the landscape. Finally, the zonation method was used to determine the distribution of cashew plantations around the localities in the Séguéla sub-prefecture. The results revealed that from 2001 to 2018, cashew plantations covered 5.56% of the landscape area, equivalent to 4,678.5 ha of closed canopy while covering only 0.07% of the landscape in 2001. These cashew trees formed a broad band of vegetation in the diagonal of the landscape running north-west to south-east of the district. On the other hand, in the district, the cashew plantations increase as one moves away from the localities, on the other hand the areas of these plantations decrease with the same tendencies. Landsat 30m resolution sensors were unable to discriminate younger cashew plantations, so the use of finer resolution sensors would be desirable for a land availability study for other types near localities in the sub-prefecture.

Keywords : Dynamics and ecology of the landscape; Remote sensing; Land use ; Cashew culture; Subprefecture of Séguéla.