



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE
UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

.....

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE : 2019-2020

N° D'ORDRE : 026

CANDIDATE

Nom : ZANH

Prénoms : Golou Gizèle

THESE

Pour l'obtention du grade de Docteur de

l'Université Jean Lorougnon Guédé

Mention : Ecologie, Biodiversité et Evolution

Spécialité : Ecologie Végétale

Saturation foncière et pratiques agricoles adoptées par
les populations à la périphérie de la forêt classée du
Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)

JURY

Président : M. KOUADIO Yatty Justin, Professeur Titulaire, Université
Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de Conférences,
Université Jean Lorougnon Guédé

Rapporteur : M. SORO Kafana, Maître de Recherches, Centre de
Recherche en Ecologie, Université Nanguï Abrogoua

Examineur : M. BAKAYOKO Sidiky, Maître de Conférences, Université
Jean Lorougnon Guédé

Examineur : M. KOUAME N'guessan François, Maître de Conférences,
Université Nanguï Abrogoua

Soutenue publiquement

le 30 Novembre 2020

Table des matières

TABLE DES MATIERES

	Pages
TABLE DES MATIERES	ii
DEDICACES	vii
REMERCIEMENTS	viii
LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	x
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES FIGURES	xv
LISTE DES ANNEXES	xviii
INTRODUCTION	1
PARTIE I : GENERALITES	6
Chapitre 1 : Notions abordées dans cette étude et travaux antérieurs	7
1.1. Terre arable, foncier et pression foncière.....	7
1.2. Notion de saturation foncière	8
1.3. Notion de forêt classée	9
Chapitre 2 : Pratiques agricoles paysannes	11
2.1. Pratiques agricoles, systèmes de culture et de production	11
2.2. Agrosystèmes et systèmes agroforestiers	11
2.2.1. Caractéristiques des agrosystèmes	11
2.2.2. Agroforesterie.....	12
2.2.2.1. Définition de l'Agroforesterie	12
2.2.2.2. Classification des systèmes agroforestiers	13
2.2.3. Impacts environnementaux des systèmes agroforestiers.....	14
2.2.4. Impacts socioéconomiques des systèmes agroforestiers	15
2.3. Mutation des pratiques agricoles	15
2.3.1. Replantation agricole.....	15
2.3.2. Reconversion et diversification des cultures	16
2.3.3. Pratiques agricoles en zone forestière	16
Chapitre 3 : Télédétection, occupation et utilisation du sol et indices de structure spatiale	17

Table des matières

3.1. Télédétection	17
3.1.1. Définition et caractéristiques.....	17
3.1.2. Domaines d'application de la télédétection.....	18
3.2. Occupation et utilisation des sols	19
3.3. Indices de structure spatiale	19
Chapitre 4 : Zone d'étude.....	21
4.1. Situation géographique.....	21
4.2. Facteurs abiotiques	22
4.2.1. Climat	22
4.2.2. Relief et hydrographie	23
4.2.3. Sol.....	23
4.3. Facteurs biotiques.....	23
4.3.1. Végétation et flore	23
4.3.2. Population et activités économiques	25
4.3.2.1. Origines des populations riveraines à la forêt classée du Haut-Sassandra.....	25
4.3.2.2. Activités économiques des populations	25
PARTIE II : MATERIEL ET METHODES D'ETUDE	26
Chapitre 5 : Matériel.....	27
5.1. Matériel biologique	27
5.2. Matériel technique.....	27
Chapitre 6 : Méthodes.....	29
6.1. Collectes des données.....	29
6.1.1. Collecte des données cartographiques	29
6.1.2. Collecte des données d'enquêtes et détermination des principaux types d'utilisation des sols	29
6.1.2.1. Choix des localités visitées	29
6.1.2.2. Enquêtes socio-économiques	30
6.1.2.2.1. Echantillonnage	30
6.1.2.2.2. Collecte des données d'enquête	30
6.1.2.3. Détermination des principaux types d'utilisation des terres	31
6.1.4. Inventaire floristique dans les principaux types d'utilisation des terres	33

Table des matières

6.1.4.1. Choix des sites d'inventaire floristique	33
6.1.4.2. Méthode de collecte des données floristiques	34
6.1.4.2.1. Relevé itinérant	34
6.1.4.2.2. Relevé de surface	34
6.2. Traitements et analyses des données	34
6.2.1. Cartographie de l'occupation du sol.....	34
6.2.1.1. Extraction de la zone d'étude	35
6.2.1.2. Composition colorée et interprétation	35
6.2.1.3. Classification des images	36
6.2.1.4. Précision cartographique et validation des classifications	37
6.2.1.5. Dynamiques d'occupation du sol entre 1997 et 2018	38
6.2.2. Dynamique d'utilisation des terres.....	40
6.2.2.1. Détermination des types d'utilisation des terres les plus rencontrés.....	40
6.2.3. Analyse des données d'inventaires floristiques.....	40
6.2.3.1. Paramètres floristiques	40
6.2.3.2. Paramètre structural.....	44
6.2.3.3. Fréquence d'utilisation des espèces associées aux agrosystèmes	44
6.2.4. Traitement statistique des données.....	45
6.2.4.1. Tests statistiques de comparaison d'échantillons.....	45
6.2.4.2. Analyses multivariées	45
PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION	47
Chapitre 7 : Résultats	48
7.1. Occupation du sol à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	48
7.1.1. Types d'occupation du sol.....	48
7.1.1.1. Forêt	48
7.1.1.2. Jachères	49
7.1.1.3. Cultures	50
7.1.2. Cartes d'occupation du sol de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra	50
7.1.3. Dynamique de l'occupation du sol de 1997 à 2018	54
7.1.3.1. Changements opérés au niveau des classes d'occupation du sol	54
7.1.3.2. Transfert de l'occupation du sol.....	55
7.1.3.3. Dynamique de la structure et processus de transformation spatiale.....	57

Table des matières

7.2. Facteurs de la saturation foncière de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	59
7.2.1. Profil des paysans à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	59
7.2.1.1. Ages des chefs de ménages	59
7.2.1.2. Origines des chefs de ménages.....	59
7.2.1.3. Niveau de scolarisation des chefs de ménages	60
7.2.1.4. Situation matrimoniale et nombre d'épouses	61
7.2.1.5. Périodes d'installation des chefs de ménages.....	62
7.2.1.6. Modes de valorisation des parcelles à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	62
7.2.1.7. Modes d'acquisition des parcelles.....	63
7.2.1.8. Modes d'entretien de la parcelle	64
7.2.1.9. Disponibilité des réserves de terres, types de réserves de terres et intention de planter	65
7.2.2. Typologie des chefs de ménages	67
7.2.3. Caractéristiques des exploitations agricoles situées à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	69
7.2.3.1. Principales cultures pérennes et cultures vivrières associées	69
7.2.3.2. Age des principales cultures pérennes	71
7.2.3.3. Précédents cultureux des exploitations de cultures pérennes	72
7.2.3.4. Superficies des principales cultures pérennes	73
7.2.3.5. Contraintes liées à la production des principales cultures pérennes	73
7.2.3.6. Systèmes cultureux à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	74
7.2.4. Dynamique d'utilisation des terres à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	76
7.2.4.1. Types d'utilisation des terres.....	76
7.2.4.2. Répartition des principaux agrosystèmes autour de la forêt classée du Haut-Sassandra	77
7.2.4.3. Répartition des principaux types d'utilisation des terres en fonction des situations géographiques de la zone rurale de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	78
7.3. Pratiques agricoles innovantes adoptées par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra pour faire face à la saturation foncière.....	79
7.3.1. Paramètres floristiques	79

Table des matières

7.3.1.1. Richesse floristique des agrosystèmes	79
7.3.1.2. Composition floristique des agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	80
7.3.1.2.1. Types biologiques des espèces végétales associées aux agrosystèmes.....	80
7.3.1.2.2. Affinités chorologiques des espèces associées aux agrosystèmes	81
7.3.1.3. Espèces à statut particulier au sein des agrosystèmes	82
7.3.1.4. Diversité floristique des différents agrosystèmes.....	84
7.3.2. Densité des agrosystèmes.....	85
7.3.3. Espèces les plus abondantes au sein des différents agrosystèmes	85
7.3.4. Usages des espèces associées aux agrosystèmes par les populations	86
7.3.5. Perception des paysans du rôle des espèces associées aux agrosystèmes.....	87
7.3.6. Typologie des systèmes agroforestiers.....	88
7.3.6.1. Facteurs déterminant la typologie des systèmes agroforestiers.....	89
7.3.6.2. Détermination des systèmes agroforestiers	91
7.3.6.2.1. Description des facteurs déterminants la typologie des systèmes agroforestiers.....	91
7.3.6.2.2. Description des systèmes agroforestiers	92
Chapitre 8 : Discussion	95
8.1.Changements détectés dans l'occupation des terres.....	95
8.2. Complexité de la dynamique de l'occupation du sol et de l'utilisation des terres à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	95
8.3. Composition sociale et des exploitations agricoles à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	98
8.3.1. Composition sociale	98
8.3.2. Composition des exploitations agricoles.....	99
8.3.3. Diversité des espèces associées aux agrosystèmes.....	101
8.3.4. Diversification des espèces associées aux agrosystèmes comme solution en vue d'augmenter les revenus des paysans et/ou améliorer leur sécurité alimentaire	102
8.3.5. Recomposition des systèmes agroforestiers traditionnels comme alternative pour s'adapter à la saturation foncière et aux difficultés de replantation du cacao	104
CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	107
REFERENCES	111
ANNEXES	136
LISTE DES PUBLICATIONS	148

Dédicaces

DEDICACES

A mon père TIA Zanh Daniel

A mon fiancé N'DO Bi Boly Valérie

A mon Bébé BOLY Bi Boly Jean Yves Emmanuel

A mon père adoptif BLE Gongoh

Remerciements

REMERCIEMENTS

La conception et la concrétisation d'une thèse est une expérience scientifique qui nécessite à la fois un engagement de soi, mais aussi et surtout, un soutien de plusieurs personnes. Il est, ainsi, un devoir pour moi de remercier toutes les personnes qui ont, d'une manière ou d'une autre, contribué à l'accomplissement de ce travail.

Je remercie le Professeur TIDOU Abiba Sanogo Epouse KONE, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG) ainsi que les Vices présidents, Professeur KONE Tidiani et Professeur AKAFFOU Doffou Sélastique, pour tout le travail qu'ils ont accompli, afin de mettre à notre disposition un cadre d'étude sain où règnent la quiétude et la rigueur scientifique.

J'exprime toute ma reconnaissance au Professeur KOUASSI Kouakou Lazare, Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) en Environnement, pour avoir favorisé le bon déroulement de ce travail.

Je suis infiniment reconnaissante au Docteur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Directeur scientifique de cette thèse, Coordonnateur du Groupe de Recherche en Ecologie du Paysage et en Environnement (GRIEPE), pour avoir accepté de diriger cette thèse. A ses côtés, j'ai pu forger davantage mon amour pour la recherche, la rigueur scientifique et surtout, la saine émulation qui sont des qualités indispensables pour gravir les échelons du monde de la recherche scientifique.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude aux différents rapporteurs de cette thèse, les Professeur SORO Dodiomon et TRAORE Karidia et le Docteur SORO Kafana, pour leur contribution à l'amélioration du document.

Je remercie particulièrement le Professeur KOUADIO Yatty Justin pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

J'adresse mes remerciements aux Docteurs KOUAME N'guessan François et BAKAYOKO Sidiky, Maîtres de Conférences, examinateurs de cette thèse, pour leur contribution à l'amélioration du document.

Je voudrais également témoigner toute ma gratitude aux Docteurs SANGNE Yao Charles, BAMBA Issouf, KPANGUI Kouassi Bruno, N'GOURAN Kobenan Pierre, KOUAKOU Akoua Tamia Madeleine et KOFFI N'Guessan Achille, à l'UJLoG, membres du GRIEPE pour leurs conseils et critiques qui ont permis d'améliorer le rendu de cette thèse.

Remerciements

Je remercie particulièrement Docteur KOUAKOU Kouassi Apollinaire, pour m'avoir permis de connaître véritablement le monde rural et conduire des enquêtes.

Je remercie tous les étudiants du GRIEPE notamment, ASSALE Annie Yvette, KOUA Kadio Attey Noël, KOUMAN Kouamé Jean-Marc, TIMITE Nakouana, KONAN Danmo Gislain, pour leur bonne collaboration et les encouragements tout au long de ces travaux.

Je remercie vivement tous les habitants des différentes localités visitées à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra, qui m'ont hébergée et guidée pendant mes nombreuses missions de terrain. Ils m'ont témoigné leur confiance et m'ont consacré une partie de leur temps, ce qui a permis le bon déroulement des travaux de cette recherche.

Je tiens également à remercier la première promotion de Master Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes de l'UJLoG, pour la bonne ambiance et la solidarité qui ont prévalu entre les étudiants au cours de la formation.

Je suis reconnaissante envers mon père, TIA Zanh Daniel qui a été ma source d'inspiration dans les moments pénibles. Il est pour moi un père exemplaire qui, malgré les conditions difficiles, ne cesse d'encourager ses enfants à faire de longues études.

Je remercie également Monsieur BLE Gongoh et son épouse Adèle, mes parents adoptifs, qui m'ont accueillie, adoptée et soutenue moralement et financièrement depuis mon cycle secondaire. Merci pour leur encouragement tout au long de mon parcours scolaire et universitaire.

A mes frères et sœurs, en particulier TIA Zanh Golou Pélagie, TIA Zoh Thierry, ZANH Golou Félicité, ZANH Olivier, ZANH Golou Sandrine qui m'ont soutenue moralement et encouragée dans la réalisation de ce travail.

LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

A - Botanique

Affinités chorologiques

GC : Taxon de la région Guinéo-congolaise (forêt dense humide)

GCi : Taxon endémique à la Côte d'Ivoire

GC-SZ : Taxon de la zone de transition entre les régions Guinéo-congolaise et Soudano zambézienne

GCW : Taxon endémique du bloc forestier à l'Ouest, comprenant le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Libéria, la Sierra Leone, la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et le Sénégal

I : Taxon introduit ou cultivé

SZ : Taxon de la région Soudano-zambézienne

Indices et coefficient de diversités

C_S : Coefficient de Sørensen

D : Indice de diversité de Simpson

E : Indice d'équitabilité de Piélou

H' : Indice de diversité de Shannon

Types biologiques

Ch : Chaméphyte (plante vivace de $0 \text{ m} \leq \text{hauteur} \leq 0,25 \text{ m}$)

Ep : Epiphyte

G : Géophyte

H : Hémicryptophyte

Hyd : Hydrophyte

MP : Mégaphanérophyte (taxon dont la hauteur est supérieure à 32 m)

mP : Mésophanérophyte (taxon dont la hauteur est comprise entre 8 et 32 m)

Liste des abreviations, sigles et acronymes

mp : Microphanérophyte (taxon dont la hauteur est comprise entre 2 et 8 m)

np : Nanophanérophyte (taxon dont la hauteur est comprise entre 0,25 et 2 m)

Th : Thérophyte

B - Méthode d'analyses statistiques

ACM : Analyse des Correspondances Multiple

ACP : Analyse en Composante Principale

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

AFM : Analyse Factorielle Multiple

ANOVA : Analyse of Variance ou Analyse de variance

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

MVSP : Muti-Variate Statistical Package

C - Télédétection et Système d'Information Géographique

ETM+ : Enhancement Thematic Mapper

GPS : Global Positioning System

LANDSAT : LANDscape SATellite

OLI-TIRS : Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor

SIG : Système d'informations géographiques

TM : Thematique Mapper

D - Institutions

AOF : Afrique Occidentale Française

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CNF : Centre National de Floristique

FAO : Food and Agriculture Organization

ICCO : International Cocoa Organization

Liste des abreviations, sigles et acronymes

ICRAF : International Center for Research in Agroforestry

SODEFOR : Société de Développement des Forêts

UJLoG : Université Jean Lorougnon Guédé

E - Autres

FCHS : Forêt Classée du Haut-Sassandra

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Liste des tableaux

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I : Caractéristiques des images satellitaires	28
Tableau II : Matrice de confusion, précisions globales et indices de Kappa des images LANDSAT de 1997 et 2002 de la périphérie de la forêt classée du Haut- Sassandra.....	51
Tableau III : Matrice de confusion, précisions globales et indices de Kappa des images LANDSAT de 2006, 2013 et 2018 de la périphérie de la forêt classée du Haut- Sassandra (Suite).....	52
Tableau IV : Matrice de transition des classes d'occupation du sol et indices de stabilité du paysage de 1997 à 2018 à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	56
Tableau V : Indices de structures spatiales calculés en 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018 pour chaque classe d'occupation à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra ...	58
Tableau VI : Processus de transformation spatiale des classes d'occupation du sol de 1997 à 2002 ; 2002 à 2006 ; 2006 à 2013 et 2013 à 2018 à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	58
Tableau VII : Récapitulatif des variables caractéristiques du profil des chefs de ménages à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	68
Tableau VIII : Récapitulatif des variables caractéristiques du profil des chefs de ménages à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (Suite)	69
Tableau IX : Richesses floristiques des principaux agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	79
Tableau X : Espèces à statuts particulier au sein des agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	83
Tableau XI : Indices de diversité floristique des agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	84
Tableau XII : Matrice de similarité floristique entre les agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	84
Tableau XIII : Valeurs propres et contribution des groupes de variables descriptives des systèmes agroforestiers à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	89
Tableau XIV : Caractéristiques des variables qualitatives des différents groupes de systèmes agroforestiers.....	93

Liste des tableaux

Tableau XV : Valeurs moyennes des indices floristiques et de la densité des groupes de relévés issus de la Classification Hiérachique Ascendante.....	94
---	----

Liste des figures

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Carte d'occupation du sol montrant la dégradation de la forêt classée Haut-Sassandra de 2002 et 2017	10
Figure 2 : Classification des systèmes agroforestiers.....	14
Figure 3 : Principaux éléments de la télédétection.....	18
Figure 4 : Localisation de la zone d'étude	21
Figure 5 : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1988 à 2018	22
Figure 6 : Types de végétation les plus rencontrés à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	24
Figure 7 : Localisation des villages parcourus à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	32
Figure 8 : Dispositif expérimental de collecte des données des types d'utilisation des terres.....	32
Figure 9 : Distribution des placettes dans les différentes localités parcourues à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	33
Figure 10 : Exemples d'une composition colorée faite à partir d'une image LANDSAT OLI/TIRS 2018 de la forêt classée du Haut-Sassandra et sa périphérie	36
Figure 11 : Structure des catégories des espèces et critères de l'UICN (2018)	42
Figure 12 : Ilôts de forêt à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	48
Figure 13 : Vue des jachères à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	49
Figure 14 : Quelques types de cultures à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	50
Figure 15 : Cartes d'occupation du sol de la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra en 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018	53
Figure 16 : Composition du paysage de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra de 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018	54
Figure 17 : Taux de changement des superficies des classes d'occupation du sol de la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra de 1997 à 2018	55
Figure 18 : Répartition des chefs de ménages par classes d'âge	59
Figure 19 : Répartition des chefs de ménages selon leurs origines.....	60
Figure 20 : Niveau de scolarisation des chefs de ménages interrogés	60
Figure 21 : Situation matrimoniale des chefs de ménages	61

Liste des figures

Figure 22 : Répartition du nombre d'épouses par chefs de ménages	61
Figure 23 : Période d'installation des chefs de ménages dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	62
Figure 24 : Répartition des différents modes de faire valoir des parcelles	63
Figure 25 : Proportions des différents modes d'acquisition des terres	64
Figure 26 : Types de main d'œuvre utilisés par les chefs de ménages	65
Figure 27 : Types d'intrants agricoles utilisés par les chefs de ménages	65
Figure 28 : Répartition des types de réserves de terre.....	66
Figure 29 : Répartition des différentes intentions de cultures.....	66
Figure 30 : Classification Ascendante Hiérarchique des différents types de chefs de ménages à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	67
Figure 31 : Répartition des cultures pérennes pratiquées à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	70
Figure 32 : Répartition des principales cultures vivrières associées aux cultures pérennes	70
Figure 33 : Répartition des cultures pérennes selon leur âge à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	71
Figure 34: Répartition de l'âge des principales cultures pérennes selon les secteurs géographiques de la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra	72
Figure 35 : Distribution des principales cultures pérennes selon les précédents culturaux	72
Figure 36 : Répartition des cultures pérennes en fonction des superficies emblavées dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra	73
Figure 37 : Exemples de quelques contraintes liées à la production des cultures pérennes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra,	74
Figure 38 : Différentes contraintes affectant la production des principales cultures pérennes.....	74
Figure 39 : Différents systèmes de cultures dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	75
Figure 40 : Exemple de systèmes de cultures à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	75
Figure 41 : Fréquences d'apparition des agrosystèmes.....	76
Figure 42 : Carte de répartition des principaux types d'utilisation des terres à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	77
Figure 43 : Répartition spatiale des principaux types d'utilisation des terres par secteur à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	78

Liste des figures

Figure 44 : Spectre des principales familles botaniques	80
Figure 45 : Histogramme de répartition des types biologiques dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra	81
Figure 46 : Histogramme de distribution des affinités chorologiques dans les différents agrosystèmes de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra	82
Figure 47 : Variation de la densité moyenne des espèces abondantes dans les agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	85
Figure 48 : Distribution des espèces les plus abondantes associées aux cultures dans les différents agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	86
Figure 49 : Répartition des espèces associées aux principaux agrosystèmes par usage à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	87
Figure 50 : Perception des espèces associées aux agrosystèmes en fonction du rôle écologique et par type d'agrosystème	88
Figure 51 : Carte factorielle (a) et cercle de corrélation (b) des facteurs déterminant la typologie des agrosystèmes	90
Figure 52 : Classification Ascendante et Hiérarchique des différents systèmes agroforestiers rencontrés à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra	91

LISTE DES ANNEXES

	Pages
Annexe 1 : Fiche d'enquête sur la disponibilité des terres arables et les pratiques agricoles paysannes.....	137
Annexe 2 : Enquêtes sur l'usage des espèces associées.....	141
Annexe 3 : Liste générale des espèces inventoriées.....	142



INTRODUCTION

Introduction

L'agriculture occupe une place primordiale dans le développement économique des pays d'Afrique Subsaharienne. Elle représente en moyenne 70 % des emplois, 40 % des produits de l'exportation et 30 % du Produit Intérieur Brut (PIB) dans de nombreux pays d'Afrique Subsaharienne (Esso, 2009).

Comme la plupart des pays de l'Afrique Subsaharienne, la Côte d'Ivoire a axé son développement économique sur le secteur agricole depuis son accession à l'indépendance. Ce secteur constitue le moteur de la croissance économique ivoirienne, avec le développement des cultures de rentes encouragé par l'Etat. Selon le Ministère de l'agriculture, en 2013, l'agriculture contribuait à elle seule à 22,3 % du PIB et 47 % des exportations globales du pays. Elle est dominée par le binôme café-cacao (Zamblé, 2015). En effet, avant l'indépendance, la Côte d'Ivoire avait déjà axé son développement économique sur le café puis le cacao. Après l'indépendance, les politiques publiques ont contribué à la préférence des planteurs pour le cacao devenu la principale source de revenus issus de l'agriculture aussi bien des populations ivoiriennes que de l'Etat. Le café et le cacao, dont les cultures ont été introduites au début du XX^e siècle, ont fortement contribué au « boom économique ivoirien » entre 1960 et 1970. Ce faisant, le café et le cacao occupent environ 60 % des superficies cultivées et représentent 40 % des revenus d'exportation (FAO, 2009) et 70 % des revenus agricoles de la Côte d'Ivoire (ICCO, 2007). Cette forte contribution du binôme café-cacao dans l'économie ivoirienne a permis à la Côte d'Ivoire d'occuper le premier rang mondial des pays producteurs et exportateurs de fèves de cacao et le troisième producteur mondial de café. Le cacao représente ainsi un produit agricole stratégique pour la Côte d'Ivoire. Il joue un rôle primordial dans la prospérité économique et sociale du pays (Koua *et al.*, 2018). Sur le plan social, la cacaoculture occupe environ 600 000 chefs d'exploitations qui font vivre 6 millions de personnes en Côte d'Ivoire et participe à la création de nombreux emplois dans les secteurs secondaire et tertiaire (Tano, 2012). Sur le plan économique, la cacaoculture procure environ 40 % des recettes de l'exportation de la Côte d'Ivoire et contribue à 15 % du PIB (Dufumier, 2016 ; Assiri *et al.*, 2016).

Cependant, la durabilité et la production du cacao sont menacées par de nombreuses contraintes environnementales, agronomiques et sociales (Assiri, 2010). Ces contraintes sont principalement liées à la dégradation des principaux facteurs de production, notamment la forêt.

Depuis son introduction en Côte d'Ivoire, la culture du cacao se développe sur des défriches et brûlis de la forêt primaire (Deheuvels, 2007). Cette pratique a eu pour conséquence la réduction drastique du couvert forestier (Ferraton & Touzard, 2009 ; Koffi *et al.*, 2018). En effet, la forêt ivoirienne qui représentait près de 16 millions d'hectares en 1960, a subi une

Introduction

dégradation rapide et est passée aujourd'hui à moins de 2,5 millions d'hectares (Kassoum, 2018). L'essentiel de ces travaux se trouve dans les aires protégées (parcs nationaux et réserves naturelles) et les forêts classées, faisant de ces milieux des sites privilégiés de conservation de la biodiversité. Cette réduction du couvert forestier a occasionné le déplacement progressif des principaux secteurs de production du cacao des zones préforestières de l'Est vers les zones forestières du Centre-Ouest, puis le Sud-Ouest et l'Ouest du pays (Assiri *et al.*, 2016) pour la création de nouvelles exploitations. La dynamique de l'extension de la cacaoculture dans la partie forestière du pays a ainsi fait de la cacaoculture le principal moteur de la déforestation (Ruf & Schroth, 2004 ; Desdoigts & Kouadio, 2013). Par ailleurs, l'on observe de plus en plus le vieillissement des vergers et la baisse de la fertilité des sols (Tano, 2012 ; Ruf, 2018). L'épuisement des forêts, le vieillissement des vergers de cacaoyers ainsi que la baisse de la fertilité des sols ont entraîné l'abandon d'importantes exploitations agricoles désormais peu productives (Assiri, 2010). Ces différentes contraintes ont occasionné le déplacement de populations vers les zones propices à la cacaoculture. Selon le rapport du Ministère de l'Agriculture en 2010, ce flux migratoire a conduit à une véritable course à la terre.

Dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire, la région du Haut-Sassandra a connu, au cours de la dernière décennie, une intense migration de populations pour la cacaoculture (Zanh *et al.*, 2019). L'arrivée de ces nouvelles populations a amplifié les pressions foncières aussi bien dans les espaces domaniaux que ruraux (Ruf, 2018).

Ainsi, la région du centre-ouest et particulièrement la zone riveraine de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) a connu plusieurs mouvements de personnes à la recherche de terres propices à la cacaoculture (Kouakou *et al.*, 2015 ; Zanh *et al.*, 2016). Ce flux migratoire a entraîné la saturation foncière dans cette zone (Dally, 2016 ; Zanh *et al.*, 2018 ; Koffi, 2019). En outre, durant la décennie de crise politico-militaire en Côte d'Ivoire, il a été signalé des infiltrations au sein de la FCHS occasionnant des installations de nouvelles personnes dans l'espace rural (Kouakou *et al.*, 2015 ; Assalé *et al.*, 2016 ; Barima *et al.*, 2016).

Par ailleurs, les études menées par Zanh *et al.* (2018) dans l'espace rural de cette forêt ont également montré que l'épuisement des réserves forestières a favorisé la recrudescence de certaines maladies telles que le *Cocoa swollen shoot virus* et la pourriture brune du cacao (Konaté *et al.*, 2017 ; Siapo *et al.*, 2018). Ces différentes contraintes ont également été soulignées par certains auteurs dans toute la zone de production cacaoyère (Koné, 1998 ; Koffié, 2006 ; Assiri, 2010). Par ailleurs, des contraintes liées aux attaques des végétaux vasculaires parasites de la famille des Loranthaceae ont été signalées par Amon *et al.* (2017).

Introduction

Face à ces contraintes, les travaux de Ruf & Allangba (2001) ont montré des tentatives de replantation des anciens vergers de cacaoyers. Malheureusement, la replantation de ces vieux vergers, qui exige de nouveaux investissements physiques et financiers, est confrontée à des contraintes d'ordre socio-économique. Sur le plan social, la diminution de la force de travail due au vieillissement des producteurs, limite le remplacement des anciens vergers (Ruf & Allangba, 2001). Sur le plan économique, la baisse des revenus agricoles due au vieillissement des vergers (Petithuguenin, 1996) est un frein au développement agricole. Suite à ces difficultés de replantation, les producteurs font la reconversion ou la diversification de leurs anciens vergers en d'autres cultures pérennes telles que l'hévéa, le palmier à huile et l'anacarde (Assiri *et al.*, 2015 ; Dufumier, 2016 ; Ruf, 2018 ; Zanh *et al.*, 2019) ou en cultures maraîchères (Chaléard & Pélissier, 1996).

Dans ce contexte d'épuisement des terres, de conditions climatiques défavorables ainsi que de vieillissement des vergers et de prolifération des maladies, de nombreuses questions se posent sur l'état actuel de la disponibilité des terres dans l'espace rural de la FCHS. Autrement dit les terres arables sont-elles épuisées dans la zone rurale de la FCHS ? Si oui, quels sont les principaux facteurs de la raréfaction des terres à la périphérie de la FCHS ? Quelles sont les pratiques agricoles innovantes mises en place par les paysans pour faire face à l'épuisement des terres arables ? En somme, quels sont les systèmes de production adoptés par les paysans face à la raréfaction des terres ?

Autant de questions auxquelles cette étude tentera d'apporter des réponses. Pour y arriver, l'objectif général de la présente étude vise à contribuer à la conservation de la forêt classée du Haut-Sassandra, par une meilleure connaissance des pratiques agricoles dans un contexte de saturation foncière à sa périphérie.

Cet objectif général se décline en trois (03) objectifs spécifiques qui visent à :

- déterminer l'état de la disponibilité des terres arables à la périphérie de la FCHS ;
- déterminer les facteurs de la saturation foncière de la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra ;
- identifier les pratiques agricoles innovantes adoptées par les populations à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra pour faire face à la saturation foncière.

Pour atteindre ces différents objectifs, cette étude stipule que la périphérie de la FCHS est soumise à une saturation foncière due au développement des cultures pérennes. Pour faire face à cette saturation foncière, les populations ont développé des pratiques agricoles innovantes.

Introduction

Outre l'introduction et la conclusion, suivies de recommandations et de perspectives, le présent document qui rend compte du travail réalisé est structuré en trois parties.

La première partie est une revue bibliographique. Elle traite des généralités sur les travaux antérieurs effectués sur le sujet et présente la zone d'étude. La deuxième partie, concerne le matériel et les méthodes, qui décrit le matériel utilisé et les méthodes adoptées pour la réalisation de cette étude. La troisième partie présente les résultats obtenus et leur discussion. Les références mettent fin à cette étude.

PARTIE I : GENERALITES

Chapitre 1 : Notions arborées dans cette étude et travaux antérieurs

1.1. Terre arable, foncier et pression foncière

Par définition, une terre arable est une terre qui peut être labourée et cultivée. Elle comprend les terrains en jachère et les cultures, c'est-à-dire une terre propice au bon développement cultures (Carrière, 1999). Selon Carrière (1999), lorsque la demande en terres cultivables augmente, les terres disponibles se raréfient ou disparaissent.

Le foncier est l'ensemble des règles gouvernant l'accès, l'exploitation et le contrôle de la terre et des ressources naturelles. Pour Le Roy (1991), le terme foncier désigne les rapports sociaux d'appropriation de la terre. Il est constitué à la fois de terres, de ressources naturelles (pâturages, eaux, arbres) et de l'ensemble des relations entre les individus et les groupes d'individus pour l'appropriation et l'utilisation de ces ressources (Mathieu, 1995). Cependant, le foncier est sujet à des pressions qui sont conditionnées par la distribution de la population, leur densité et leur évolution (Chaléard & Mesclier, 2010). L'accès aux ressources a toujours été un élément central de l'organisation de la vie des communautés rurales à travers le monde. Aujourd'hui, face aux pressions démographiques et foncières, l'accès à la terre est devenu de plus en plus difficile.

Selon Lawali (2011), la pression sur les ressources foncières est une menace pour la pratique de l'agriculture. Elle se traduit par une surexploitation des terres due à la forte demande des produits issus des exploitations agricoles sur les marchés locaux et internationaux tels que la fève de cacao, le café, la noix d'acajou, l'hévéa etc., et à la croissance démographique galopante (Tano, 2012). Toutes ces pressions sur les terres ont pour conséquences l'épuisement des réserves forestières, l'accroissement de l'insécurité foncière et l'exacerbation des conflits ruraux. Pour Brou *et al.* (2005), la pression foncière occasionne le déplacement des populations des zones touchées par la dégradation des sols et la baisse des précipitations vers les zones plus favorables à l'agriculture. Ces pressions ont entraîné également l'épuisement du principal support de production qui est la terre (Tano, 2012), occasionnant ainsi la monétarisation de celle-ci (Ibo & Léonard, 1994). Par exemple, en Côte d'Ivoire, les travaux de Kouadio & Desdoigts (2012) ont montré que la raréfaction des terres, qui prévaut dans les milieux ruraux de la zone post forestière, a abouti aux conflits intercommunautaires.

1.2. Notion de saturation foncière

La saturation foncière se définit comme étant l'épuisement des réserves en terres cultivables disponibles qui sont allouées par les chefs de ménage (Koffi, 2019). La saturation foncière n'a de sens que lorsqu'elle fait référence à un système particulier de production, ou à une utilisation de la terre et aux techniques de cultures courantes (Pélissier, 1995). Dans le cadre de cette étude, la définition retenue est celle de Brou (2009), qui considère la saturation foncière comme étant une utilisation totale de l'ensemble des terres cultivables dans un espace donné (terroir, région, etc.). Cette étude a également tenu compte des trois dimensions de la saturation foncière définies par Lawali (2011). Selon cet auteur, la saturation foncière renvoie à trois dimensions à savoir la rareté de terres, la baisse de la fertilité des terres et la transaction foncière. Les études menées par Affou & Tano (1988), dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, ont permis de distinguer trois grands cas de saturation foncière. Le premier cas est marqué par l'épuisement des terres pour étendre l'activité agricole ou en demarrer du fait d'une forte pression démographique sur les terres. Dans ce cas, il est impossible de créer de nouveau champ en obligeant les paysans à migrer vers une nouvelle zone rurale mieux dotée des ressources foncières. Ce premier cas de saturation est qualifié de saturation démographique (Paré & Tallet, 1999). Le deuxième cas est caractérisé par l'existence de la terre mais appauvrie à la suite de pratiques agricoles continues non soutenues par des actions de restauration de la fertilité du sol. Dans ce cas, par manque de moyen pour participer à l'intensification agricole basé sur l'utilisation des intrants, les paysans sont obligés, soit de migrer, soit de s'adonner à une activité marginale et peu productive. Ce deuxième cas de saturation est appelé saturation agronomique (Mollard, 1993). Le dernier cas est marqué par la présence de la terre qui ne présente pas ou plus, aux yeux des paysans, les caractéristiques requises pour les cultures auxquelles ils sont habitués ou qu'ils considèrent souvent le plus rentable.

Les causes de la saturation foncière sont multiples. Selon Lawali (2011), la saturation foncière est principalement causée par les pressions démographiques et le développement des cultures de rente auxquels s'ajoutent les conditions climatiques sévères. Par exemple, dans la zone post forestière de la Côte d'Ivoire, de nombreuses études ont montré que le développement des cultures pérennes (principalement la cacaoculture) a entraîné l'épuisement de la rente forêt (Ruf, 1991 ; 1995 ; Balac, 2001 ; Brou, 2009 ; Desdoigts & Kouadio, 2013 ; N'guessan *et al.*, 2018).

Cette saturation foncière a engendré de multiples conséquences dont l'insécurité foncière qui se manifeste par des conflits intercommunautaires. La saturation foncière entraîne aussi la

baisse de la production agricole, voire des rendements, la diminution du coût des produits agricoles accompagnées des difficultés de replantation des vergers (Clough *et al.*, 2009).

Dans le Sud forestier de la Côte d'Ivoire, la saturation foncière a eu pour conséquences l'accès difficile à la terre, la répartition inégale des cultures, l'augmentation des surfaces agricoles, le changement du mode d'accès à la terre (Chaléard, 1988), la baisse de la fertilité du sol, la diminution des surfaces agricoles utiles, la prolifération des maladies de plantes, etc. (Brou, 2009). Toutes ces conséquences ont poussé, certains agriculteurs à intensifier leur système de production ou à migrer vers les zones où il y avait encore de la forêt (Lawali, 2011 ; Dally, 2016 ; Ruf, 2018 ; Koffi, 2019) et, d'autres paysans à mettre en place des stratégies pour faire face à la saturation foncière (Lawali, 2011 ; Ruf, 2018 ; Zanh *et al.*, 2019). Ces stratégies sont basées sur la reconversion ou la diversification des cultures et des activités génératrices de revenus (Tano, 2012). D'autres groupes d'agriculteurs, au voisinage des sites naturels notamment les forêts classées, les infiltrent à la recherche de terres cultivables.

1.3. Notion de forêt classée

Les forêts classées font partie du domaine privé de l'Etat. Ce sont des espaces forestiers définis et délimités comme tels, conformément à un texte législatif au réglementaire de façon à donner la protection légale nécessaire. Les forêts classées sont constituées par décrets pris à l'initiative du Ministère des Eaux et Forêt, après accomplissement d'une procédure spéciale (Tia, 2017). Le classement consiste en un règlement, dans un périmètre déterminé que l'on désire conserver à l'état boisé, de l'exercice des droits d'usage qui sont habituellement les causes des dégradations des forêts. Son but est donc d'aboutir à l'institution de forêts permanents (N'guessan, 1989). En Côte d'Ivoire, elles sont au nombre de 231 et sont réparties sur l'ensemble du territoire national. Ces forêts classées couvrent une superficie globale initiale de 4191200 ha et sont gérées par la Société de Développement des Forêts en Côte d'Ivoire (SODEFOR). Les forêts classées qui ont pour vocation premier la production de bois d'œuvre, sont aujourd'hui détruites et transformées soit en de vastes exploitations agricoles (plantations vivrières, commerciales ou agroforestières) ou soit en des jachères (Sangne *et al.*, 2015). De nombreuses forêts classées ont connu une réduction drastique de leur couvert forestier. Ce fut notamment le cas de la forêt classée du Haut-Sassandra qui était l'une des forêts les mieux conservées de la Côte d'Ivoire (Oszwald, 2005). En effet, de nombreuses études au sein de la forêt classée du Haut-Sassandra ont montré une forte dégradation de son couvert forestier au profit des activités agricoles (Sangne *et al.*, 2015 ; Assalé *et al.*, 2016 et Kouakou *et al.*, 2017), comme indiqué à la figure 1.

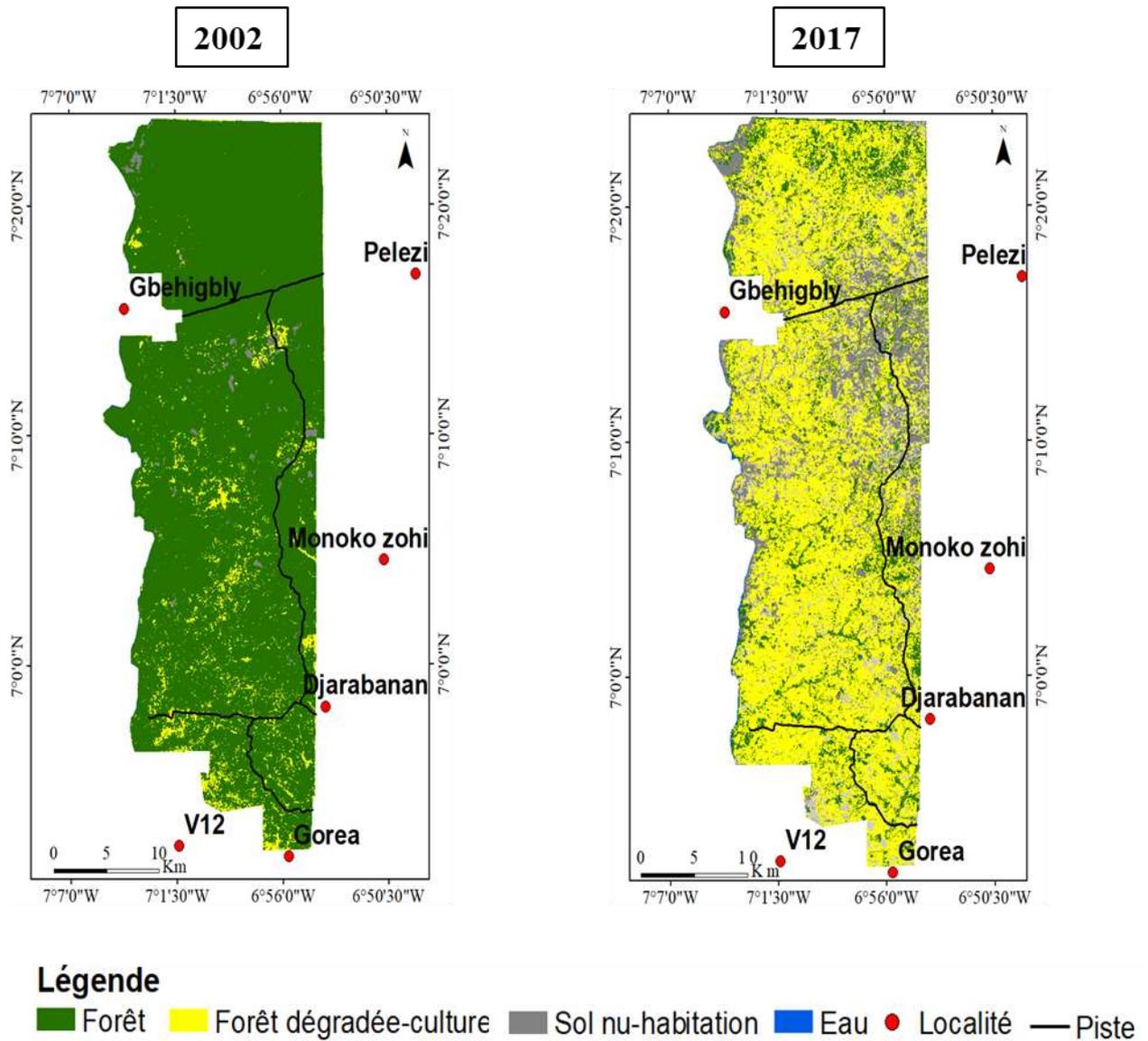


Figure 1 : Carte d'occupation du sol montrant la dégradation de la forêt classée Haut-Sassandra de 2002 et 2017 (Kouakou *et al.*, 2017)

Chapitre 2 : Pratiques agricoles paysannes

2.1. Pratiques agricoles, systèmes de culture et de production

Les pratiques agricoles font référence aux différentes techniques agricoles qui partent de la mise en place des plants à l'entretien d'une parcelle (Blanchard, 2010). Pour décrire les pratiques agricoles, l'agronome utilise l'expression "système de culture" (Sébillotte, 1992), qui fait référence au mode d'utilisation des terres (Brou, 2005). En effet, le système de culture désigne la manière de cultiver et d'utiliser les ressources naturelles par une combinaison de techniques pour en tirer une production végétale (Papy, 2008 ; Koffi, 2019). Le système de cultures est une combinaison de plusieurs cultures sur une même parcelle agricole (Koffi, 2019).

Un système de production désigne la combinaison de cultures et/ou d'élevage et de moyens de production mis en œuvre au niveau de l'exploitation agricole (Ndabalishye, 1995 ; Dufumier, 1996). Dans un système de production, la majeure partie de la production est assurée par l'agriculture de type familiale avec 0,5 à 15 hectares (FAO, 2016). Par exemple en Côte d'Ivoire, la grande partie de la production agricole est assurée par les exploitations agricoles familiales, de petites tailles et non mécanisées (Dugué, 2002). Dans la zone forestière ivoirienne, les exploitations, surtout cacaoyères et caféières, sont de type familial, avec des superficies variant de 1 et 2 ha (Ruf, 1991 ; Eponon *et al.*, 2017 ; Konaté *et al.*, 2017).

2.2. Agrosystèmes et systèmes agroforestiers

2.2.1. Caractéristiques des agrosystèmes

Un agrosystème est un écosystème modifié par l'homme afin de subvenir à ses besoins, notamment alimentaire (Chauvel, 2012). Dans un agrosystème, l'homme favorise une seule espèce au dépens des autres. L'agrosystème est aussi en permanence contrôlé par l'homme et le temps de renouvellement est court (Tassin, 2012 ; Camizuly *et al.*, 2016 ; Dupin, 2017).

L'agrosystème est caractérisé, entre autres, par :

- une forte production primaire ;
- une biodiversité faible maintenue volontairement par l'agriculteur ;
- un apport énergétique important en complément du flux solaire (réduction des facteurs limitants : azote, eau, phosphate, etc.) ;
- une aide aux facteurs impliquant une augmentation de la biomasse (ajout de bactéries fixatrices d'azote) etc. (Chauvel, 2012).

L'exploitation des récoltes d'un agrosystème constitue un flux de matière sortant qui doit être compensé par un apport d'engrais. Aussi, l'apport de ces intrants dans la culture favorise l'augmentation de la production primaire et l'amélioration des rendements. La mise en place d'un agrosystème se base sur deux principes. Selon le premier principe, la matière produite par un agrosystème est à majorité exportée (Conway, 1987). La matière organique correspondante ne pourra donc pas être recyclée par les décomposeurs. Ainsi, il y a une perte nette d'ions minéraux à chaque récolte. Le second principe stipule qu'un agrosystème est mis en place dans le but de rechercher le maximum de rendement (Chauvel, 2012). En effet, dans un agrosystème, l'homme élimine les mauvaises herbes afin, de favoriser l'accès à la lumière, à l'eau et aux minéraux du sol à la plante cultivée.

Ces agrosystèmes sont parfois associés à des espèces ligneuses. Dans ce cas, l'agrosystème devient un système agroforestier (SAF) selon Dounias & Hlandik (1996). Ces arbres font partie intégrante de la gestion d'un agrosystème aussi bien dans l'espace que dans le temps (Carrière, 1999). Toutefois, lors de l'élimination des arbres, le paysan évalue le compromis entre les bénéfices apportés par ces arbres et l'impact qu'ils auront sur les cultures, comme l'a souligné Carrière (1999). Selon cet auteur, le paysan doit penser au nombre, à l'emplacement et aux espèces d'arbres à préserver, pour prétendre à une production agricole diversifiée et maximale.

2.2.2. Agroforesterie

2.2.2.1. Définition de l'Agroforesterie

L'Agroforesterie a été définie de diverses manières. Dupraz & Capillon (2005) la définissent comme un système de gestion des ressources naturelles dynamiques et écologiques qui par l'intégration des arbres dans les champs et les paysages agricoles, diversifie et soutient la production pour accroître les avantages sociaux, économiques et environnementaux pour les utilisateurs des terres à tous les niveaux. L'Agroforesterie est un terme générique servant à désigner les systèmes d'utilisation des terres et les pratiques dans lesquelles les plantes ligneuses vivaces sont délibérément intégrées aux cultures agricoles et/ou à l'élevage, pour une variété de bénéfices et de services (Boffa, 1999 ; Muziri, 2015). L'intégration peut être, soit une association spatiale (par exemple, les cultures agricoles avec les arbres), soit une séquence temporelle (par exemple, les jachères améliorées, les rotations). Pour Alexandre (1983), l'Agroforesterie est une discipline scientifique qui vise à étudier, créer et renseigner des systèmes agricoles, à rendement optimisé par l'intégration d'espèces forestières à l'agroécosystème comprenant l'homme et ses traditions.

La définition que nous retiendrons dans cette étude est celle de Lundgren & Raintree (1982) pour qui l'Agroforesterie est un système d'utilisation des terres dans lequel des espèces pérennes ligneuses (arbres, buissons, palmiers et bambous) sont délibérément utilisées sur la même unité de gestion du territoire que des cultures agricoles (ligneuses ou non), des animaux ou les deux, sous une forme d'arrangement spatial ou de séquence temporelle.

2.2.2.2. Classification des systèmes agroforestiers

Un SAF est une spécificité locale d'une pratique caractérisée par le milieu, les espèces d'arbres, leur distribution, leur gestion et leur fonction socio-économique (Nair, 1993 ; Adji, 2017). Il n'y a pas de critère unique pour définir une culture agroforestière ; celle-ci peut varier selon le type de sol, le climat, la topographie, les types de cultures et les besoins des propriétaires des terres (Jagoret, 2011). Cependant, en se basant sur les critères définis par plusieurs spécialistes en Agroforesterie, Somarriba (1992) réussit à faire ressortir trois idées fondamentales dans la définition des SAF. Ainsi, dans le SAF, au moins l'une des composantes doit être une espèce ligneuse et pérenne. Ensuite, au moins deux espèces végétales devraient avoir des interactions biologiques significatives. Enfin, au moins l'une des espèces doit être utilisée pour produire du fourrage ou obtenir des produits agricoles provenant d'espèces pérennes ou annuelles.

Le type d'association entre ces composantes permet de distinguer trois principaux SAF (Nair, 1993). Il s'agit de l'agrosylviculture (combinaison d'arbres et de cultures), du sylvopastoralisme (association d'arbres et d'élevage), et de l'agrosylvopastoralisme (combinaison d'arbres, de cultures et d'élevage), comme indiqué à la figure 2. Les autres systèmes regroupent l'apisylviculture qui concerne l'association d'arbres et d'élevages d'abeilles et l'aquaforesterie qui désigne l'élevage d'espèces aquatiques sous couvert forestier (CIRAD, 2010).

En Côte d'Ivoire, sur la base des pratiques agricoles décrites et des différents critères définis par les études antérieures (Adou Yao *et al.*, 2015 ; Cissé *et al.*, 2016 ; Sanial, 2018), trois principaux types de SAF ont été identifiés par Vroh *et al.* (2019). Le premier SAF est caractérisé par les pratiques paysannes traditionnelles où les paysans utilisent des techniques empiriques d'entretien des vergers (Adou Yao & N'guessan, 2006). Dans ce système, les précédents culturels sont de vieilles plantations ou des forêts. Il s'agit des SAF complexes. En effet, l'ombrage que fournissent les espèces forestières dans ce type de SAF est permanent (Kpangui, 2015). Le deuxième SAF est décrit par les pratiques culturelles où les paysans éliminent les espèces d'ombrages (Vroh *et al.*, 2019). Ce système est moins riche en terme

d'espèces et correspond à un SAF simple. En effet, les paysans ne gardent que les espèces d'ombrage à valeurs commerciales dans ce système (Rice & Greenberg, 2000). Enfin, le troisième SAF est caractérisé par les plantations où l'ombrage est absent. Dans ce système, seuls les bananiers et d'autres cultures vivrières (igname, riz) ou encore industrielles (palmier à huile, anacarde et hévéa), servent d'ombrage lors de la mise en place des cultures (Koulibaly, 2008). Les bananiers sont éliminés de façon progressive avec l'âge de la plantation. Ce troisième système est caractérisé de SAF plein soleil (Assiri *et al.*, 2009).

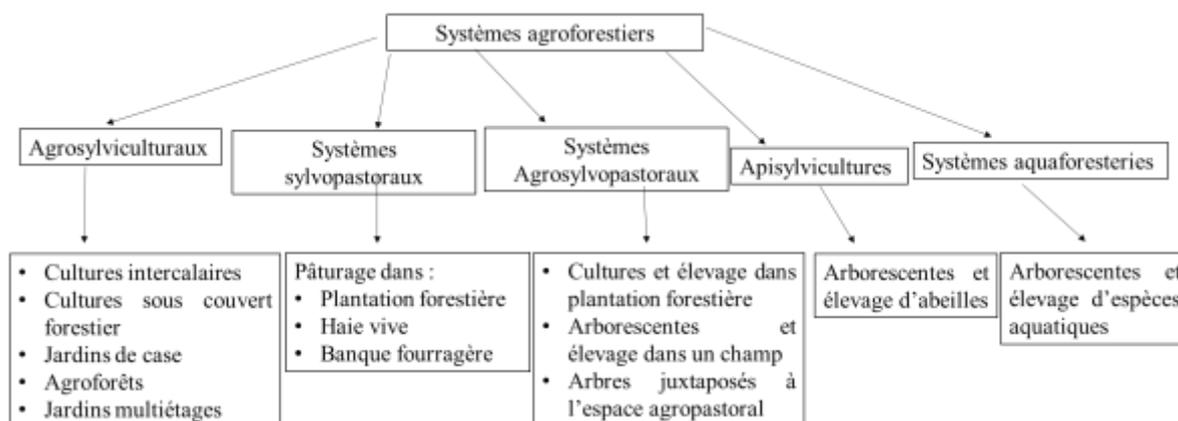


Figure 2 : Classification des systèmes agroforestiers

(Source : <https://agroforesterie1.wordpress.com/2017/11/30>, modifié)

2.2.3. Impacts environnementaux des systèmes agroforestiers

Les SAF offrent une gamme de services tels que la conservation de la biodiversité, le maintien de la fertilité des sols et la séquestration du carbone (Rice & Greenberg, 2000 ; Schroth & Harvey, 2007 ; Udawatta *et al.*, 2008 ; Gockowski & Sonwa, 2011 ; Rivist *et al.*, 2013 ; Luedeling *et al.*, 2014 ; Zomer *et al.*, 2016 ; Sagastuy & Kause, 2019). Les SAF jouent également un rôle important dans le recyclage des nutriments (Phombeya, 1999). Le microclimat (ombrage et humidité) que procurent les systèmes agroforestiers constitue un moyen de protection des cultures en cas de sécheresse (Nguyen *et al.*, 2013 ; Vaast & Somarriba, 2014). Les SAF limitent le développement des adventices et des parasites biologiques (Clough *et al.*, 2009 ; Deheuvels *et al.*, 2014). Il a été également démontré que les SAF servent d'habitat pour plusieurs espèces animales et végétales (Schroth *et al.*, 2004 ; Peweli, 2006 ; Dawson *et al.*, 2013 ; Biaou *et al.*, 2016). En plus de ces avantages, le maintien des arbres dans les plantations contribue à donner à ces formations une structure multistratifiée et multispécifique plus ou moins semblable à celle des forêts (Sonwa, 2002). Aussi, la présence de l'arbre, au sein d'une plantation, crée les conditions (biotiques et abiotiques) favorables à l'installation de certaines espèces ligneuses (Nizinsky & Grouzis, 1991) et facilite la

régénération du couvert forestier (Carrière, 1999). En somme, les SAF sont promus en tant que des systèmes d'utilisation des terres pouvant soutenir la conservation de la nature (Zomer *et al.*, 2016 ; Sagastuy & Kause, 2019).

2.2.4. Impacts socioéconomiques des systèmes agroforestiers

Sur le plan socio-économique, l'association d'arbres forestiers aux cultures constitue un moyen de sécurisation des revenus des planteurs, car ils peuvent être une source de revenus complémentaires vitale en cas de chute des prix ou de mauvaises récoltes (Schroth *et al.*, 2011). Les SAF produisent des aliments, du bois et d'autres produits aux paysans (Herzog, 1994 ; Porro *et al.*, 2012 ; Sonwa *et al.*, 2014 ; Tschardtke *et al.*, 2015 ; Sagastuy & Kause, 2019). Ils représentent également une opportunité d'amélioration du niveau de vie des populations rurales et une protection face à la fluctuation des cours des cultures d'exportation. Les SAF contribuent à réduire l'insécurité alimentaire et la pauvreté (Biaou *et al.*, 2016).

2.3. Mutation des pratiques agricoles

La mutation des pratiques agricoles est l'ensemble des changements opérés au niveau des différentes techniques de mise en culture. Elle est appréhendée à travers l'évolution des systèmes de culture, de production et d'exploitation (Colin, 2018). La mutation agricole est la conjonction de plusieurs facteurs tels que l'épuisement des réserves forestières, le vieillissement des vergers, le blocage du renouvellement de l'économie caféière et cacaoyère dans le contexte agro-pédologique régional et l'apparition d'opportunités de diversification des cultures liée à l'intervention de sociétés de développement (Colin, 2018). Pour Diomandé *et al.* (2013), ces différents changements des pratiques culturelles sont dus à la variation des conditions agro-météorologiques.

Koffi *et al.* (2018), Nguessan *et al.* (2018), Ruf (2018) et Zanh *et al.* (2019) ont indiqué que pour faire face à la saturation foncière et aux aléas climatiques, les paysans ont développé des pratiques agricoles visant à croître la production agricole. Ces pratiques agricoles consistent à la replantation agricole, à la restauration des vieilles parcelles agricoles, à la diversification des systèmes de cultures, à la réhabilitation des parcelles ou à la reconversion agricole.

2.3.1. Replantation agricole

La replantation agricole désigne une seconde plantation sur un précédent cultural non forêt, ou consiste à remplacer une ancienne plantation par une nouvelle culture (Jarrige & Ruf, 1990 ; Ruf & Allangba, 2001 ; Assiri, 2010). Il existe deux types de replantation, à savoir la replantation élargie et la replantation stricte. La replantation au sens large consiste à installer

des cultures pérennes, par exemple des cacaoyères, sur la défriche d'une jachère ou d'une autre culture pérenne, tel que le caféier (Konaté *et al.*, 2017). Par contre, la replantation au sens stricte consiste à remplacer une ancienne plantation par une nouvelle (Assiri, 2010).

Les études de Assiri (2010), Tano (2012) et Colin (2018) ont également montré que la plupart des vergers sont sénescents, avec de faibles rendements. Dans ce cas, on parle de rénovations ou de renouvellement des cacaoyères ou caféières, quelque soit le type de replantation.

2.3.2. Reconversion et diversification des cultures

La reconversion désigne une replantation qui consiste à remplacer partiellement ou totalement la culture existante par une autre mieux adaptée aux conditions du milieu. Autrement dit, la reconversion signifie l'abandon, suivi du remplacement d'une culture par d'autres. Elle se fait généralement lorsque les techniques de replantation ou de réhabilitation ont échoué. Petithuguenin *et al.* (2004) ont montré que la reconversion des cultures peut consister, d'une part, à installer une culture en intercalaire et d'autre part, à transformer totalement une plantation de cultures pérennes en cultures vivrières ou encore en d'autres cultures pérennes.

Quant à la diversification, elle peut être définie comme étant l'introduction ou le développement de nouvelles spéculations additionnelles aux spéculations existantes dans une exploitation agricole (Jagoret *et al.*, 2009). Elle apparaît comme une réponse des exploitants à l'instabilité des marchés internationaux (Malézieux *et al.*, 2005).

2.3.3. Pratiques agricoles en zone forestière

Selon Léonard & Oswald (1996), la zone forestière ivoirienne était caractérisée par une agriculture pionnière, spécialisée dans la production cacaoyère dont les performances reposent sur les gains de productivité qu'autorise l'exploitation du milieu forestier. Aussi, la mise en place de ces cultures se faisait en grande partie sur le système de défriche/brulis de forêt secondaire ou de jachère de plus ou moins longue durée de 4 à 20 ans (Brou & Chaléard, 2007 ; Kangah *et al.*, 2016). Cette technique culturale a eu pour conséquence la disparition de la forêt mais également la baisse de la pluviométrie. Face à ces contraintes, les difficultés de replantation des anciens vergers s'imposent et amènent les paysans à s'orienter vers de nouvelles zones (Ruf & Allangba, 2001 ; Assiri, 2010). C'est dans cette optique que Ruf & Allangba (2001) ont montré que des milliers de plantations caféières vieillissantes et abandonnées ont été reconverties en cacaoyères entre 1970 et 1980. Au cours de cette même période, les anciens vergers de cacaoyers de la variété "Français" ont été convertis en

cacaoyers appartenant à la variété “Ghana” (Ruf & Allangba, 2001). Aussi, du fait de la sécheresse et de la récrudescence du *Cocoa swollen shoot virus*, la plupart des anciens vergers de cacaoyers ont été reconvertis en d’autres cultures pérennes. Ainsi, Naï Naï *et al.* (2000) et de Ruf & Schroth (2013), ont montré la reconversion des cacaoyers et caféiers en palmiers à huile dans la région d’Aboisso dans les années 1980. Cette reconversion a été influencée d’une part, par la chute du prix et des revenus tirés du cacao et café et, d’autre part, par le besoin de sécurisation foncière dans un contexte d’épuisement des terres et de conflits fonciers. A la fin des années 1990, l’on a assisté à l’utilisation accrue des pesticides sur les cacaoyers (Ruf, 1999). Malheureusement, le coût élevé des intrants chimiques associé à la baisse du prix de cacao ont été observés dans cette zone forestière. Cette situation a amené les paysans à s’orienter vers l’anacardier ou hévéa (Ruf, 2018). En effet, l’anacardier étant une culture des zones savanicoles, est considéré par les paysans comme étant une culture qui résiste mieux à la sécheresse et ne nécessite pas d’intrants par rapport aux cacaoyers (Dugué, 2002 ; Ruf, 2018). Ainsi, Ruf (2018), Ruf *et al.* (2019) et Zanh *et al.* (2019) ont souligné la reconversion des cacaoyers et caféiers en hévéa ou en anacarde. Pour ces auteurs, l’introduction de l’hévéa ou de l’anacarde dans la zone forestière de la Côte d’Ivoire serait une réponse aux conditions agroécologiques défavorables et à l’épuisement des réserves forestières. Selon ces auteurs, l’association entre les anacardiers et les cacaoyers est une pratique agroforestière innovante permettant de redynamiser l’économie cacaoyère.

Chapitre 3 : Télédétection, occupation et utilisation du sol et indices de structure spatiale

3.1. Télédétection

3.1.1. Définition et caractéristiques

Le mot télédétection désigne une technique d’investigation permettant de connaître un objet à distance. Pour Bonn & Rochon (1993), 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. La télédétection est une science qui permet de photographier la terre à distance. Dans ce cas, elle mesure et permet d’étudier la réponse spectrale de l’état de surface du sol en fonction de la longueur d’onde électromagnétique utilisée. Le principe de base de la télédétection est similaire à celui de la vision de l’homme. La télédétection est le fruit de l’interaction entre trois éléments fondamentaux qui sont :

- une cible qui n'est qu'une portion de la surface terrestre observée par le satellite ;
- une source d'énergie qui est l'élément éclairant la cible en émettant une onde électromagnétique ;
- un vecteur ou plate-forme de la télédétection qui mesure l'énergie solaire (rayonnement électromagnétique) réfléchi par la cible.

La télédétection englobe tout le processus qui consiste d'abord à capter et enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, ensuite à traiter et analyser l'information, enfin à mettre en application cette information. La télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles (CCT, 2003). De manière plus détaillée, la télédétection est schématisée comme un ensemble de sept éléments clés (Figure 3).

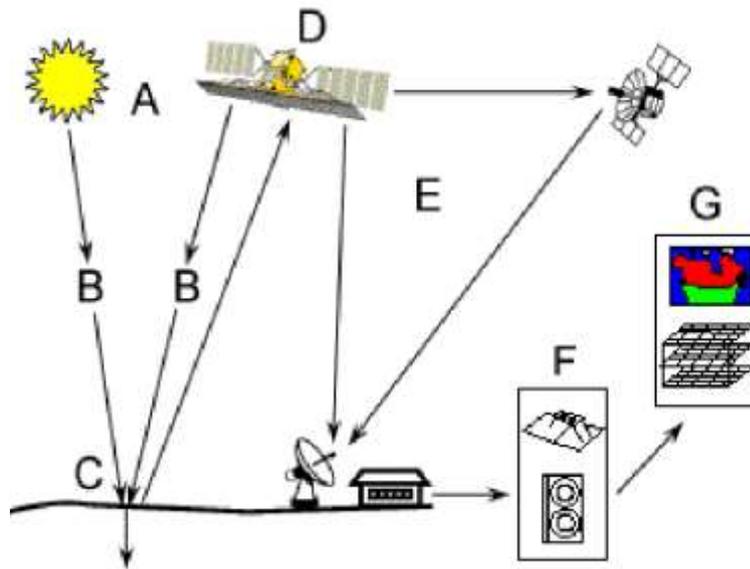


Figure 3 : Principaux éléments de la télédétection (CCT, 2003)

(A) source d'énergie ; (B) atmosphère ; (C) cible ; (D) capteur ; (E) transmission, réception et traitement ; (F) interprétation et analyse ; (G) Application.

3.1.2. Domaines d'application de la télédétection

La télédétection est utilisée dans de nombreux domaines. Elle est utilisée dans les domaines de la géomorphologie, de l'urbanisme, du climat, de la végétation, de l'agriculture, etc. (Ouattara, 2012). Selon Kergomard (2004), la télédétection intervient principalement dans trois domaines dont le premier est le domaine atmosphérique, plus précisément la météorologie et la climatologie. Ce domaine d'étude est basé sur l'étude de la nébulosité, la mesure des températures, l'étude des vapeurs d'eau et des précipitations etc. Le deuxième domaine

concerne l'océanographie. Dans ce cas, l'imagerie satellitaire donne une vue générale de vastes régions qu'il est impossible d'obtenir par les moyens traditionnels (bateaux). Le troisième domaine se situe au niveau terrestre, les champs d'applications de la télédétection sont divers et ne cessent de s'élargir. Elle intervient au niveau de la cartographie, la géologie, la prospection minière, la surveillance des cultures et du couvert forestier, l'urbanisme. En effet, le suivi des changements d'occupation et d'utilisation du sol tient une place de plus en plus importante dans l'analyse de la dynamique du système terrestre.

3.2. Occupation et utilisation des sols

L'occupation et l'utilisation des terres sont deux concepts distincts mais fortement reliés entre eux (Fischer *et al.*, 2005). L'occupation du sol désigne la couverture (bio) physique de la surface des terres émergées (FAO, 1998). Elle est observée, c'est-à-dire scrutée par différentes sources d'observation situées à plus ou moins grande distance de la surface terrestre que sont l'œil humain, les photographies aériennes et les sondes satellites.

L'utilisation des terres, quant à elle, fait référence d'une part, à la séquence d'opérations effectuée dans le but d'obtenir des biens et des services de la terre, et d'autre part, à des fins pour lesquelles les humains exploitent la couverture terrestre (Lambin *et al.*, 2006 ; Thériault *et al.*, 2011 ; Bellón de la cruz, 2018). Elle implique le volet socio-économique selon l'exploitation que l'on fait de la couverture donnée (Brown & Duh, 2004). Elle peut être pour l'agriculture, les loisirs et l'habitat de la faune ; elle est plus complexe à déterminer.

3.3. Indices de structure spatiale

Les développements récents de l'écologie du paysage permettent de caractériser les paysages à partir d'une batterie d'indices quantifiés reposant sur l'analyse de la structure spatiale d'une zone quelconque (Hargis *et al.*, 1997). Les mesures de l'hétérogénéité, de la fragmentation et/ou de la connectivité des espaces sont généralement utilisées et ont toutes des incidences établies sur le fonctionnement des écosystèmes (Baudry *et al.*, 2003). Ces indices fournissent un moyen d'agréger à différentes échelles, l'information sur la structure de l'occupation du sol (Wickham *et al.*, 2000). Ainsi, afin d'étudier les rapports entre la configuration du paysage et les processus écologiques, il est nécessaire de décrire ces structures en termes quantifiables. Ces mesures sont souvent un indicateur de l'impact humain sur la morphologie du paysage (Krummel *et al.*, 1987).

Pour chacune des classes d'indices (fragmentation, connectivité et hétérogénéité), la littérature fournit une multitude d'indices spécifiques. La question de la formulation la plus pertinente des indices utilisés est donc largement contingente au type de fonctionnement écologique étudié

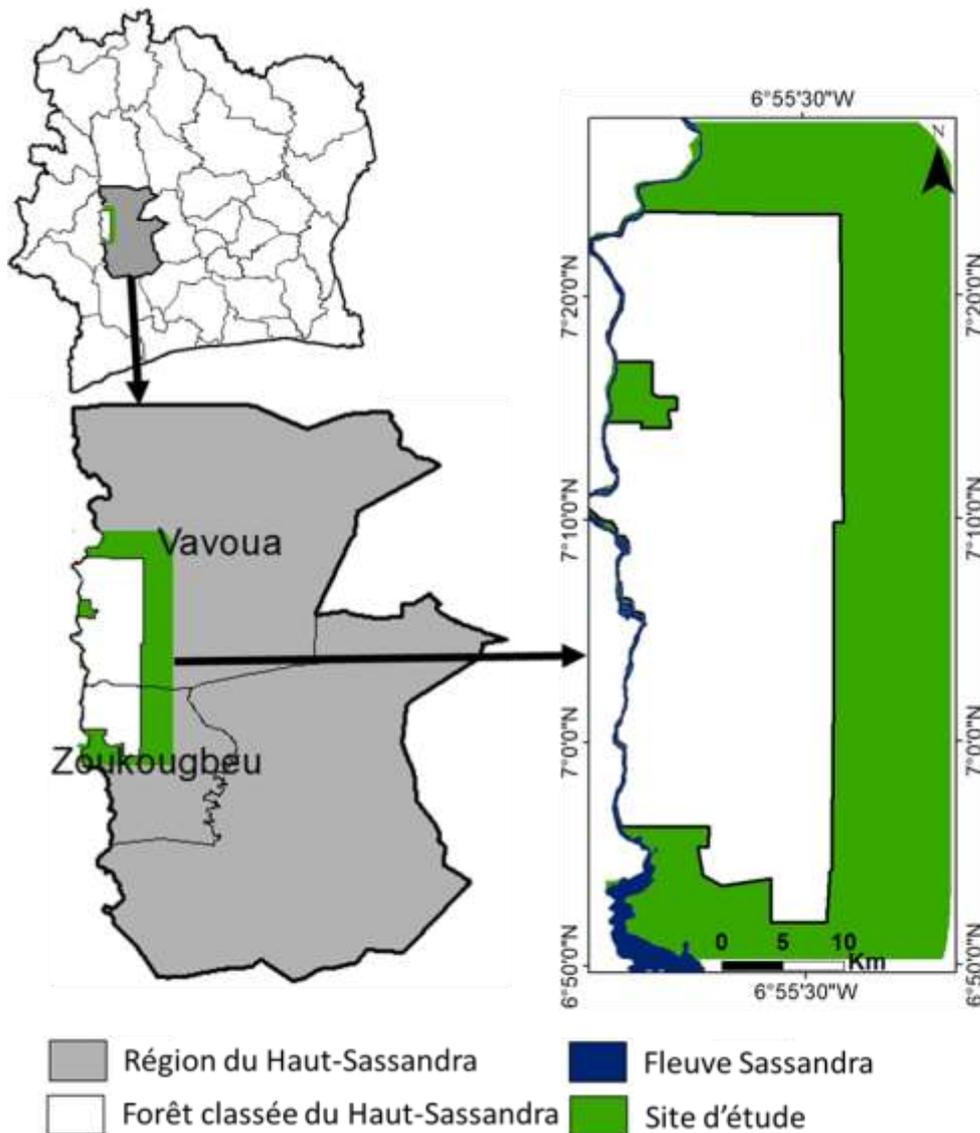
Généralités

et/ou au type d'informations spatiales recueillies (Dumas *et al.*, 2005). La structure du paysage peut donc être mesurée soit en utilisant les statistiques et s'exprimer en termes d'unités de paysage (taille, forme, abondance, dispersion des taches), soit être traduite par le rapport spatial entre les taches d'un paysage et la matrice de ce même paysage (Farina, 2000 ; Bogaert & Mahamane, 2005). Selon Bogaert & Mahamane (2005), d'autres subdivisions séparent les mesures de configuration (mesurant la géométrie des taches et leur répartition spatiale) des mesures de la composition du paysage (proportion, richesse, équitabilité, dominance). Les mesures de composition et de configuration sont des outils qui caractérisent les propriétés géométriques et spatiales d'une tache ou d'une mosaïque de taches (Fortin, 1999).

Chapitre 4 : Zone d'étude

4.1. Situation géographique

La présente étude a été réalisée au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra. Cette forêt est située à 60 kilomètres de la ville de Daloa et couvre une superficie de 102 400 ha (SODEFOR, 1994). Elle est comprise entre 6°51' et 7°24' de latitude Nord et entre 6°59' et 7°10' de longitude Ouest (Figure 4). Dans le cadre de cette étude, un rayon de 10 km autour de la FCHS a été considéré comme la zone périphérique. Les sous-préfectures environnantes de cette zone périphérique sont celles de Vavoua et de Zoukougbeu.



4.2. Facteurs abiotiques

4.2.1. Climat

La région du Haut-Sassandra, à laquelle appartient la zone périphérique de la FCHS, est marquée par un climat tropical humide à deux saisons dont une saison de pluie et une saison sèche (Kouakou, 2015). Le diagramme ombrothermique (Figure 5) réalisé à partir des moyennes pluviométriques et thermiques mensuelles de la ville de Daloa sur les 30 dernières années, de 1988 à 2018 (données issues de www.tutiempo.net) et suivant Bagnouls & Gausse (1957), présente deux saisons. Une saison sèche qui s'étend de novembre à février avec une pluviométrie moyenne de 21,97 mm et une température moyenne de 26,03°C. La saison pluvieuse s'étend de mars à octobre avec un pic de précipitation en septembre de 107,25 mm et une température maximale de 27,83°C en mars. Pendant cette saison pluvieuse, la température minimale est de 23,87°C en août et la pluviométrie minimale est 78,34 mm en mars.

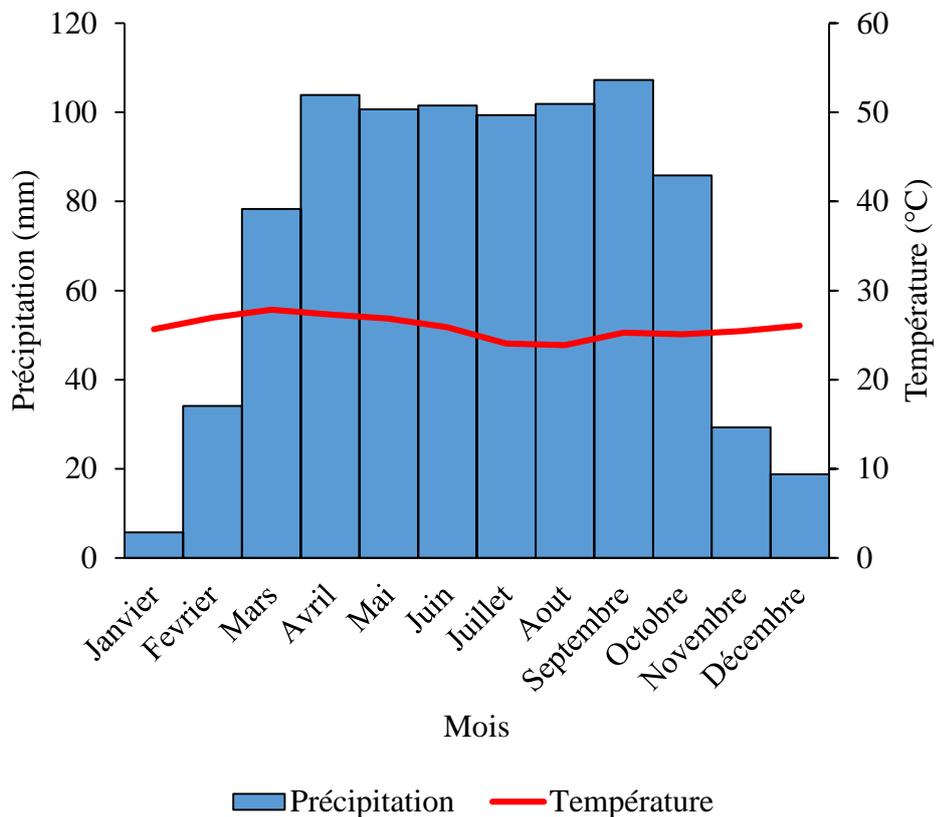


Figure 5 : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1988 à 2018 (Source des données climatiques www.tutiempo.net)

4.2.2. Relief et hydrographie

La zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra appartient à la région des glacis de l'Ouest ivoirien (Avenard, 1971). Ces glacis aplanis indifféremment et établis sur des schistes ou sur des granites s'abaissent de 300 vers 200 m d'altitude et s'étendent sur la majeure partie de la zone d'étude. La partie centrale de la FCHS est parsemée d'Est en l'Ouest, par de nombreux inselbergs dont le plus élevé atteint une altitude de 449 m (AOF, 1955). Le plus bas des inselbergs (188 m) se trouve dans le lit du fleuve Sassandra. Le relief est constitué en grande partie de plateau comportant de nombreuses vallées (Koffié-Bikpo & Kra, 2013).

Au plan hydrographique, la région est sous l'influence du fleuve Sassandra et de ses affluents qui sont la Lobo, le Davo, le Boa, le Bafing et le N'Zo (Kouamé, 1998) et du lac du barrage de Buyo.

4.2.3. Sol

Le sol de la périphérie de la FCHS est de type ferrallitique remanié (Perraud, 1971). Les parties Nord-Est et le Centre-Est de la forêt classée du Haut-Sassandra sont occupées par des granites fortement désaturés, appartenant au sous-groupe modal à faciès induré. Des schistes moyennement désaturés du sous-groupe induré occupent le Nord-Ouest tandis que toute la partie centrale est le domaine des granites moyennement désaturés du sous-groupe des sols faiblement rajeunis. Le Sud-Est s'étend sur des granites moyennement désaturés du sous-groupe modal-faciès, avec recouvrement, alors que le Sud-Est est occupé par des granites moyennement désaturés du sous-groupe modal (Kouamé, 1998).

Le substrat géologique de la région du Haut-Sassandra est granitique et a donné naissance à des sols de texture argilo-sableuse ou argileuse, riches en humus. Ces types de sols présentent de bonnes aptitudes agricoles et se prêtent à tous les types de cultures (Koffié-Bikpo & Kra, 2013).

4.3. Facteurs biotiques

4.3.1. Végétation et flore

La région du Haut-Sassandra qui abrite la zone périphérique de la FCHS appartient à la zone de forêt dense semi-décidue à *Celtis spp.* et *Triplochiton scleroxylon* K.Schum, du secteur mésophile au sein du domaine guinéen (Monnier, 1983). Ce secteur est une transition entre la forêt dense humide semi-décidue à *Aubrevillea kerstingii* (Harms) Pellegr. et *Khaya grandifolia* C.DC., avec des îlots de savane arbustive et arborée à *Panicum phragmitoides* Jacq. (Kouamé, 1998). Cette zone forestière est caractérisée physionomiquement par la chute quasi simultanée

Généralités

des feuilles des grands arbres (Kouakou, 2019). Sur le fleuve Sassandra, on rencontre des hydrophytes comme *Chloris robusta* Stapf, *Eichhornia crassipes* (Mart.), *Pistia stratiotes* var. *cuneata* Engl., *Polygonum salicifolium* Brouss. ex Willd. Sur les berges du fleuve Sassandra, les espèces caractéristiques sont *Ancistrocladus abbreviatus* Airy Shaw, *Parinari congensis* Didr., *Salacia stuhlmanniana* Loes., *Pterocarpus santalinoides* DC. (Kouakou, 2019). Aujourd'hui, la végétation en zone périphérique de la FCHS est dominée par les cultures d'exportation, notamment les cacaoyères (*Theobroma cacao* L.) et les caféières (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) et les jachères (Kouakou *et al.*, 2017 ; Zanh *et al.*, 2018), comme indiqué par la figure 6.

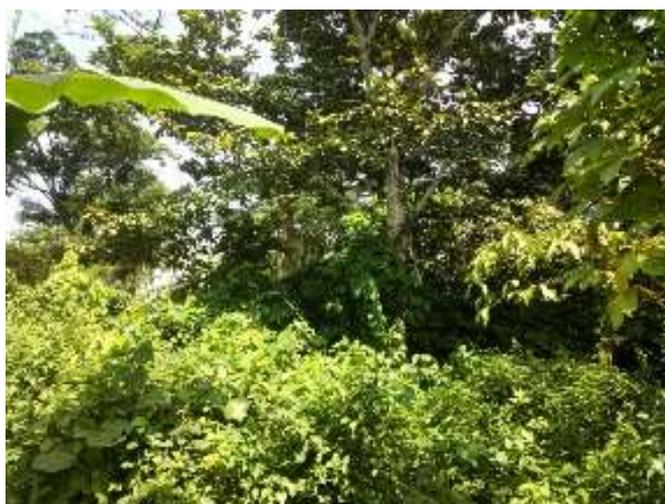


Figure 6 : Types de végétation les plus rencontrés à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

A : plantation cacaoyère à la périphérie de la FCHS ; B : Jachère à dominance *Choromolena odorata* rencontrée à la périphérie de la FCHS

4.3.2. Population et activités économiques

4.3.2.1. Origines des populations riveraines à la forêt classée du Haut-Sassandra

La région du Haut-Sassandra dispose d'une importante population qui est en majorité rurale (Koffié-Bikpo & Kra, 2013). Cette population est composée d'autochtones, d'allochtones et d'allogènes. A la périphérie de la FCHS, la population autochtone originaire de la zone d'étude est essentiellement composée de Bété, de Niaboua, de Niédéboua et de Gouro (Kouakou *et al.*, 2017). La population allochtone est originaire de la Côte d'Ivoire, principalement des régions du Centre et du Nord. Elle est composée essentiellement de Malinké, de Sénoufo, de Wê, de Dan, de Baoulé, etc. (Zanh *et al.*, 2016 ; Kouakou *et al.*, 2017). La population allogène est issue des pays limitrophes de la Côte d'Ivoire essentiellement, du Burkina Faso (Zanh *et al.*, 2016).

4.3.2.2. Activités économiques des populations

A l'instar des autres régions du pays, l'agriculture constitue la principale source de revenus des populations vivant à la périphérie de la FCHS. Les cultures pérennes pratiquées par la population, sont dominées par le binôme café-cacao auquel se sont ajoutées récemment les cultures de l'hévéa, du palmier à huile et de l'anacarde (Kouakou *et al.*, 2015 ; Zanh *et al.*, 2018). Les cultures vivrières essentiellement pratiquées par de petits agriculteurs et le système de production est de type familial. Les populations cultivent essentiellement, le riz, l'igname, le maïs, le manioc, la banane plantain et les cultures maraîchères (Kouakou, 2015). En plus de ces activités, la population riveraine de la FCHS s'adonne à la pêche et l'élevage. Cependant, ces deux derniers constituent des activités peu pratiquées dans la localité et sont exercés essentiellement par les éleveurs originaires des pays limitrophes du Nord de la Côte d'Ivoire (Kouakou *et al.*, 2019).

**PARTIE II : MATERIEL ET METHODES
D'ETUDE**

Chapitre 5 : Matériel

Deux types de matériel ont été utilisés pour conduire les travaux. Il s'agit d'un matériel biologique et d'un matériel technique.

5.1. Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué d'espèces végétales recensées sur le terrain et des spécimens de l'herbier de l'Université Jean Lorougnon Guédé. L'herbier de l'Université Jean Lorougnon Guédé a servi de guide d'identification des échantillons de plantes non déterminées sur le terrain.

5.2. Matériel technique

Le matériel technique comprend le matériel pour la réalisation de l'enquête, de l'inventaire floristique, de la cartographie et des logiciels pour le traitement des données collectées.

Le matériel pour la réalisation de l'enquête est composé essentiellement du questionnaire administré aux paysans vivant dans l'espace rural de la FCHS (Annexe 1).

L'inventaire floristique a nécessité l'utilisation d'un Global Positioning System (GPS) pour relever des coordonnées géographiques de chaque village visité et des placettes installées. Pour la délimitation des bases des placettes, l'utilisation d'un décamètre a été nécessaire. Des ficelles ont également été utilisées pour tracer les relevés de surface. Le prélèvement des échantillons de plantes non identifiées sur le terrain a nécessité l'utilisation d'un sécateur. Ainsi, une bande adhésive a servi à la numérotation des échantillons récoltés. Des papiers journaux ont servi à la constitution d'herbier. Pour les prises de vue des différents types d'utilisation du sol et des espèces végétales, un appareil photographique Nikon D7000 a été utilisé.

Les données spatiales sont composées de cinq images satellitaires de type Landsat dont une image Landsat TM (1997), une image Landsat ETM (2002), une image Landsat ETM+ (2006) et deux images Landsat OLI TIRS (2013 et 2018) de résolution 30 mètre (Tableau I). Ces images sont fournies gratuitement par « l'United States Geological Survey (USGS) » et téléchargées sur le portail Earth explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). A l'exception de l'image de 2018, les autres images ont été prises pendant la saison sèche. En effet, les images prises pendant cette saison présentent une grande différence spectrale entre les classes d'occupation du sol. Les images acquises pendant cette saison permettent également de

Matériel et Méthodes

différencier les espaces anthropisés (cultures, jachère, sol nu et habitation) des espaces de végétation naturelle ou forêt (Oszwald *et al.*, 2010 ; Kouakou *et al.*, 2017 ; Toyi, *et al.*, 2018).

Tableau I : Caractéristiques des images satellitaires

Capteurs	Date de capture	Identité de la scène	Résolution (m)
Landsat 5 TM	06/02/1997	LT51980551997037MPS00	30
Landsat 7 ETM	13/12/2002	LE71980552002347EDC00	30
Landsat 7 ETM+	08/12/2006	L71198055_05520061208	30
Landsat 8 Oli tirs	19/12/2013	LC81980552013353LGN00	30
Landsat 8 Oli tirs	07/04/2018	LC81980552018047LGN00	30

Le matériel de traitement des données est constitué du logiciel SPHINX version 5.0 qui a permis d'établir des fiches d'enquêtes et de dépouiller des données d'enquêtes. Aussi, les logiciels ENVI version 4.7 satellitaires et QGIS version 2.14 ont servi pour les traitements des images cartographiques et des analyses spatiales. Le tableur EXCEL version 2016 a permis d'organiser les données et d'établir des graphiques. Le logiciel MVSP a été utilisé pour le calcul des indices de diversité floristique. Les logiciels R version 3.5.3 et STATISTICA version 7.1 ont servi aux traitements statistiques des données floristiques et d'enquêtes.

Chapitre 6 : Méthodes

6.1. Collecte des données

La collecte des données a été effectuée en trois phases. La première phase a consisté à faire la cartographie de l'occupation du sol de l'espace rural de FCHS afin de déterminer l'état de la disponibilité des terres arables à la périphérie de la FCHS. La deuxième a consisté à réaliser des enquêtes socio-économiques auprès des paysans, suivies des observations directes afin de déterminer les principaux facteurs de la saturation foncière à la périphérie de la FCHS. La troisième phase a concerné les inventaires floristiques, suivis des enquêtes au sein des principaux agrosystèmes situés à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra dans l'optique d'identifier les pratiques agricoles adoptées par les paysans pour faire face à la saturation foncière.

6.1.1. Collecte des données cartographiques

La collecte des données cartographiques s'est faite à partir d'une visite de terrain. La visite de terrain est une étape indispensable pour l'établissement des cartes. Avant la visite de terrain, le choix « des parcelles de contrôle » a été fait en tenant compte de l'accessibilité au terrain et de la représentativité de toutes les classes de végétation définies par l'affichage des images satellitaires en fausse couleur. Les classes de végétation ont été définies à partir d'informations provenant de la littérature concernant la zone d'étude (Oszwald, 2005) mais aussi des observations de terrain. 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 relevés. Il s'agissait également de noter les coordonnées géographiques des différentes occupations du sol qui sont entre autres, des cours d'eau, des plantations et les habitations. La photographie des différentes occupations du sol sur le terrain a également été réalisée. Aussi, d'autres coordonnées géographiques ont été relevées et ajoutées à celles présélectionnées pour accroître le nombre de points de validation des cartes.

6.1.2. Collectes des données d'enquêtes et détermination des principaux types d'utilisation des sols

6.1.2.1. Choix des localités visitées

Le choix des villages était basé sur l'accessibilité, la distance du village par rapport à la forêt classée du Haut-Sassandra et les types de communautés. Suite aux observations faites dans des études antérieures au sein et autour de la FCHS de 2013 à 2016, il a été constaté que la plupart des localités à la périphérie étaient représentées par des campements. Aussi, les

exploitations agricoles des paysans n'allaient pas au-delà de 2 km. La longueur des transects était de 2 km et a permis de prendre en compte le maximum de types d'occupation et d'utilisation du sol.

A partir des critères prédéfinis plus haut, 11 villages et/ou campements répartis au Sud, à l'Est, au Nord et à l'Ouest ont été choisis pour la détermination des types d'utilisation des terres. Dans la partie Sud de la FCHS, le village de Domangbeu (V12) et les campements de Yao konankro et Block 14 ont été retenus. Dans la partie Est, les campements de N'gorankro, Kouassikro, N'doli Yaokro, Tchèlèkro et Djarabanan ont été retenus. Le secteur Nord est constitué des campements de Petit Bouaké et Kouamékro et dans l'Ouest le village de Gbeubly qui fait limite au fleuve Sassandra a été choisi (Figure 7).

6.1.2.2. Enquêtes socio-économiques

6.1.2.2.1. Echantillonnage

Pour la collecte des données, la méthode d'échantillonnage empirique a été utilisée afin, d'interroger le maximum de chefs de ménages de la population cible (Dubois & Michaux, 2006). Elle a consisté à interroger, de façon aléatoire mais raisonnée, les différentes personnes. De façon pratique, en absence de données démographiques, il a été procédé au comptage de ménages de chaque village et/ou campement visité avant les enquêtes. Après ce comptage, la constitution de l'échantillon s'est faite par quota avec, un taux de sondage de 10 % appliqué au nombre de ménages dans chaque village ou campement visité. Cette méthode a déjà été utilisée par Kouakou *et al.* (2017). Le choix des personnes enquêtées dans chaque ménage s'est fait de manière aléatoire mais en tenant compte du fait que le chef de ménage devrait être âgé d'au moins 18 ans et posséder au moins une plantation de culture pérenne.

6.1.2.2.2. Collecte des données d'enquête

Pour la collecte des données, des enquêtes ont été effectuées au moyen d'entretiens semi-directifs, à l'aide d'un questionnaire (Annexe 1), auprès des paysans dans les 11 villages ciblés. Cette méthode permet d'orienter le discours des personnes interrogées autour de différents thèmes préalablement définis et consignés dans le questionnaire (Dubois & Michaux, 2006 ; Blanchet & Gotman, 2010).

Selon la disponibilité des paysans, les enquêtes ont été réalisées à la fois au village et dans les champs.

Les questions posées (Annexe 1) étaient relatives, entre autres :

- au profil des producteurs (localité, âge, nationalité, situation matrimoniale, niveau d'étude, mode d'acquisition des parcelles, période d'installation des paysans et leur lieu de provenance etc.)

- aux caractéristiques agronomiques des plantations pérennes (principales cultures pérennes, âge des plantations, superficie, précédent cultural, système de cultures, contraintes affectant la production des cultures pérennes, principales cultures vivrières associées, etc.) ;

- aux perceptions des paysans sur l'agriculture familiale (le mode d'entretien des parcelles, les différents types d'intrants employés dans leurs exploitations, l'utilisation de la main d'œuvre, les difficultés rencontrées dans l'exécution des activités agricoles, le comportement des populations, etc.) ;

- aux stratégies d'adaptation ou de contournement adoptées par les paysans pour faire face à la saturation foncière.

Au total, 264 chefs de ménages ont été interrogés sur l'ensemble des 11 villages.

6.1.2.3. Détermination des principaux types d'utilisation des terres

Pour la réalisation de la répartition spatiale des types d'utilisation des terres, des observations ont été faites à la périphérie de la FCHS. L'objectif de ces observations était d'identifier et de caractériser la succession des éléments paysagers au sein des terroirs villageois. Pour ce faire, dans les 11 villages, 22 transects de 2000 m de long subdivisés en 80 segments de 25 m chacun ont été effectués dont l'un vers la FCHS et l'autre dans le sens opposé à la FCHS.

Compte tenu du fait que les espaces forestiers sont parfois difficilement pénétrables, les pistes villageoises empruntées par les paysans ou les chasseurs pour accéder à leur plantation ont servi de support pour la réalisation des transects. Cette méthode a été déjà utilisée par Buckland *et al.* (2001) et Nzigou (2014) respectivement en Guinée forestière et au Gabon. Les observations ont été réalisées à 10 m de part et d'autre du transect (Figure 8). Les segments ont été matérialisés par des ficelles mesurant 25 m. Il s'agissait de noter tous les types d'utilisation des terres rencontrés ainsi que leurs coordonnées géographiques et d'évaluer la proportion de la culture principale.

Au total, des observations effectuées sur 1760 segments de 25 m, long de 44 km de pistes agricoles ont été parcourus dans l'ensemble de la zone d'étude.

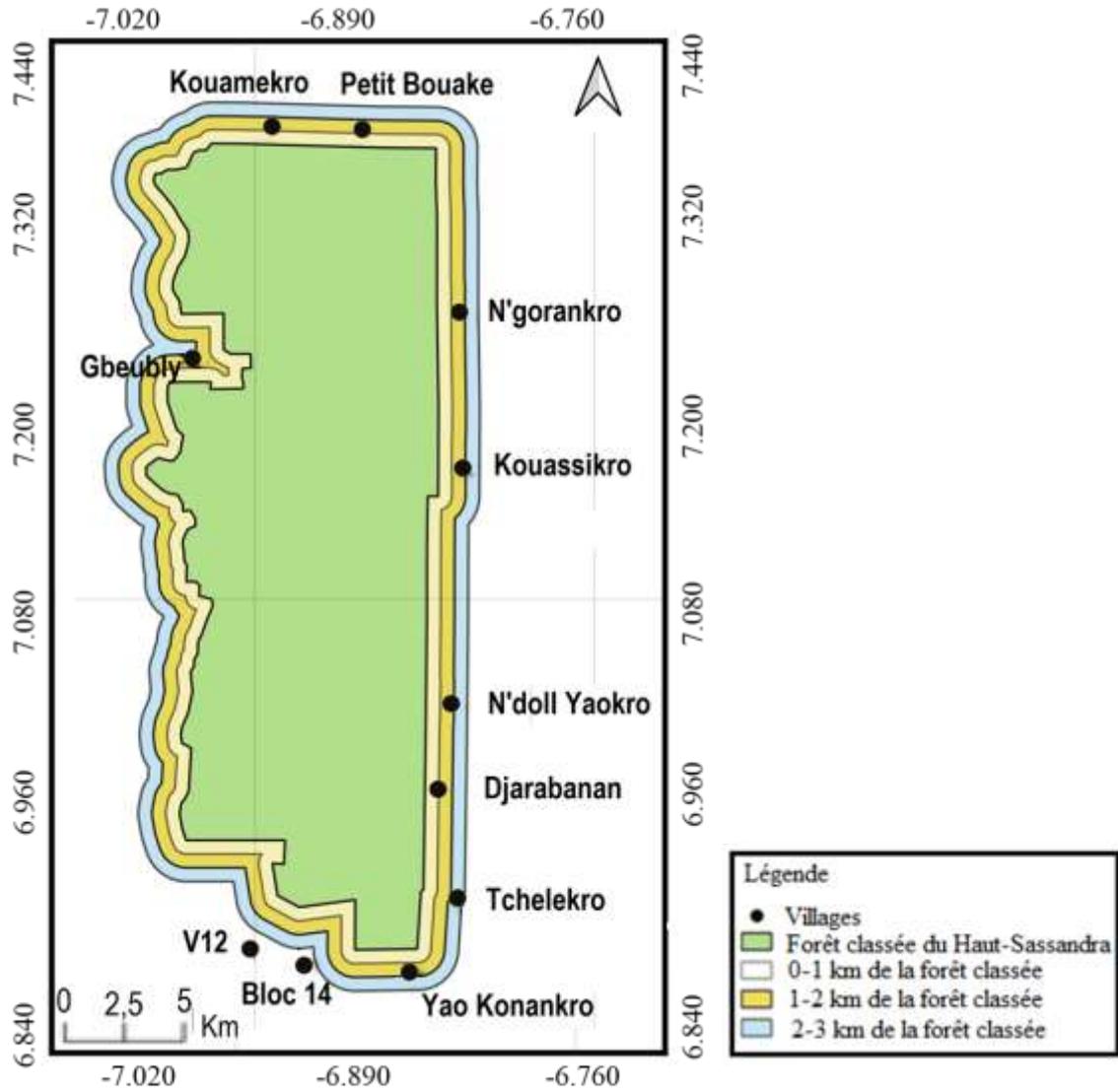


Figure 7 : Localisation des villages parcourus à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

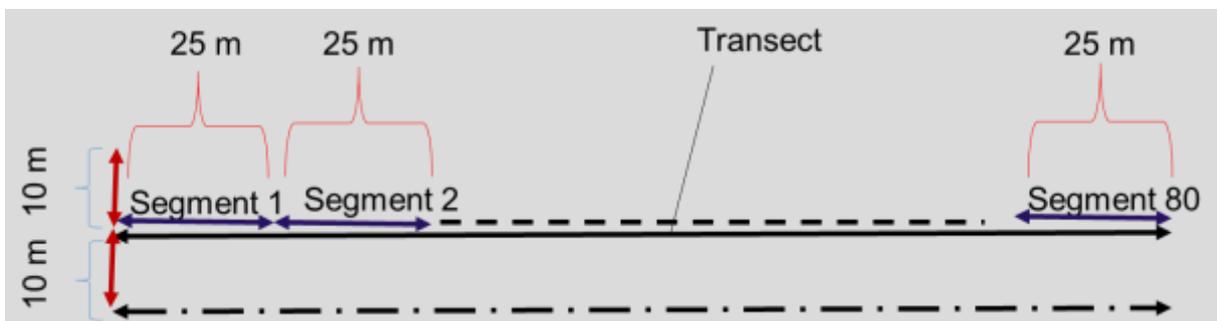


Figure 8 : Dispositif expérimental de collecte des données des types d'utilisation des terres

6.1.4. Inventaire floristique dans les principaux types d'utilisation des terres

6.1.4.1. Choix des sites d'inventaire floristique

L'inventaire floristique a été réalisé dans les principaux types d'utilisation des terres. Le choix de ces agrosystèmes a été fait en se basant sur leur fréquence d'apparition sur les transects. Le choix des localités parcourues s'est fait en tenant compte de leur accessibilité, de leur proximité de la FCHS et de la représentativité de tous les principaux agrosystèmes. Pour ce faire, six (06) localités dont deux villages et quatre campements ont été choisis. Il s'agit des villages de Domangbeu (V12) et Gbeubly et des campements de Petit Bouaké, N'gorankro, Djarabanan et Kouassikro (Figure 9).

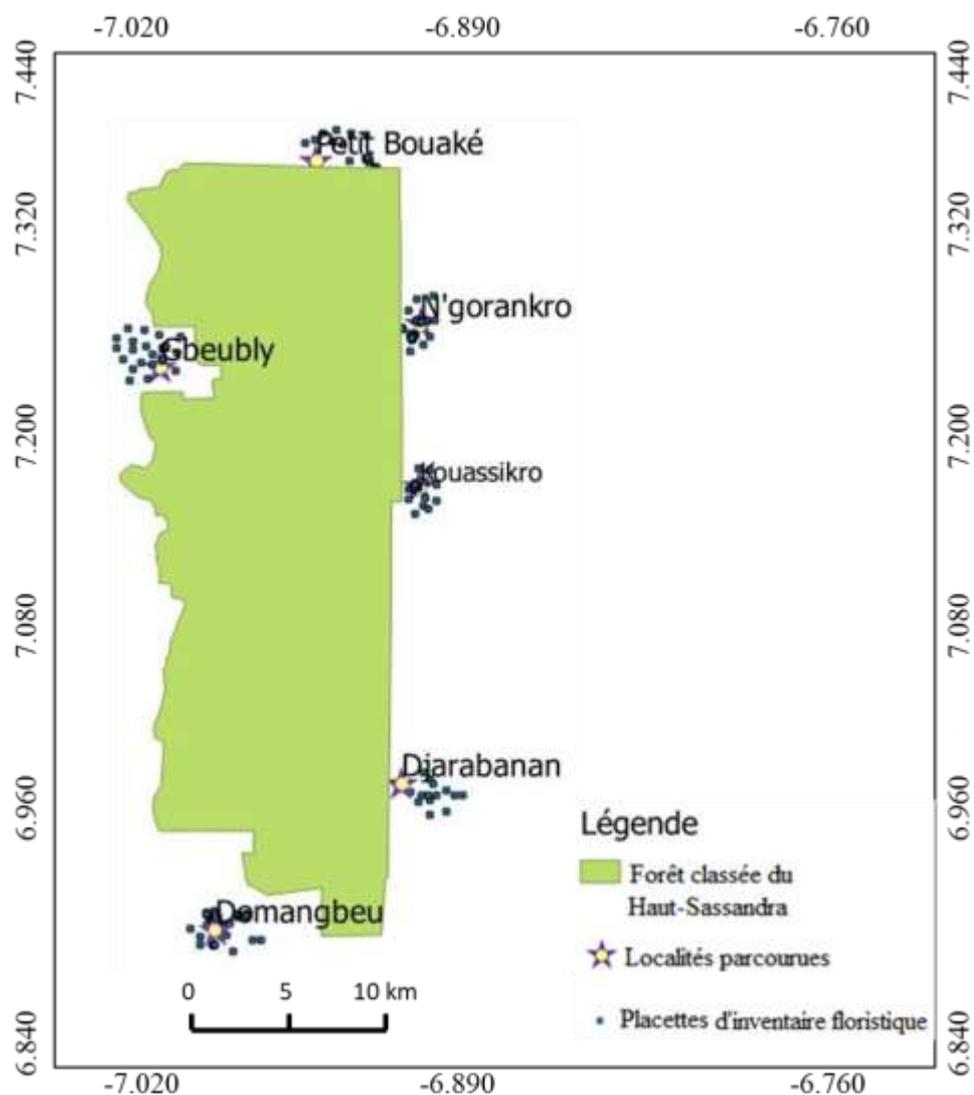


Figure 9 : Distribution des placettes dans les différentes localités parcourues à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

6.1.4.2. Méthode de collecte des données floristiques

Pour la réalisation d'une étude floristique, plusieurs méthodes d'inventaires existent selon l'objectif de chaque étude (Ganglo, 1999). On peut citer, entre autres, les méthodes de transects, de relevé de surface et de relevé itinérant. Dans le cadre de cette étude, la méthode de relevé de surface couplée à la méthode de relevé itinérant ont été utilisées (N'da *et al.*, 2008). La combinaison de ces deux méthodes a déjà été utilisée par Kouamé *et al.* (2008), Kpangui *et al.* (2015) et Tiébré *et al.* (2016). Ces deux méthodes permettent d'inventorier le maximum d'espèces présentes au sein des différents agrosystèmes prédéfinis.

6.1.4.2.1. Relevé itinérant

La méthode de relevé itinérant consiste à parcourir le milieu, en notant toutes les espèces de plantes rencontrées (Aké-Assi, 1984). Elle a été effectuée pour recenser toutes les espèces présentes dans un agrosystème donné avant la disposition des placettes.

Au cours de cet inventaire, les diverses utilisations des espèces associées aux agrosystèmes, leur rôle écologique, les antécédents cultureux et l'âge des différentes plantations ont été renseignés auprès des paysans.

6.1.4.2.2. Relevé de surface

La méthode de relevé de surface est généralement utilisée pour la réalisation des inventaires floristiques dans les régions tropicales (Adou Yao *et al.*, 2007). Elle consiste à recenser tous les taxons rencontrés sur des superficies carrées, rectangulaires ou circulaires dans l'objectif d'identifier un maximum d'espèces (Kouamé *et al.*, 2004). Dans le cadre de cette étude, des surfaces carrées de 25 m x 25 m, soit 625 m², ont été installées dans les principaux agrosystèmes. Cette méthode a permis de déterminer l'abondance des espèces dans les différents milieux visités. Ainsi, à l'intérieur de chaque surface, d'abord, les espèces ont été identifiées et inventoriées. Ensuite, les espèces non identifiées ont été montées en herbier pour leur identification au laboratoire. Enfin, dans ces placettes, la densité des espèces associées aux agrosystèmes a été évaluée.

6.2. Traitements et analyses des données

6.2.1. Cartographie de l'occupation du sol

La production des cartes a été possible après les différentes missions de collectes de données sur les types d'occupations du sol. Cinq grandes phases successives ont permis de produire les cartes : l'extraction de la zone d'étude, la composition colorée, la classification des images satellites, leur validation et la caractérisation de la dynamique de l'occupation du sol.

6.2.1.1. Extraction de la zone d'étude

Les images satellitaires acquises se présentaient sous forme d'une grande scène dans laquelle était contenue la zone d'étude. Le traitement des images satellitaires a débuté par l'extraction de la zone d'étude avec le logiciel ENVI 4.7. La démarche méthodologique a consisté d'abord à digitaliser le contour de la FCHS dont le fichier a été enregistré sous forme de fichier vecteur à extension EVF. Pour la suite, la zone d'étude a été extraite à partir de l'image de la grande scène à l'aide de la commande "Subset Data via image" sous ENVI 4.7.

6.2.1.2. Composition colorée et interprétation

L'interprétation des images a pour objectif d'établir une relation entre le terrain et l'image (Enonzan, 2010). Elle se fait selon plusieurs critères tels que la forme, la texture, la taille, la configuration, l'ombre et l'association. Elle peut se faire à partir d'une étude individuelle des différents canaux ou à partir d'une composition colorée. Cette dernière repose sur un affichage simultané de trois canaux qui sont pour l'étude de la végétation, les canaux vert, rouge et proche infrarouge (Kouakou, 2019). Cette composition peut se faire à partir d'une synthèse de couleurs primaires (rouge, vert, bleu) affectées à des bandes d'images à trois plans d'affichage (Figure 10). En effet, sur la base de cette synthèse, la composition colorée permet de combiner plusieurs images en un seul document coloré qui rassemble une grande quantité d'informations (Donnay *et al.*, 2000 ; Sangne *et al.*, 2015). Ainsi, la synthèse de ces trois bandes a permis de faire une composition colorée fausse couleur sur l'ensemble des images utilisées dans cette étude. Pour ce faire, la bande du proche infrarouge a été mise dans le rouge, celle du rouge dans le vert et celle du vert dans le bleu, représentées respectivement par les bandes 5 (0,845 - 0,885 μm), 4 (0,630 - 0,680 μm) et 3 (0,525 - 0,600 μm) pour le capteur OLI, les bandes 4 (0,75 - 0,90 μm), 3 (0,63 - 0,69 μm) et 2 (0,525 - 0,605 μm) pour le capteur TM et les bandes 4 (0,78-0,90 μm), 3 (0,63-0,69 μm) et 2 (0,52-0,60 μm) pour ETM+. Ces bandes ont la capacité d'éliminer les différences de réflectance de surface causées par les changements de type de végétation (Duveiller *et al.*, 2008). De plus, les caractéristiques de ces bandes facilitent la discrimination des différents types de végétation (Chatelain, 1996 ; Girard & Girard, 1999). Sur ces compositions colorées, plus la couleur est rouge, plus la végétation est dense. Les couleurs tendant vers le blanc, traduisent l'absence de végétation et la présence de sol et celles tendant vers la présence de l'eau est marquée par la couleur bleue.

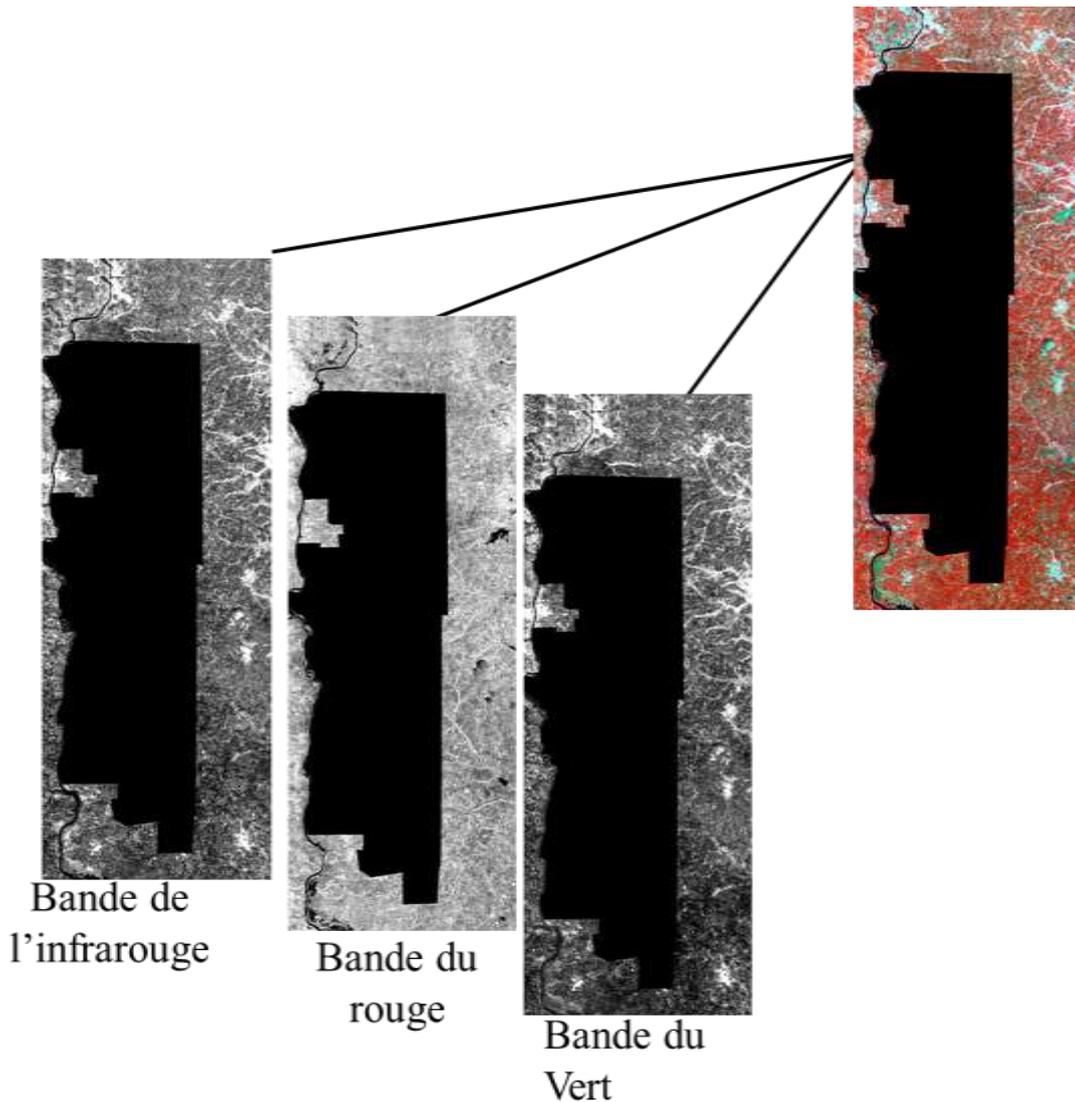


Figure 10 : Exemples d'une composition colorée faite à partir d'une image LANDSAT OLI/TIRS 2018 de la forêt classée du Haut-Sassandra et sa périphérie

6.2.1.3. Classification des images

La classification correspond à l'action d'extrapoler, sur l'ensemble de l'image satellite, des zones tests préalablement choisies lors de la collecte des données et dont on connaît la signification thématique (Oszwald, 2005). Il existe deux types de classifications : la classification non supervisée et la classification supervisée. Dans le cadre de cette étude, la méthode de classification adoptée est celle de la classification supervisée aussi appelée classification dirigée.

Dans ce type de classification, les classes sont définies à partir des besoins de l'utilisateur (Ducrot, 2005). Elle se base sur la vérité du terrain et nécessite la délimitation au préalable des zones appelées zones d'entraînement qui sont des zones de l'image dont l'occupation du sol

connues de l'utilisateur. Cette classification utilise différents algorithmes mais celui utilisé dans le cadre de cette étude est le "Maximum de vraisemblance" qui est le plus utilisé dans les études effectuées sur la végétation (N'da *et al.*, 2008 ; Mather et Koch, 2011 ; Koua *et al.*, 2017 ; Toyi *et al.*, 2018). La classification supervisée par "Maximum de vraisemblance" permet de classer tous les éléments de l'image dans les classes pré-choisies (Mather & Koch, 2011 ; Toyi *et al.*, 2018). Il s'agit d'une méthode de classification par pixel qui repose sur le postulat que la signature spectrale de chacun des pixels est représentative de la classe de végétation dans laquelle il se trouve (Zakari *et al.*, 2018). Toutes ces classifications ont d'abord été réalisées à partir de l'image de 2018, sur la base de plusieurs zones d'entraînement déterminées à partir des visites effectuées sur le terrain. Au total 50 parcelles représentant tous les types d'occupations du sol ont servi d'entraînement à ce traitement. Par la suite, l'image de 2018 a servi de base pour la classification des images de 1997, 2002, 2006 et 2013.

En effet, pour la classification des images satellitaires des années antérieures (1997, 2002, 2006 et 2013), 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 l'extension "Enhance" afin d'améliorer la qualité des images des années antérieures. Des parcelles d'entraînement ont été définies suivant les changements opérés au niveau des occupations du sol sur les différentes images. Pour ne tenir compte que de la zone périphérique, un masque a été appliqué à la FCHS. Les classifications ont été faites sous le logiciel ENVI 4.7 et les résultats ont été exportés dans QGIS 2.14 pour l'élaboration des cartes.

6.2.1.4. Précision cartographique et validation des classifications

La validation des traitements permet d'évaluer le niveau de performance global de la classification dans le but de restituer, le plus fidèlement possible, les classes d'occupation du sol décrites sur le terrain. Elle se fait par l'élaboration et l'analyse de la matrice de confusion (Godard, 2005 ; Padonou *et al.*, 2017) qui consiste à définir des parcelles de contrôle correspondant aux sites parcourus, décrits lors de la visite sur le terrain mais, n'ayant pas été utilisés lors de l'entraînement. Au total 75 parcelles de contrôle ont été identifiées lors des visites de terrain. Ensuite, une correspondance entre les parcelles d'entraînement et les parcelles de contrôle pour l'évaluation de la précision des classifications entre les classes d'occupations du sol a été établie. Cette matrice est un tableau à double entrées qui génère plusieurs indices dont les plus communs et largement utilisés sont la précision globale et le coefficient de Kappa

(Abdel-Kawy & Belal, 2011 ; Maârouhi *et al.*, 2011). La précision globale donne la moyenne des pixels bien classés et le coefficient de Kappa permet d'estimer plus précisément la qualité de la classification (Congalton, 1991). Le coefficient de Kappa est un nombre réel, sans dimension, compris entre -1 et 1 et correspond au taux d'accord corrigé de l'effet du hasard. Lorsque les valeurs du coefficient de Kappa sont comprises entre 0,61 et 0,80, la classification est bonne et quand les valeurs sont supérieures à 0,81, la classification est excellente (Landis & Koch, 1977).

6.2.1.5. Dynamiques d'occupation du sol entre 1997 et 2018

A la suite de la classification, pour chaque carte, une table attributaire contenant la valeur des superficies et des périmètres des taches de chaque classe d'occupation du sol a été générée grâce au logiciel QGIS 2.14. Ces différentes tables attributaires ont été importées dans le logiciel Excel, afin de procéder aux différents traitements statistiques. La proportion, en pourcentage, de la superficie de chaque classe d'occupation du sol des cartes élaborées a été calculée selon l'équation suite :

$$P_c(\%) = \frac{a_{tc}}{a_{tp}} \times 100 \quad (1)$$

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

Sur la base de ces proportions calculées, l'état de la disponibilité des terres à la périphérie de la FCHS a été déterminé. En effet, lorsque la proportion des classes anthropisées (Cultures et sols nu-habitat) est supérieure à 90 %, on conclure qu'il y a une saturation foncière (Kangah *et al.*, 2016).

Le transfert de l'occupation du sol se fait à partir de l'analyse de la matrice de transition, tout en faisant ressortir les fréquences de transition entre les classes pour chaque intervalle de temps (Barima *et al.*, 2009). Cette matrice permet ainsi d'évaluer l'évolution des paysages étudiés par l'analyse des tableaux qui présentent les transitions entre les classes de deux états (t_0 et t_1). Elle correspond à une matrice carrée décrivant, de manière condensée, les changements d'état des éléments d'un système pendant une période donnée (Bamba *et al.*, 2008). Dans cette étude, la matrice de transition a permis de mettre en évidence les différentes formes de conversion qu'ont subies les formations végétales de la FCHS de 1997 à 2018. Cette matrice est constituée de X lignes et de Y colonnes. Le nombre de lignes de la matrice indique le nombre de classes d'occupation du sol au temps t_0 (1997). Le nombre Y de colonnes de la matrice est le nombre de classes d'occupation des terres converties au temps t_1 (2018) et la diagonale contient les superficies des formations végétales restées inchangées. Les transformations se font

Matériel et Méthodes

des lignes vers les colonnes. Les superficies de ces différentes classes d'occupation du sol ont été calculées à partir du croisement des cartes d'occupation du sol de 1997 à de 2018. A partir de cette matrice de transition, le taux de changement (T_c) de l'occupation du sol entre deux dates a été calculé pour chaque classe d'occupation du sol. La formule mathématique utilisée est la suivante :

$$T_c = \frac{a_{t1} - a_{t0}}{a_{t0}} \times 100 \quad (2)$$

Où a_{t0} et a_{t1} sont respectivement les superficies initiale et finale de la classe d'occupation du sol. Lorsque le taux de changement (T_c) est égal à zéro, on parle de stabilité au sein des classes d'occupation du sol. Lorsque sa valeur est positive dans une quelconque classe d'occupation du sol, on parle d'une progression de la superficie de cette classe. Dans le cas contraire, on parle d'une régression de la classe correspondante.

Le calcul de la matrice de transition a été fait à partir du logiciel Envi 4.7 et de la commande « change détection ».

La détermination des processus de transformation spatiale constitue une approche complémentaire à l'étude de la dynamique paysagère. Ces processus sont déterminés sur la base des trois principaux indices considérés comme éléments pour la description de la configuration paysagère que sont : (i) la superficie des taches a ; (ii) le périmètre des taches p et (iii) le nombre de taches n . En effet, le calcul de ces indices de paysage permet de valider ou d'informer les changements opérés entre 1997 et 2018. Ainsi, le nombre de taches appartenant à une classe donnée j (n_j) a été déterminé. Le nombre de tache renseigne sur la fragmentation d'une classe entre deux périodes (Bamba, 2010). L'augmentation du nombre de tâches d'une classe peut être due à la fragmentation de cette classe (Davidson, 1998 ; Bamba, 2010).

L'aire totale (a_{ij}) occupée par une classe d'occupation du sol quelconque notée (j) a été calculée selon la formule mathématique suivante :

$$a_{tj} = \sum_{i=1}^{n_j} a_{ij} \quad (3)$$

Où a_{ij} est l'aire de la i -ème tache de la classe j . Elle s'exprime en hectare (ha) ou en kilomètre carré (km²). Ces indices sont déterminés pour chaque classe d'occupation du sol et pour les années 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018.

L'arbre de décision proposé par Bogaert *et al.* (2004) a permis de déterminer les dix processus majeurs de transformation spatiale (PTS) des paysages, à savoir l'agrégation (fusion

des taches), la suppression (disparition des taches), la création (formation de nouvelles tache), la déformation (changement de formes des taches), l'agrandissement (expansion de taille des taches), la perforation (formation de trou dans les taches), le déplacement (translocation des taches), le rétrécissement (réduction de la taille des taches), la fragmentation (rupture de la continuité en plusieurs taches disjointes de formes et de tailles différentes) et la dissection (subdivision des taches par des lignes de petite dimension). Pour distinguer les processus de fragmentation et de dissection, lorsque le nombre de tache de l'année t_{+1} est inférieur au nombre de tache aux périodes antérieures, on calcule le rapport de l'aire à t_{+1} sur l'aire à t . Si ce rapport est supérieur à 0,5, nous adoptons comme Barima *et al.* (2009), que le processus de transformation spatiale est la dissection. Si le rapport est inférieur à 0,5, le processus de transformation spatiale est la fragmentation.

6.2.2. Dynamique d'utilisation des terres

6.2.2.1. Détermination des types d'utilisation des terres les plus rencontrés

Les types d'utilisation des terres les plus rencontrés ont été identifiés en calculant leur fréquence d'apparition sur les transects dans les différents villages. Le calcul des fréquences est utile pour comparer deux distributions de fréquences établies à partir d'échantillons de tailles différentes (Abrougui, 2008). Pour cette étude, la fréquence relative de tous les types d'utilisation des terres a été calculée selon la formule suivante :

$$FA = \frac{na}{Nt} \times 100 \quad (4)$$

Avec FA = fréquence d'apparition des types d'utilisation des terres ; na : nombre de fois où l'agrosystème a été observé et Nt : nombre total d'agrosystèmes.

Nous avons considéré comme principaux types d'utilisation des terres, tous les agrosystèmes ayant une fréquence d'apparition supérieure ou égale à 5 %.

6.2.3. Analyse des données d'inventaires floristiques

Les paramètres floristiques et structuraux ont été déterminés pour l'analyse des données d'inventaires floristiques.

6.2.3.1. Paramètres floristiques

La richesse floristique qui désigne le nombre d'espèces rencontrées dans un milieu (Kpangui, 2015) a été évaluée et a consisté à compter toutes les espèces présentes sur chaque parcelle sans tenir compte de leur abondance afin de les regrouper au sein d'une liste générale (Kouamé, 2013). Les espèces ont été identifiées grâce à la clé d'identification proposée par

Matériel et Méthodes

Hawthorne (1996) basée sur la nomenclature des espèces végétales de Cronquist (1981). Les noms des plantes ont été corrigés selon les travaux de Lebrun et Stork (1997).

La composition floristique fait référence, à la répartition par types biologiques, morphologiques et chorologiques (Piba, 2016). Elle a été utilisée pour caractériser la liste floristique obtenue.

Les affinités chorologiques ont été utilisées pour distinguer les espèces selon leur aire de répartition Aké-Assi (2002). Elles ont été utilisées dans cette étude pour déterminer les espèces forestières (GC), les espèces de transition forêt-savanes (GC-SZ), les espèces savanicoles ou Soudano-Zambéziennes (SZ) et les espèces exotiques ou introduites (I).

Les types biologiques des espèces inventoriées dans cette étude ont été caractérisés en se servant de la classification proposée par Raunkier (1934) et Aké-Assi (2001 ; 2002). Selon cette classification, les types biologiques mis en évidence dans le cadre de cette étude sont : les Epiphytes (Ep), les Hémicryptophytes (H), les Thérophytes (Th), les Chaméphytes (Ch), les Cryptophytes (Géophytes (G), les Hydrophytes (Hyd), les Héliophytes (He), les Nanophanérophytes (np), les Microphanérophytes (mp), les Mésophanérophytes (mP) et les Mégaphanérophytes (MP).

Du point de vue écologique, la présence d'un grand nombre d'espèces à statut particulier dans un milieu donné est en général un signe d'une grande biodiversité mais également d'une bonne conservation du milieu (Heywood & Watson, 1995). Ces espèces à statut particulier sont représentées par les espèces endémiques et les espèces menacées ou rares inscrites sur la liste rouge de l'UICN en 2018.

Une espèce endémique est définie comme une espèce naturellement restreinte à une zone limitée, dont la géographie est cernée. Dans cette étude, les espèces endémiques aux blocs ouest-africains et les espèces endémiques à la flore ivoirienne (GCi).

La détermination des espèces endémiques, la liste d'espèces obtenue a été croisée à celle de Aké-Assi (2002) et celle des espèces rares ou devenues rares et menacées d'extinction a été croisée à la liste de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2018). Le croisement des deux listes a permis de déterminer les nombres d'espèces vulnérables (VU), à préoccupation mineure (Lc), à faible risque de disparition (LR) et quasi menacée (Nt) recensées pendant les inventaires. Toutes ces catégories sont fondées sur des critères liés aux effectifs, aux tendances et aux structures des populations, ainsi qu'à leur aire de répartition géographique (Figure 11).

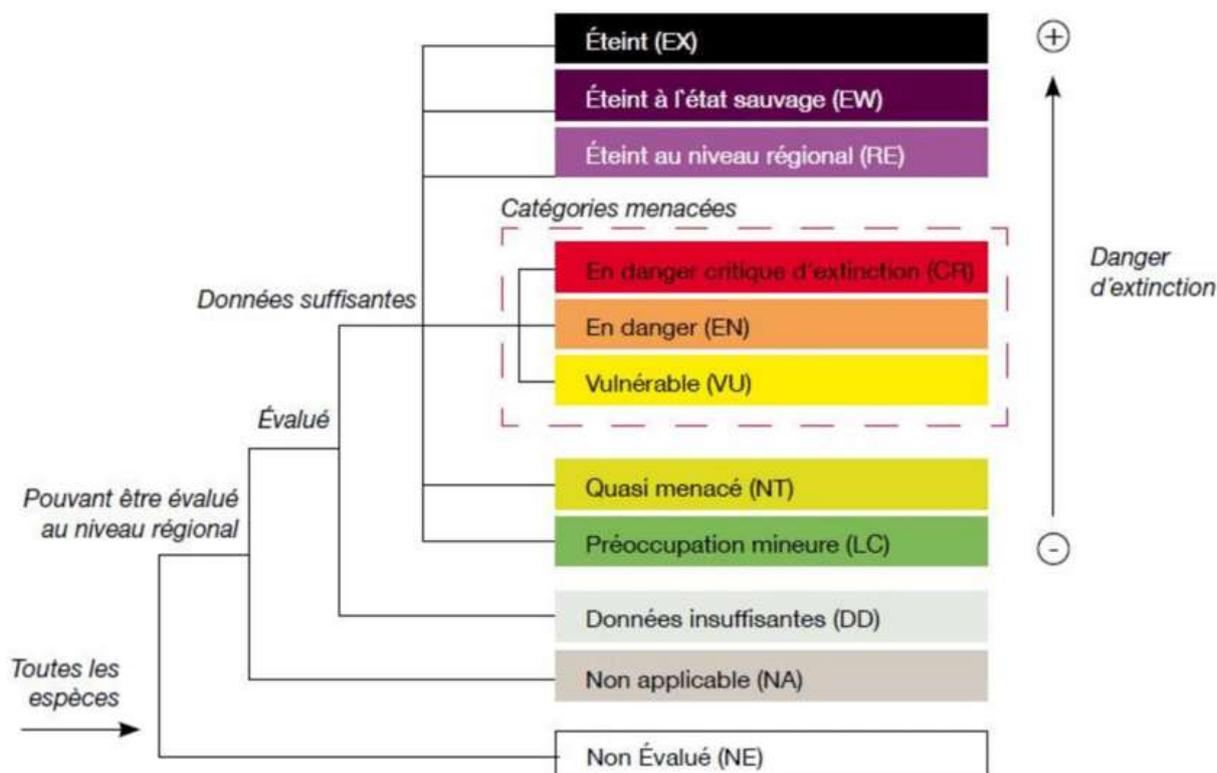


Figure 11 : Structure des catégories des espèces et critères de l'UICN (2018)

L'indice de diversité de Shannon (H') permet de mesurer la composition en espèces d'un peuplement en tenant compte de la richesse spécifique et de leur abondance relative. Cet indice donne une mesure de la biodiversité en tant que quantité d'information (Remini & Moulaï, 2015) et il mesure l'incertitude quant à l'appartenance à une espèce donnée d'un individu pris au hasard dans l'échantillon (Tiébré *et al.*, 2016). L'indice de Shannon s'exprime comme suit :

$$H' = - \sum_{i=0}^S P_i \log_2 P_i \quad (5)$$

Où P_i représente la proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$P_i = n_i/N$$

où n est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total (les individus de toutes les espèces).

Les valeurs de cet indice varient entre 0 et $\log_2 S$ qui est la diversité maximale (S étant le nombre total d'espèces dans le milieu). L'indice H' varie en fonction du nombre d'espèces présentes et de l'abondance relative des différentes espèces. Ainsi, la diversité est faible lorsque la valeur de H' est inférieure à 3. Elle est moyenne si la valeur de H' est comprise entre 3 et 4 puis élevée quand la valeur de H' est supérieure ou égale à 4 (Frontier & Piochod-Viale, 1995 ; Koffi *et al.*, 2015). Le calcul de l'indice de diversité spécifique doit toujours s'accompagner de

Matériel et Méthodes

celui de l'équitabilité de Pielou (E), car deux différents biotopes peuvent avoir la même diversité.

L'indice d'équitabilité de piélou s'obtient en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale. La valeur de l'équitabilité de Pielou varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce et vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Dans le cas où cet indice tend vers 1, le milieu en question est dit équilibré (Inoussa *et al.*, 2013). Cet indice traduit la manière dont les individus sont distribués à travers les espèces (Adjakpa *et al.*, 2013). L'indice d'équitabilité de Pielou (E) se calcule selon la formule mathématique suivante :

$$E = \frac{H'}{\log 2S} \quad (6)$$

Dans le cadre de cette étude, l'indice d'équitabilité de Pielou a permis de renseigner sur la répartition des effectifs entre les différentes espèces recensées dans les différents agrosystèmes.

L'indice de diversité de Simpson (1949) permet également de mesurer la composition en espèce d'un peuplement en tenant compte de la richesse spécifique et de leur abondance relative. Il est, cependant, sensible aux variations d'importance des espèces les plus abondantes (Grall & Coïc, 2005). Il se calcule selon l'équation mathématique suivante :

$$D = 1 - \sum \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \quad (7)$$

Où ni est le nombre d'individus dans l'espèce i et N le nombre total d'individus. Il varie de 0 à 1. Lorsqu'il tend vers 0, la diversité est minimum et vers 1, la diversité est dite maximum.

La ressemblance entre les différents types d'utilisation des terres a été évaluée à partir du coefficient de similitude. Ce coefficient permet de caractériser objectivement et quantitativement, le degré de ressemblance de deux listes d'espèces. Différentes formules de coefficient de similitude ont été proposées (Romesburg, 1981). Dans cette étude, le coefficient de similitude de Sørensen (1948), qui est un coefficient asymétrique a été utilisé du fait que les comparaisons à effectuer se sont faites sur la base de la présence-absence des espèces. Le calcul du C_s se fera selon la formule mathématique suivante :

$$C_s = 100 \times \frac{2C}{a + b} \quad (8)$$

Avec C_s : le coefficient de similitude de Sørensen, a : le nombre d'espèces du milieu A, b : le nombre d'espèces du milieu B et c : le nombre d'espèces communes aux milieux A et B. Les valeurs de C_s varient de 0 à 100 %. Plus les deux listes ont des espèces en commun, la valeur de C_s tend vers 100 % et lorsque ces deux listes floristiques sont différentes, la valeur de C_s tend vers 0. Dans cette étude le C_s a été utilisé pour voir la ressemblance de la flore dans les différents types d'utilisation des terres.

6.2.3.2. Paramètre structural

La densité (d) d'un peuplement est le rapport du nombre de tiges (N) ou d'individus par unité de surface, dans une formation végétale. Ce paramètre est un bon indicateur de la disponibilité du taxon dans un milieu donné (Roselt & Oss, 2004). Elle se calcule selon la formule-mathématique suivante :

$$d = \frac{N}{S} \quad (9)$$

où d représente la densité des tiges, N est le nombre d'individus et s représente la surface. Elle a permis de déterminer le nombre d'individus d'arbre associés aux différents agrosystèmes. Aussi, les espèces ayant plus de 20 individus sur l'ensemble des agrosystèmes ont été considérées comme des espèces abondantes dans la zone d'étude.

6.2.3.3. Fréquence d'utilisation des espèces associées aux agrosystèmes

Les espèces associées aux agrosystèmes les plus utilisées par les populations ont été déterminées à partir de la fréquence d'utilisation (F_u).

La fréquence d'utilisation a été déterminée selon l'approche basée sur les citations (Kouakou, 2019). Cette approche repose sur le principe que les espèces les plus utilisées sont celles qui sont citées par plusieurs personnes (Dossou *et al.*, 2012 ; Zanh *et al.*, 2016). Elle est déterminée selon l'équation suivante :

$$F_u = \left(\frac{np}{N_t} \right) * 100 \quad (10)$$

Avec np : le nombre de personnes utilisant l'espèce concernée ; N_t : le nombre total de personnes interrogées. Lorsque F_u tend vers 0, l'espèce est faiblement utilisée et lorsque F_u tend vers 100, l'espèce est fortement utilisée.

6.2.4. Traitement statistique des données

6.2.4.1. Tests statistiques de comparaison d'échantillons

Les tests de comparaisons sont utilisés pour mettre en évidence des relations entre variables explicatives et variables à expliquer (Legrand & Bories, 2007). Dans cette étude, les tests d'analyse de variance et de Khi deux ont été utilisés pour comparer les paramètres de distributions des différents échantillons entre eux. Le test de Khi deux permet de tester l'indépendance de deux variables qualitatives (Pottier, 1994). Il s'agit d'un test non paramétrique qui sert à comparer une série de données observées, à un modèle théorique attendu. Le test de Khi deux est utilisé pour tester l'hypothèse nulle d'absence de relation entre deux variables catégorielles. Le test de Khi deux est aussi utilisé pour savoir si la distribution des réponses de ces deux variables n'est pas due au hasard ou si elle présente une liaison entre elles.

Dans le cadre de cette étude, il a été utilisé pour tester l'existence de relation entre les variables qualitatives issues des données floristiques et celles issues des enquêtes.

Le niveau de significativité choisi pour ces analyses, est de 5 %. Le logiciel R a été utilisé pour la réalisation de tous ces tests statistiques de Khi deux.

L'analyse de la variance (ANOVA) est une technique permettant de comparer les moyennes de plus de deux populations. On parle d'ANOVA à un facteur lorsque les groupes analysés se distinguent par une seule variable qualitative et d'ANOVA à plusieurs facteurs si les groupes se distinguent par au moins deux facteurs qualitatifs. Elle repose sur trois principes, à savoir l'indépendance des observations, la normalité de la distribution, et l'homogénéité des variances (l'homoscédasticité). La normalité est vérifiée par le test de ShapiroWilk. L'homogénéité des variances a été vérifiée par le test de Levene. Lorsque la probabilité associée au test F de Fischer de l'ANOVA est significative, les moyennes des facteurs étudiés sont classées (Glélé Kakai *et al.*, 2006). Lorsque l'ANOVA conclut à une différence significative au seuil de 5 % ($\alpha < 0,05$) pour les groupes comparés, un test post-hoc de Tukey est réalisé pour savoir lesquels des groupes sont différents. L'ANOVA a été déjà utilisée par Kpangui (2015) et Piba (2016) pour comparer les moyennes des différentes variables au niveau de la diversité floristique telles que la densité, la richesse spécifique etc. Le logiciel R a servi à la réalisation de ces différentes analyses de variance.

6.2.4.2. Analyses multivariées

Des analyses multivariées ont été effectuées pour montrer l'existence des relations entre plusieurs variables étudiées (cultures pratiquées, profil des paysans, usages des espèces

associées etc.). Il existe différentes méthodes multivariées appliquées au traitement des données d'enquêtes, floristiques ou combinant les deux à la fois (Chardon, 1981 ; Legendre & Legendre, 1998 ; Pagès, 2002 ; Boubou *et al.*, 2011). Le choix d'une méthode dépend donc de l'objectif initial, des types de variables manipulées mais aussi de la forme des résultats visés. Dans le cadre de cette étude, la nature des données étant à la fois qualitative et quantitative, trois méthodes d'analyses ont été utilisées à savoir une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et une Analyse Factorielle Multiple (AFM).

L'AFC a permis de déterminer la relation entre les cultures pratiquées et l'origine des paysans. Elle a aussi aidé à faire la repartition des types d'utilisation des terres par les riverains de la FCHS. L'ACM a été associée à la classification hiérarchique ascendante pour établir le profil des paysans.

Une Analyse Factorielle Multiple (AFM) couplée à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a été réalisée pour comprendre les relations entre l'origine des planteurs et les pratiques agricoles. Cette analyse est préconisée pour évaluer les relations entre plusieurs tableaux de contingence ayant des lignes communes. Ce type d'analyse a été utilisé dans plusieurs études dont celles de Bouxin (2011) et de Kpangui (2015). Dans le cas de cette étude, les variables descriptives prises en compte sont d'une part, des paramètres qualitatifs tels que l'origine des populations et la culture pratiquée et d'autre part, les paramètres quantitatifs tels que l'âge, la densité des cultures pratiquées et les espèces associées (richesse et diversité spécifique). Pour chacune des variables, un test de comparaison multiple a été réalisé entre les valeurs moyennes de chaque groupe et la moyenne générale pour identifier celles qui la caractérise.

Toutes ces analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du Package FactoMine (Husson *et al.*, 2010) du logiciel R.

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 7 : Résultats

7.1. Occupation du sol à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.1.1. Types d'occupation du sol

Les observations faites sur le terrain ont permis de distinguer plusieurs types d'occupation du sol. Ces éléments du paysage décrits dans le cadre de cette étude sont constitués de la forêt, des jachères et des cultures.

7.1.1.1. Forêt

La forêt est située aux abords des villages ou des pistes agricoles sous forme d'îlots forestiers. Dans la plupart des localités parcourues, ces îlots de forêts sont sacrés aux yeux des populations locales qui les utilisent pour des rituels traditionnels. Ces forêts (Figure 12) sont dominées par les espèces comme *Baphia nitida* Lodd. (Fabaceae), *Bombax buonopozense* P. Beauv. (Bombacaceae), *Ceiba pentandra* L.Gaerth (Bombacaceae), *Celtis* spp. (Ulmaceae), *Diospyros* spp. (Ebenaceae), *Ficus exasperata* Vahl (Moraceae), *Funtumia elastica* (P.Preuss) Stapf (Apocynaceae), *Nesogordonia papaverifera* (A.Chev.) R. Capuron (Sterculiaceae), *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Pierre ex Pax (Euphorbiaceae), *Terminalia superba* Engl. & Diels (Combretaceae), *Triplochiton scleroxylon* K.Schum (Sterculiaceae).



Figure 12 : Îlots de forêt à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (Photo prise par Zanh en 2018)

a : forêt sacrée à proximité du village de Domangbeu ; b : forêt secondaire observée à Djarabanan

7.1.1.2. Jachères

Les jachères sont des milieux abandonnés après cultures. Cependant, on a plusieurs types de jachère à savoir des anciennes parcelles de cultures vivrières abandonnées après la récolte ou des vieilles plantations de cultures pérennes non entretenues et abandonnées (Figure 13). Ces jachères regorgent de nombreuses espèces dont les plus dominantes sont les herbacées telles que *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae) et *Panicum maximum* Jacq. (Poaceae), avec la présence de quelques espèces ligneuses telles que *Alchornea cordifolia* (Schum. & Thonn.) Müll.Arg (Euphorbiaceae), *Citrus* spp. (Rutaceae), *Funtumia africana* (Benth.) Stapf (Apocynaceae), *Funtumia elastica* (P.Preuss) Stapf (Apocynaceae), *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), *Newbouldia laevis* (P.Beauv.) Seem. ex Bureau (Bignoniaceae), *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Pierre ex Pax (Euphorbiaceae), *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae). Des résidus de cultures des espèces de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), *Musa paradisiaca* L.(Musaceae) et *Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae) ont été observés dans les jachères.



Figure 13 : Vue des jachères à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (Photo prise par Zanh en 2018)

7.1.1.3. Cultures

Les cultures vivrières sont généralement pratiquées dans des vieilles plantations ou dans des jachères. Les espèces rencontrées sont principalement : l'igname, le maïs, le manioc, le taro, la banane, le riz et les maraichères (gombo, aubergine, piment, etc.). Le riz est généralement cultivé dans les bas-fonds et parfois dans les vieilles plantations cacaoyères ou caféières. Ces espèces peuvent être en polyculture ou en monoculture (Figure 14 a) et le type d'association varie d'une plantation à une autre. Cependant, quelque soit le type d'association, l'igname, le maïs, le riz et le manioc restent les principales espèces sur la parcelle. Au sein de ces cultures, des vieux plants de cacaoyers et caféiers y ont été observés avec la présence de quelques espèces telles que *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae), *Ficus* sp. (Moraceae), *Morinda lucida* Benth. (Rubiaceae), etc.

Quant aux cultures pérennes, plusieurs espèces ont été observées dans les différentes localités parcourues. Les plus rencontrées sont le cacao, le café, l'anacarde, l'hévéa et le palmier à huile. Ces espèces sont également soit en association culturale, soit en monoculture (Figure 14 b).



Figure 14 : Quelques types de cultures à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (Photo prise par Zanh en 2018)

a : association d'ignames et de gombo ; b : Plantation cacaoyère en monoculture

7.1.2. Cartes d'occupation du sol de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra

Les cartes d'occupation du sol présentent cinq (05) classes. Il s'agit des classes forêt, culture pérenne, culture-jachère, sol nu-habitat et eau. La classe culture pérenne concerne les plantations matures, majoritairement composées de vergers de cacaoyers-caféiers dont l'âge est supérieur ou égal à 10 ans. La classe culture-jachère est composée de cultures pérennes non

Résultats et Discussion

matures (cultures de cacao, de café, d'anacarde et d'hévéa nouvellement installées et cacao-café en renouvellement) associées aux cultures annuelles et jachères. La matrice de confusion indique de façon générale une bonne classification des images avec des coefficients de Kappa supérieurs à 0,81 (Tableau II et III). Ainsi, le coefficient de Kappa obtenu en 1997, était de 0,96 avec une précision cartographique de 95,8 %. Les classes forêt et sol nu-habitat enregistrent les meilleurs taux de classification des pixels, avec une classification de 100 % chacune. La plus grande confusion est observée entre les classes culture pérenne et culture-jachère avec 36,45 % des pixels de la classe culture pérenne classés en classe culture-jachère (Tableau II).

En 2002 et 2006, les coefficients de Kappa étaient respectivement de 0,96 et 0,8 et les meilleurs taux de classification sont obtenus à partir de la classe forêt avec respectivement un taux de 99,46 % et 100 %. En 2013, les pixels au niveau de la classe culture pérenne ont été bien classifiés avec un taux de 96,98 %. En 2018, le meilleur taux de classification s'observe au niveau de la classe culture-jachère, avec une classification de 100 % (Tableau III).

Tableau II : Matrice de confusion, précisions globales et indices de Kappa des images LANDSAT de 1997 et 2002 de la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau	
1997						
Forêt	100	0	0	0	0	0,82
Culture pérenne	0	98,6	39,45	0	0	0
Culture-jachère	0	1,4	60,55	0	0	0
Sol nu-habitat	0	0	0	100	0	0
Eau	0	0	0	0	0	99,18
	Précision globale : 95,8 %					
	Coefficient de Kappa : 0,96					
2002						
Forêt	99,46	0	0,61	0	0	1,05
Culture pérenne	0,08	92,12	36,12	0	0	0
Culture-jachère	0,46	7,88	62,78	0	0	0,1
Sol nu-habitat	0	0	0,49	100	0	0,57
Eau	0	0	0	0	0	98,29
	Précision globale : 87,6 %					
	Coefficient de Kappa : 0,84					

Résultats et Discussion

Tableau III : Matrice de confusion, précisions globales et indices de Kappa des images LANDSAT de 2006, 2013 et 2018 de la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (Suite)

2006	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau
Forêt	100	0	0	0	0
Culture pérenne	0	91,58	1,94	0	0
Culture-jachère	0	8,42	98,06	2,2	0
Sol nu-habitat	0	0	0	97,8	0
Eau	0	0	0	0	100
Précision globale : 97 %					
Coefficient de Kappa : 0,96					
2013	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau
Forêt	96,98	0,56	1,21	0	0
Culture pérenne	0	99,44	1,61	0	0
Culture-jachère	3,02	0	96,77	0	0
Sol nu-habitat	0	0	0	100	0
Eau	0	0	0,4	0	100
Précision globale : 98,51 %					
Coefficient de Kappa : 0,98					
2018	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau
Forêt	96,43	0	0	0	0
Culture pérenne	3,57	86,32	0	0	0
Culture-jachère	0	13,68	100	0,63	0
Sol nu-habitat	0	0	0	99,37	0
Eau	0	0	0	0	100
Précision globale : 97 %					
Coefficient de Kappa : 0,97					

Les cartes obtenues montrent une dominance des espaces anthropisés (culture pérenne, culture-jachère et sol nu-habitat) dans la zone périphérique de la FCHS, avec un taux supérieur à 75 % durant la période de 1997 à 2018 (Figure 15). En effet, l'analyse de la composition du paysage (Figure 16), montre qu'en 1997, l'espace rural était dominé par la classe culture pérenne avec un taux de 39,65 %, soit 43316,28 ha. Les autres classes d'occupation du sol étaient représentées par les classes culture-jachère, forêt, sol nu-habitat et eau avec respectivement 26,4 % (28844,46 ha), 18,44 % (20148,35 ha), 13,33 % (14558,31 ha) et 2,18 % (2378,73 ha) du paysage.

En 2002, les espaces anthropisés occupaient une proportion de 87,93 % du paysage rural avec une dominance de la classe culture pérenne de 43 %, soit 46772,21 ha. Les classes forêt et eau étaient composées respectivement de 17 % et 0,2 % du paysage.

Résultats et Discussion

En 2006, le paysage rural était composé de 92,4 % des espaces anthropisés avec une dominance des cultures-jachères de 74,20 % (81382,83 ha). Les classes culture pérenne et sol nu-habitat, occupaient respectivement 15,05 % et 3,15 % du paysage. Les classes autres que les espaces anthropisés notamment les classes forêt et eau occupaient respectivement 5,02 % et 2,58 % du paysage.

En 2013, le paysage rural était toujours dominé par les espaces anthropisés 93,62 % dont 52,28 % de la classe culture pérenne et 33,97 % de la classe culture-jachère et seulement 7,37 % de sol nu-habitat. Les classes forêt et Eau occupaient respectivement 3,67 % et 2,71 %.

En 2018, le paysage à la périphérie de la FCHS occupait 93,88 % des espaces anthropisés avec une dominance de la classe culture-jachère de 86,21 % soit une superficie de 94928,05 ha. Les classes culture pérenne et sol nu-habitat étaient représentées respectivement par 3,71 % et 3,96 % des surfaces au niveau du paysage. Quant aux classes forêt et eau, elles occupaient respectivement 4 % (4358,51 ha) et 2,2 % (2393,43 ha) du paysage.

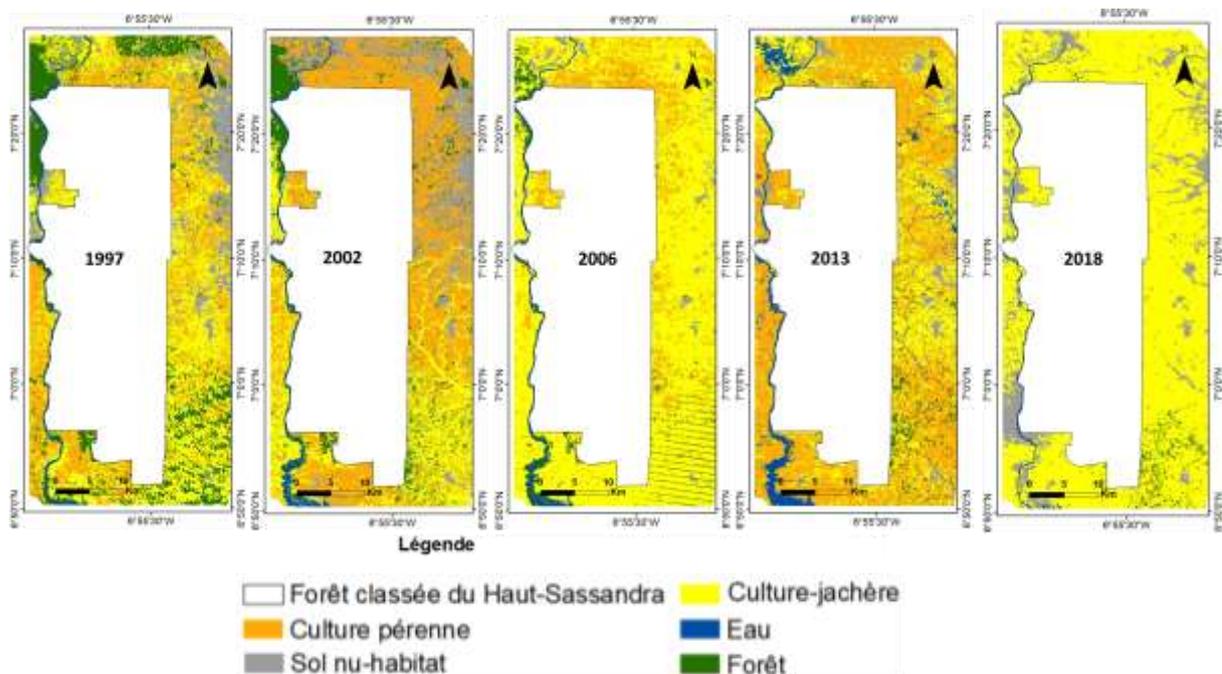


Figure 15 : Cartes d'occupation du sol de la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra en 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018

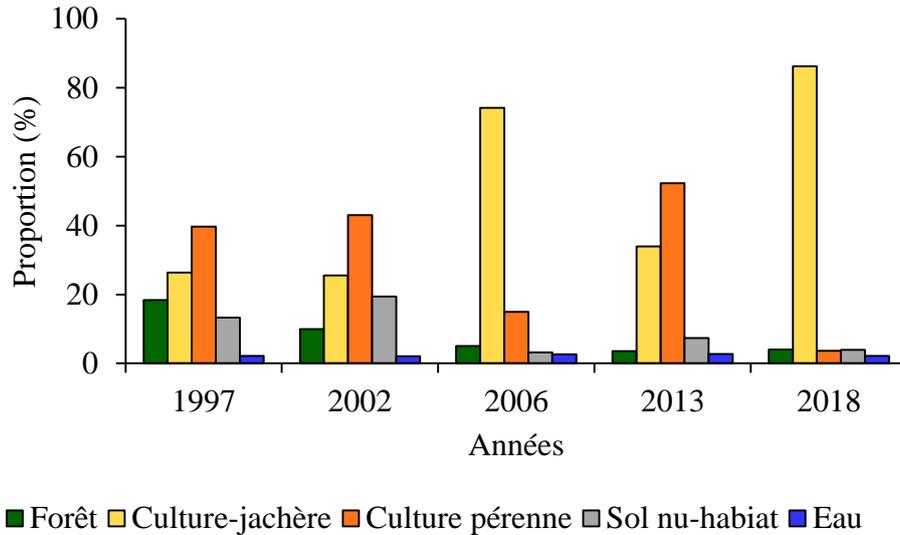


Figure 16 : Composition du paysage de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra de 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018

7.1.3. Dynamique de l'occupation du sol de 1997 à 2018

7.1.3.1. Changements opérés au niveau des classes d'occupation du sol

Durant la période de 1997 et 2002, les classes forêt et culture-jachère ont connu une régression respectivement de 46,61 % et 35,84 % de leur superficie (Figure 17). Par contre, les superficies des classes culture pérenne et sol nu-habitat ont respectivement augmenté de 62,3 % et 45,13 % (Figure 17).

La période de 2002 à 2006 est marquée par une régression des classes forêt, culture pérenne et sols nu-habitat respectivement de 44,97 % ; 66,47 % et 83,69 % de leur superficie. Ces différentes pertes de superficies se sont faites au profit de la classe culture-jachère avec un gain de 181,52 % (Figure 17).

Entre 2006 et 2013, on observe un changement au niveau des classes d'occupation du sol à la périphérie de la FCHS. On enregistre une perte de forêt et de mosaïques cultures et jachères au profit des classes culture pérenne et sol nu-habitat qui ont connu un important taux d'accroissement de 244,67 % et 123,71 % (Figure 17).

Durant la période de 2013 à 2018, on constate une diminution des surfaces des classes d'occupation du sol préexistantes. Cette période se caractérise par une régression des surfaces de cultures pérennes de 98,9 %. Par ailleurs, une augmentation de superficies des classes forêt, culture-jachère et sols nu-habitat respectivement de 18,47%, 152,99 % et 90,2 % a été observée (Figure 17).

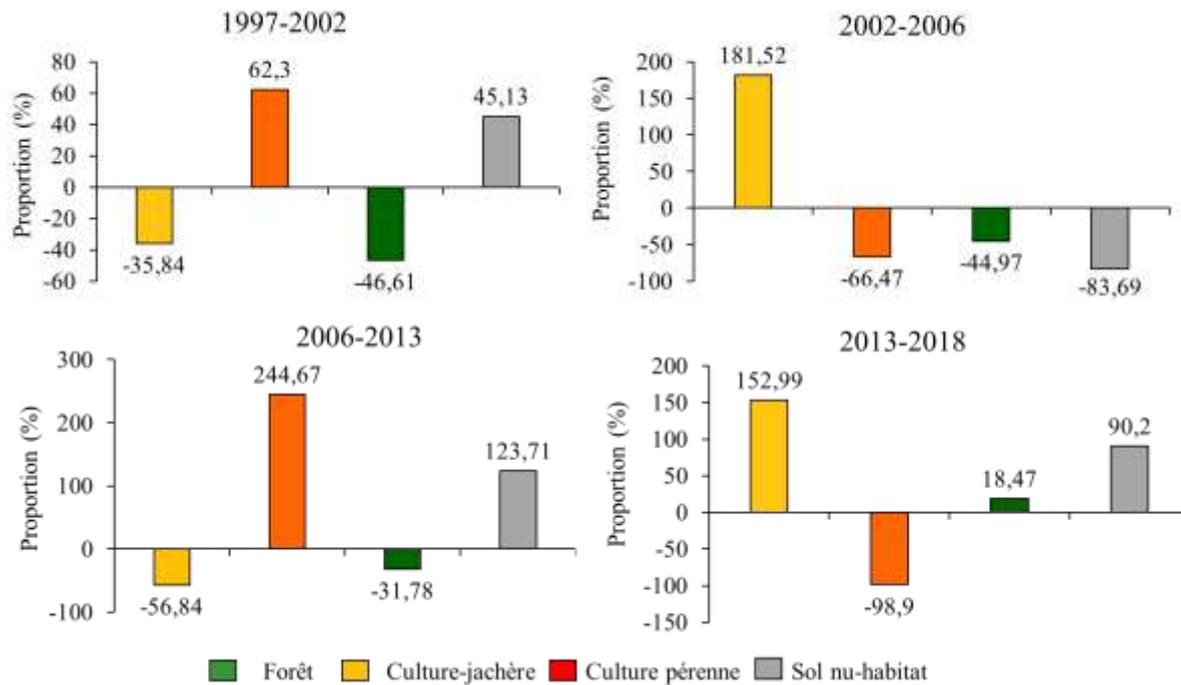


Figure 17 : Taux de changement des superficies des classes d'occupation du sol de la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra de 1997 à 2018

7.1.3.2. Transfert de l'occupation du sol

De 1997 à 2002, les superficies de la classe forêt ont été converties dans les autres classes, avec le plus important taux de conversion vers la classe culture-jachère de 27,67 %. Au cours de cette même période, plus de 41% de superficie de la classe culture-jachère ont été converties vers la classe culture pérenne. En ce qui concerne la superficie de la classe sol nu-habitat, 63,18 % sont restées intactes tandis que 36,82 % ont été convertis dans les autres classes. La plus grande conversion de cette classe a été observée au niveau de la classe culture pérenne avec un taux de 24,33 %.

Au cours de la période 2002 à 2006, les changements les plus remarquables ont été observés au niveau des classes forêt, culture pérenne et sol nu-habitat. En effet, ces classes ont connu une importante conversion vers la classe culture-jachère, avec des taux respectifs de 64,46 % ; 72,11 % et 80,47 %.

Durant la période 2006-2013, la classe forêt a connu une importante conversion vers les autres classes. En effet, les conversions les plus importantes au niveau de cette classe ont été observées au niveau des classes culture pérenne et culture-jachère, avec des taux respectifs de 57,89 % et 27,96 %. Seulement 1,21 % et 0,66 % des surfaces de cette classe ont été respectivement converties en sol nu-habitat et eau. Aussi, la classe culture-jachère a également connu une importante conversion de sa superficie au cours de cette même période vers la classe

Résultats et Discussion

culture pérenne de 51,53 %. Quant à la classe sol nu-habitat, 53,59 % de superficies sont restées inchangées et 46,41 % ont été converties dans les autres classes dont la plus forte conversion a été vers la classe culture-jachère (34,08 %).

De 2013 à 2018, les classes forêt et culture pérenne ont été principalement converties vers la classe culture-jachère respectivement de 82,81 % et 89 %. Au niveau de la classe culture-jachère, 87,04 % de la superficie sont restées inchangées contre 10,95 % converties en sol nu-habitat, 0,77 % en classe culture pérenne, et 0,81 % en classe forêt. Concernant la classe sol nu-habitat, 61,51 % sont restées intactes et 38,10 % ont été converties au profit de la classe culture-jachère.

De toutes les périodes de l'étude, la période allant de 2013 à 2018 a été celle au cours de laquelle le paysage a subi le plus de transformation se traduisant par la plus faible valeur de l'indice de stabilité qui est de 0,58 (Tableau IV).

Tableau IV : Matrice de transition des classes d'occupation du sol et indices de stabilité du paysage de 1997 à 2018 à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

1997-2002	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau	Total général
Forêt	35,78	19,93	27,67	14,31	2,31	100
Culture pérenne	2,84	72,93	20,04	4,18	0,01	100
Culture-jachère	5,3	41,85	34,09	17,92	0,84	100
Sol nu-habitat	2,41	24,33	9,38	63,18	0,7	100
Eau	3,29	1,88	11,72	3,24	79,87	100
Indice de stabilité : 1,33						
2002-2006	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau	Total général
Forêt	29,95	4,29	64,46	0,56	0,75	100
Culture pérenne	1,04	26,73	72,11	0,12	0	100
Culture-jachère	4,6	6,72	87,94	0,65	0,09	100
Sol nu-habitat	0,8	3,76	80,47	14,52	0,45	100
Eau	17,91	0	1,01	1,66	79,43	100
Indice de stabilité : 0,91						
2006-2013	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau	Total général
Forêt	12,22	57,89	27,96	1,21	0,66	100
Culture pérenne	4,19	67,06	26,99	0,46	1,3	100
Culture-jachère	3,04	51,53	34,34	6,78	4,21	100
Sol nu-habitat	0	5,45	34,08	53,59	6,87	100
Eau	0,01	0,05	0,74	0,04	98,95	100
Indice de stabilité : 1,14						
2013-2018	Forêt	Culture pérenne	Culture-jachère	Sol nu-habitat	Eau	Total général
Forêt	13,51	1,11	82,81	2,08	0	100
Culture pérenne	2,51	0,51	89,14	7,24	0	100
Culture-jachère	0,81	0,77	87,04	10,95	0	100
Sol nu-habitat	0	0,08	38,1	61,2	0	100
Eau	0,1	0,02	52,59	26,53	20,2	100
Indice de stabilité : 0,58						

Les valeurs en gras dans la diagonale de la matrice de transition expriment le pourcentage de stabilité des classes.

7.1.3.3. Dynamique de la structure et processus de transformation spatiale

Sur la période de 1997 à 2002, et de 2006 à 2013, les nombres de tâches ont augmenté au niveau des forêts respectivement de 2839 à 3713 et 1326 à 1520 (Tableau V). Cependant, on observe une diminution de son aire totale traduisant une dissection ($t_{obs}=0,53$) comme processus de transformation au niveau de cette classe durant ces deux périodes (Tableau VI). Par ailleurs, de 2002 à 2006 et de 2013 à 2018, cette classe a subi une forte pression conduisant à un processus de suppression de ses taches, marquée par une diminution du nombre, de l'aire et du périmètre des taches (Tableau V et VI).

La classe culture pérenne a connu trois processus de transformation que sont l'agrégation sur les périodes 1997 à 2002, et 2006 à 2013, la fragmentation entre 2002 et 2006 et la suppression entre 2013 et 2018. Le processus d'agrégation est confirmé par l'augmentation de l'aire totale des taches et la diminution de leur nombre. Cependant, sur la période allant de 2013 à 2018, comme la classe forêt, la classe culture pérenne a été la moins favorisée de toutes les autres classes considérées. En effet, cette classe a connu une suppression de ses taches entre 2013 et 2018 marquée par une réduction du nombre et de l'aire totale des taches (Tableau V et VI).

La classe culture-jachère, a connu trois processus de transformation spatiale à savoir la suppression, l'agrégation et la fragmentation. La suppression a eu lieu entre 1997 et 2002. Au cours de cette période, la classe culture-jachère a connu une diminution du nombre et de l'aire de ses taches. Le second processus est l'agrégation, qui a eu lieu entre 2002 et 2006 et entre 2013 et 2018, caractérisée par la diminution du nombre et l'augmentation de l'aire totale de ses taches. Le troisième processus est la fragmentation qui a eu lieu entre 2006 et 2013 marquée par une augmentation du nombre et de l'aire totale de ses taches (Tableau V et VI).

Quant à la classe sol nu-habitat, elle a connu également trois processus. Le premier processus est la création qui a eu lieu entre 1997 et 2002 et 2006 et 2013. Ce processus de création est marqué par l'augmentation du nombre et de l'aire totale des tâches. Le second processus est la suppression qui a lieu entre 2002 et 2006 caractérisée par la diminution du nombre et de l'aire totale des taches (Tableau V et VI). Le troisième processus observé au niveau de cette classe, entre 2013 et 2018, est une agrégation. En effet, ce processus est indiqué par une diminution du nombre de taches et une augmentation de leur aire totale (Tableau V et VI).

Résultats et Discussion

Tableau V : Indices de structures spatiales calculés en 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018 pour chaque classe d'occupation à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Indices	Classes	Périodes				
		1997	2002	2006	2013	2018
n	Forêt	2839	3713	1326	1520	719
	Culture pérennes	2978	2270	2620	1994	381
	Culture-jachère	2858	1892	743	4212	137
	Sol nu-habitat	1383	3095	792	2173	1218
a (km ²)	Forêt	202	108,1	55	38,5	22
	Culture pérenne	288,4	467,66	165	546	6,05
	Culture-jachère	433,2	277,68	814	355	902
	Sol nu-habitat	145,6	211,26	34,6	77	147
p (km)	Forêt	2973	2357,28	1226	1021	594
	Culture pérenne	4546	5232,72	2946	6473	207
	Culture-jachère	6774	4034,88	4380	2640	6636
	Sol nu-habitat	1811	3532,14	642	1658	1892

n : nombre totale des taches, a : aire totale des taches, p : périmètre des taches

Tableau VI : Processus de transformation spatiale des classes d'occupation du sol de 1997 à 2002 ; 2002 à 2006 ; 2006 à 2013 et 2013 à 2018 à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Classes d'occupation du sol	Indices	Périodes			
		1997-2002	2002-2006	2006-2013	2013-2018
Forêt	n	$n_{2002} > n_{1997}$	$n_{2006} < n_{2002}$	$n_{2013} > n_{2006}$	$n_{2018} < n_{2013}$
	a	$a_{2002} < a_{1997}$	$a_{2006} < a_{2002}$	$a_{2013} < a_{2006}$	$a_{2018} < a_{2013}$
	p	$p_{2002} < p_{1997}$	$p_{2006} < p_{2002}$	$p_{2013} < p_{2006}$	$p_{2018} < p_{2013}$
	PTS	Dissection	Suppression	Dissection	Suppression
Culture pérenne	n	$n_{2002} < n_{1997}$	$n_{2006} > n_{2002}$	$n_{2013} < n_{2006}$	$n_{2018} < n_{2013}$
	a	$a_{2002} > a_{1997}$	$a_{2006} < a_{2002}$	$a_{2013} > a_{2006}$	$a_{2018} < a_{2013}$
	p	$p_{2002} > p_{1997}$	$p_{2006} < p_{2002}$	$p_{2013} > p_{2006}$	$p_{2018} < p_{2013}$
	PTS	Agrégation	Fragmentation	Agrégation	Suppression
Culture-jachère	n	$n_{2002} < n_{1997}$	$n_{2006} < n_{2002}$	$n_{2013} > n_{2006}$	$n_{2018} < n_{2013}$
	a	$a_{2002} < a_{1997}$	$a_{2006} > a_{2002}$	$a_{2013} > a_{2006}$	$a_{2018} > a_{2013}$
	p	$p_{2002} < p_{1997}$	$p_{2006} > p_{2002}$	$p_{2013} > p_{2006}$	$p_{2018} > p_{2013}$
	PTS	Suppression	Agrégation	Fragmentation	Agrégation
Sol nu-habitat	n	$n_{2002} > n_{1997}$	$n_{2006} < n_{2002}$	$n_{2013} > n_{2006}$	$n_{2018} < n_{2013}$
	a	$a_{2002} > a_{1997}$	$a_{2006} < a_{2002}$	$a_{2013} > a_{2006}$	$a_{2018} > a_{2013}$
	p	$p_{2002} > p_{1997}$	$p_{2006} < p_{2002}$	$p_{2013} > p_{2006}$	$p_{2018} > p_{2013}$
	PTS	Création	Suppression	Création	Agrégation

n : nombre totale des taches, a : aire totale des taches, p : périmètre des taches

7.2. Facteurs de la saturation foncière de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.2.1. Profil des paysans à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.2.1.1. Ages des chefs de ménages

L'âge des chefs de ménage varie de 18 à 85 ans avec une moyenne de 52 ans. Trois (03) classes d'âges ont été définies (Figure 18). La majorité des chefs de ménages se situent dans la classe d'âge comprise entre]35-60[ans, avec un taux de 56,82 %. Ceux dont l'âge est compris entre [18-35] ans, occupent une proportion de 23,86 %. Les chefs de ménages dont l'âge est supérieur ou égal à 60 ans représentent 19,32 % des chefs de ménages enquêtés.

La répartition des classes d'âges varie selon les secteurs. Ainsi, les chefs de ménages dont l'âge est supérieur ou égal à 60 ans sont faiblement représentés au niveau des différents secteurs. Par contre, on a une proportion importante des chefs de ménages ayant un âge compris entre [18-35] ans, dans les secteurs Est et Nord avec respectivement des taux de 30,59 % et 37,14 %. Au niveau des secteurs Sud et Ouest, les chefs de ménages dont l'âge varie entre]35-60[ans, sont les plus dominants avec des valeurs respectives de 62,11 % et 69,39 %.

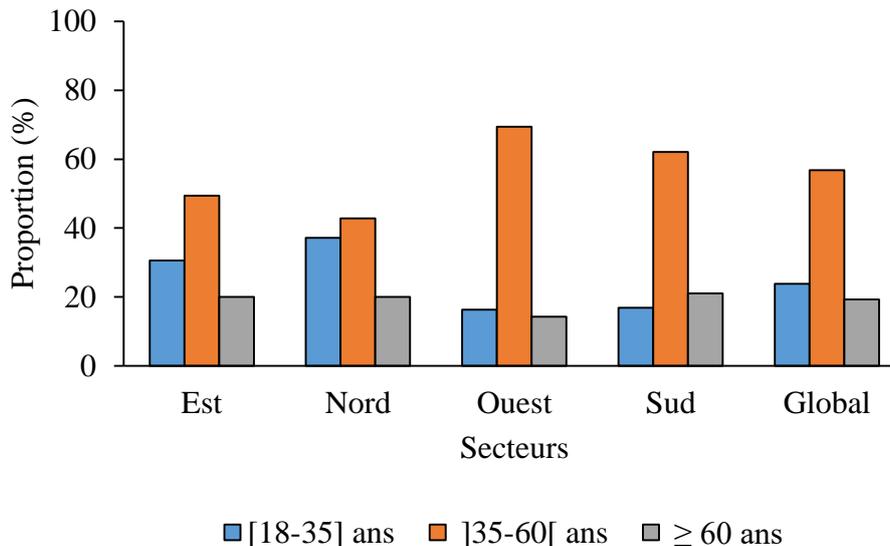


Figure 18 : Répartition des chefs de ménages par classes d'âge

7.2.1.2. Origines des chefs de ménages

Trois communautés sont présentes dans la zone périphérique de la FCHS (Figure 19). Les allochtones sont les plus nombreux avec un taux de 64 %. Les autochtones et les allogènes occupent des proportions respectives de 27 % et 9 %.

Au niveau des différents secteurs, des proportions importantes d'allochtones ont été enregistrées dans les secteurs Est et Nord, avec respectivement des taux de 94,12 % et 100 %.

Résultats et Discussion

Le secteur Ouest, quant à lui, enrégistre une forte proportion de populations autochtones (77,55 %). Le secteur Sud est principalement dominé par les allochtones (44,21 %) et les autochtones (40 %).

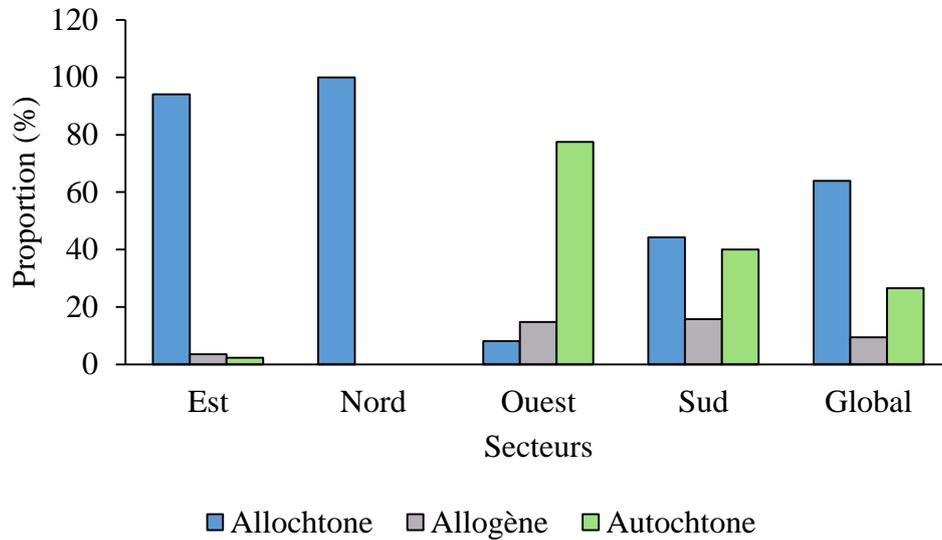


Figure 19 : Répartition des chefs de ménages selon leurs origines

7.2.1.3. Niveau de scolarisation des chefs de ménages

Le niveau de scolarisation des chefs de ménages interrogés est globalement faible. En effet, 48 % des chefs de ménages sont non scolarisés, 27 % ont fait le cycle primaire et 23 % le cycle secondaire. Seulement 1 % des chefs de ménages a fait le cycle supérieur (Figure 20).

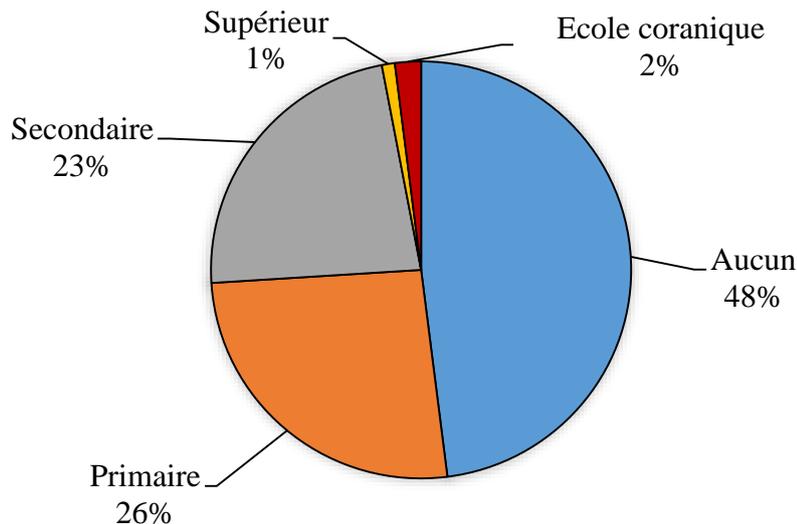


Figure 20 : Niveau de scolarisation des chefs de ménages interrogés

7.2.1.4. Situation matrimoniale et nombre d'épouses

Parmi les chefs de ménages interrogés, 87 % sont mariés, 9 % sont des célibataires et 4 % sont des veufs (Figure 21). Parmi les mariés, 74 % ont une seule épouse contre, 26 % qui en ont deux et 4 % qui possèdent plus de deux (02), selon la figure 22.

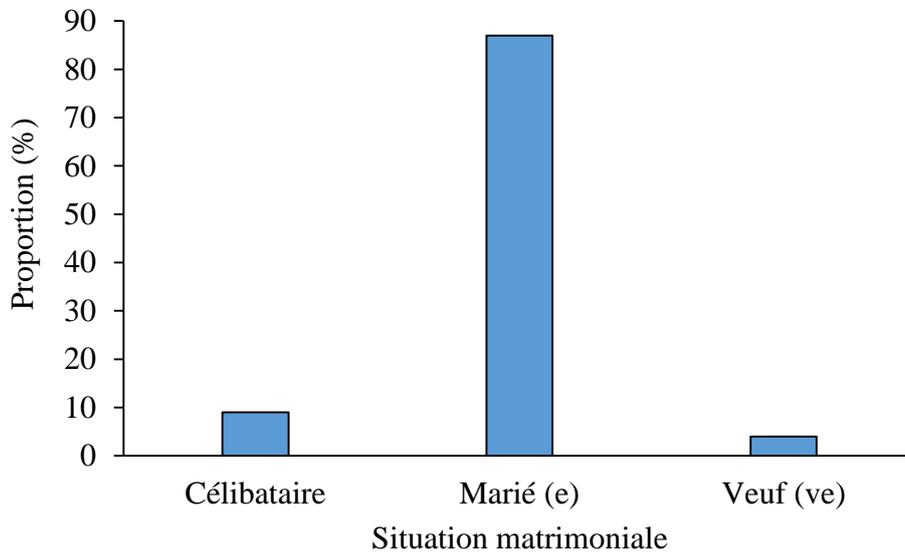


Figure 21 : Situation matrimoniale des chefs de ménages

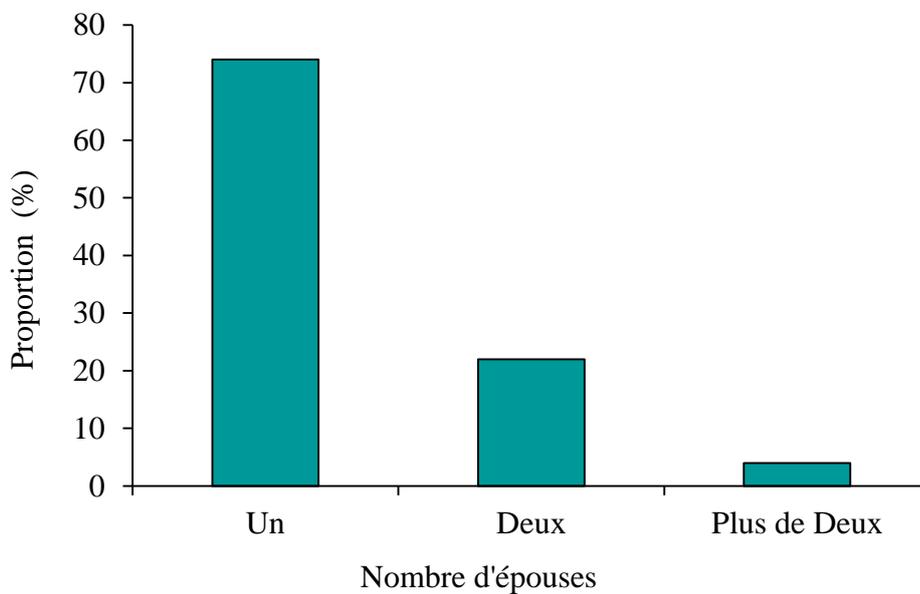


Figure 22 : Répartition du nombre d'épouses par chefs de ménages

7.2.1.5. Périodes d'installation des chefs de ménages

L'installation des paysans à la périphérie de la FCHS s'est faite durant cinq (05) périodes : avant 1980, de 1980 à 1990, de 1991 à 2000, de 2001 à 2011 et après 2011 (Figure 23). La période où les installations ont été importantes fut celle de 1980 à 1990 pendant laquelle 43,94 % des chefs de ménages se sont installés dans la zone. Cependant, lorsqu'on considère les secteurs, avant 1980 et après 2011, la plus importante installation des chefs de ménages a été observée dans le secteur Est, avec des taux respectifs d'installation de 52,73 % et 71,43 %. De 1980 à 1990 et de 1991 à 2000, le secteur Sud a connu la plus forte installation des chefs de ménages, avec respectivement de 51,73 % et 42,48 %.

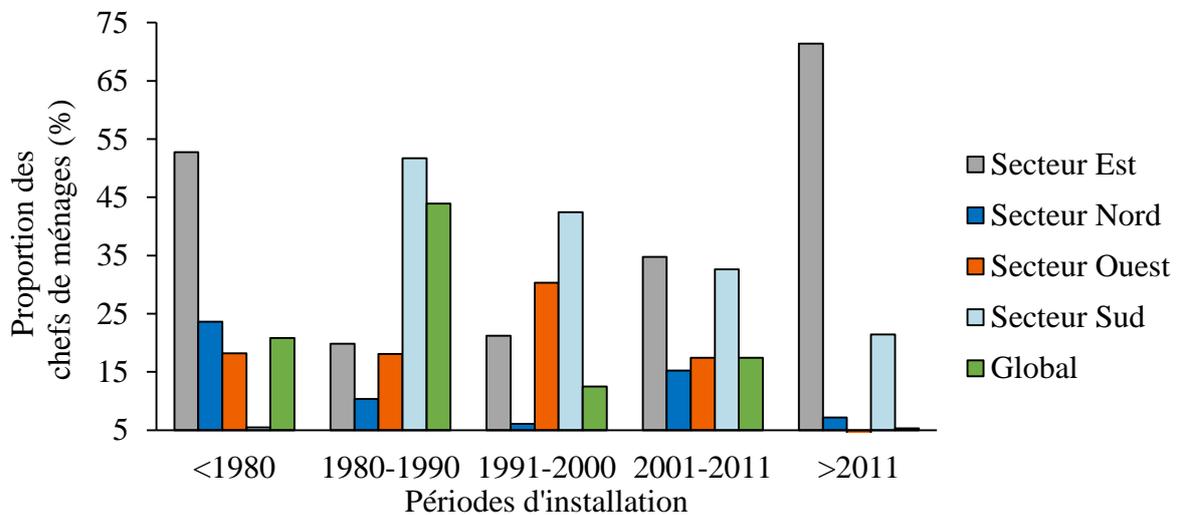


Figure 23 : Période d'installation des chefs de ménages dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.2.1.6. Modes de valorisation des parcelles à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Cinq (05) modes de faire valoir des parcelles ont été déterminés dans la zone d'étude (Figure 24). Il s'agit du mode direct (activité réalisée par le paysan lui-même avec l'aide de la main d'œuvre familiale), le métayage (mode d'exploitation agricole dans lequel le propriétaire et l'exploitant d'une parcelle se partagent la récolte dans des proportions fixées par contrat), la mise en location (mode d'exploitation des parcelles agricoles dans lequel le propriétaire met à disposition sa parcelle à usage agricole dans l'objectif de la mettre en valeur en échange d'argent) et main d'œuvre salariale (le propriétaire terrien emploie un ouvrier pour la mise en place de la parcelle jusqu'à la récolte). Parmi ces modes de faire valoir, 78 % des chefs de

ménages exploitent directement leur parcelle et 10 % des ménages font le métayage. Très peu de chefs de ménages utilisent la main d'œuvre salariale (8 %). Quatre pourcents (4 %) des chefs de ménages mettent leur parcelle en location.

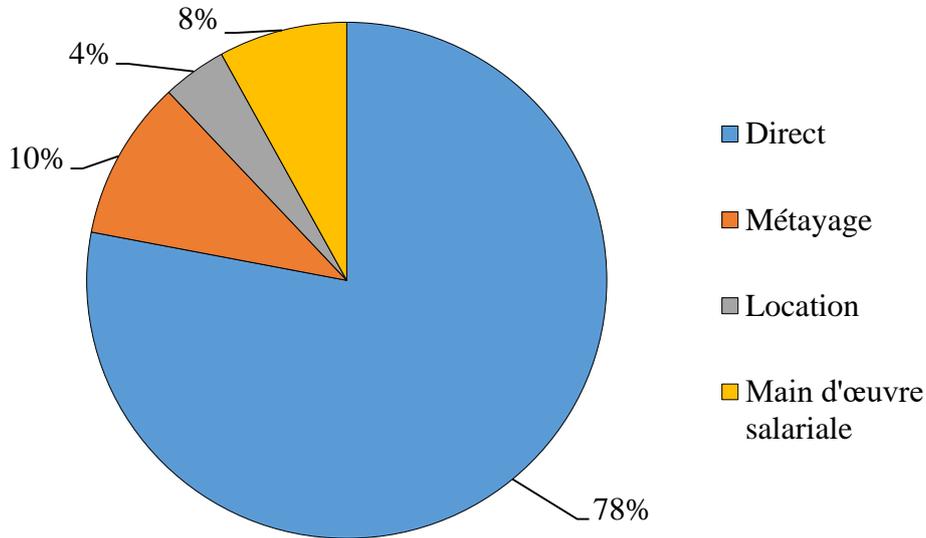


Figure 24 : Répartition des différents modes de faire valoir des parcelles

7.2.1.7. Modes d'acquisition des parcelles

Cinq modalités d'accès à la terre ont été identifiées dans la zone d'étude à savoir : l'achat, le don, l'héritage, la location et le travail-partagé (qui est une forme de contrat au cours duquel le propriétaire terrien cède une partie de la récolte ou de la plantation à l'exploitant), comme le montre la figure 25. L'héritage est le plus important, avec un taux de 51,4 % des chefs de ménage. Ceux ayant acquis la terre par achat occupent une proportion de 34,4 %. Les autres modes d'acquisition des terres sont représentés par la location, la donation et le travail-partagé, avec des taux respectifs de 10 %, 2,3 % et 1,9 %.

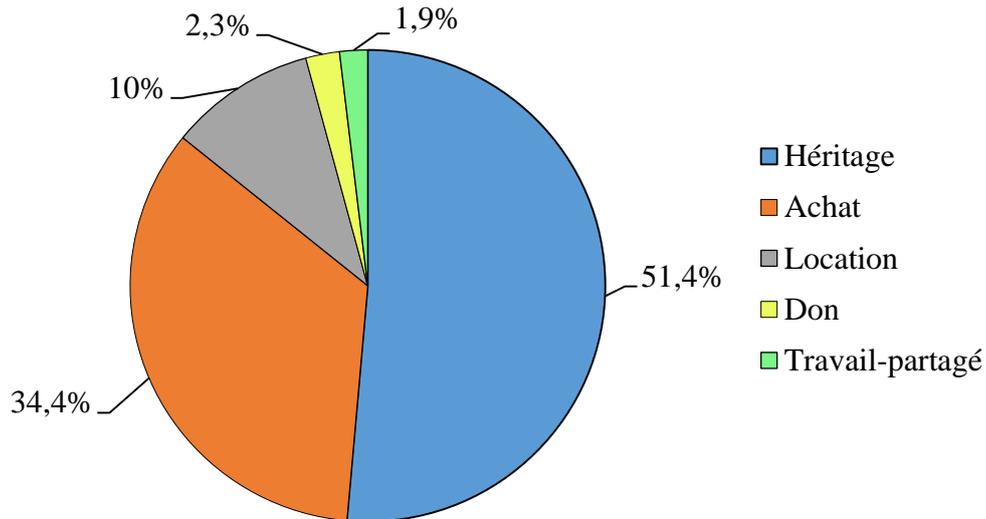


Figure 25 : Proportions des différents modes d'acquisition des terres

7.2.1.8. Modes d'entretien de la parcelle

Les parcelles agricoles de la zone d'étude sont sujettes à deux modes d'entretien. Il s'agit de la main d'œuvre et de l'utilisation des produits phytosanitaires.

Au niveau de la main d'œuvre, cinq types ont été identifiés dans la zone d'étude (Figure 26). Un chef de ménage peut utiliser un ou plusieurs types de main d'œuvre. Ainsi, 93,94 % des chefs de ménages utilisent la main d'œuvre familiale. Les chefs de ménages utilisant la main d'œuvre contractuelle représentent 26,89 %. En plus de ces deux types de main d'œuvre, 12,5 % des chefs de ménages ont recours à la main d'œuvre sociétale (qui est représentée par des groupes de personnes que le chef de ménage loue pour l'entretien de sa parcelle). 4,17 % des chefs de ménages ont recours à des associations (qui sont représentées par des groupes de 10 à 20 personnes faisant partie de la famille, du village ou du village voisin qui s'entraident lors de l'entretien des parcelles ou de l'écabossage) et à la main d'œuvre salariale (personne travaillant à temps complet ou partiel, de façon permanente sur la parcelle agricole, chaque semaine ou chaque mois au cours de la campagne, pour une durée totale d'au moins 8 mois).

En plus de la main d'œuvre, les chefs de ménages ont également recours aux produits phytosanitaires. Cinq types de produits phytosanitaires ont été identifiés (Figure 27). Comme les types de main d'œuvre, un (01) ou plusieurs types de produits phytosanitaires peuvent être utilisés par le chef de ménages. Les plus utilisés sont les insecticides et les herbicides avec respectivement des taux d'utilisation de 64,77 % et 62,5 %.

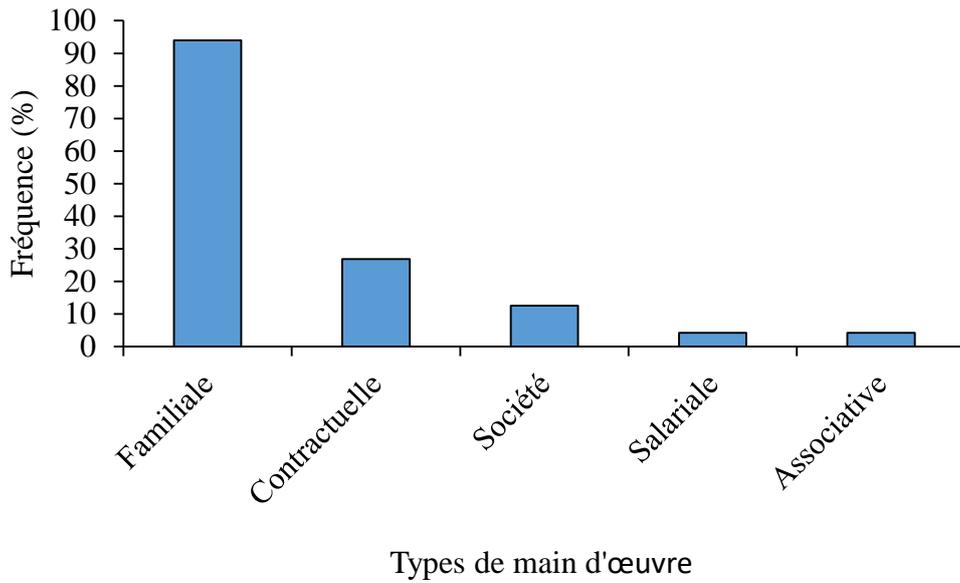


Figure 26 : Types de main d'œuvre utilisés par les chefs de ménages

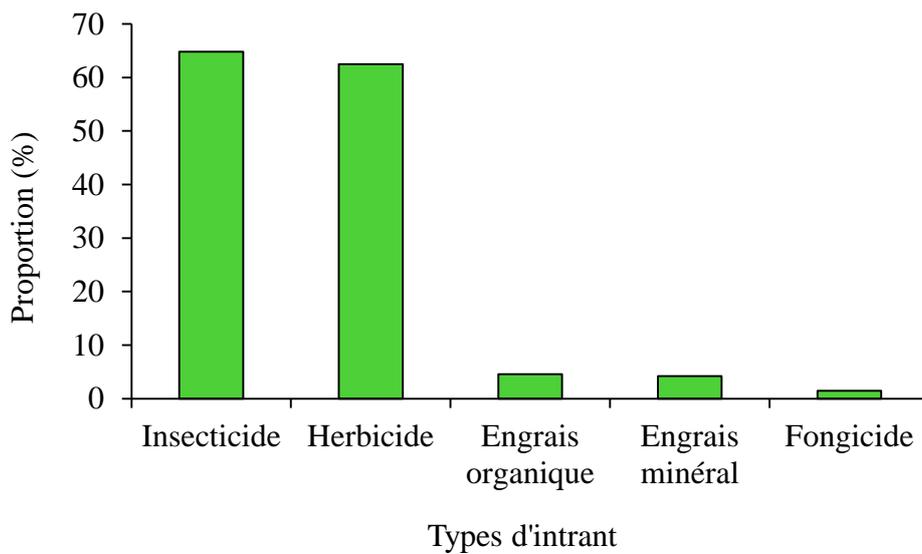


Figure 27 : Types d'intrants agricoles utilisés par les chefs de ménages

7.2.1.9. Disponibilité des réserves de terres, types de réserves de terres et intention de planter

Sur les 264 chefs de ménage enquêtés, 57 % ont déclaré avoir encore des réserves de terres. Ces réserves de terre se répartissent en trois (03) principaux types (Figure 28). Il s'agit des jachères, des forêts et des bas-fonds. Les jachères sont les plus importantes avec une proportion de 84 % de l'ensemble des réserves de terres. Ces jachères sont des terres moins

Résultats et Discussion

propices aux cultures pérennes, en particulier le cacao. On a également 11 % de forêt et 5 % de bas-fond.

Sur ces réserves de terres, les planteurs ont l'intention d'y planter l'anacarde (28 %), l'hévéa (22 %) et le cacao (13 %). L'intention de faire les cultures vivrières est minoritaire sur ces réserves de terre car seuls 10 % des chefs de ménages veulent y mettre de l'igname et 8 % des cultures maraichères (Figure 29).

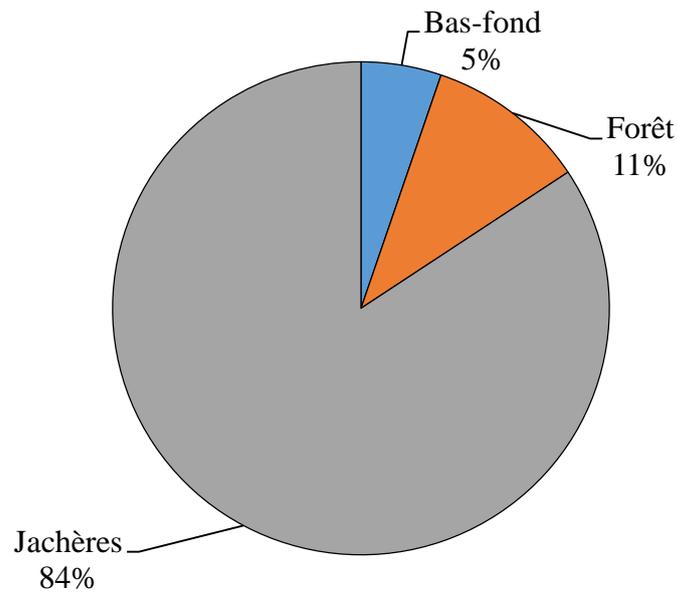


Figure 28 : Répartition des types de réserves de terre

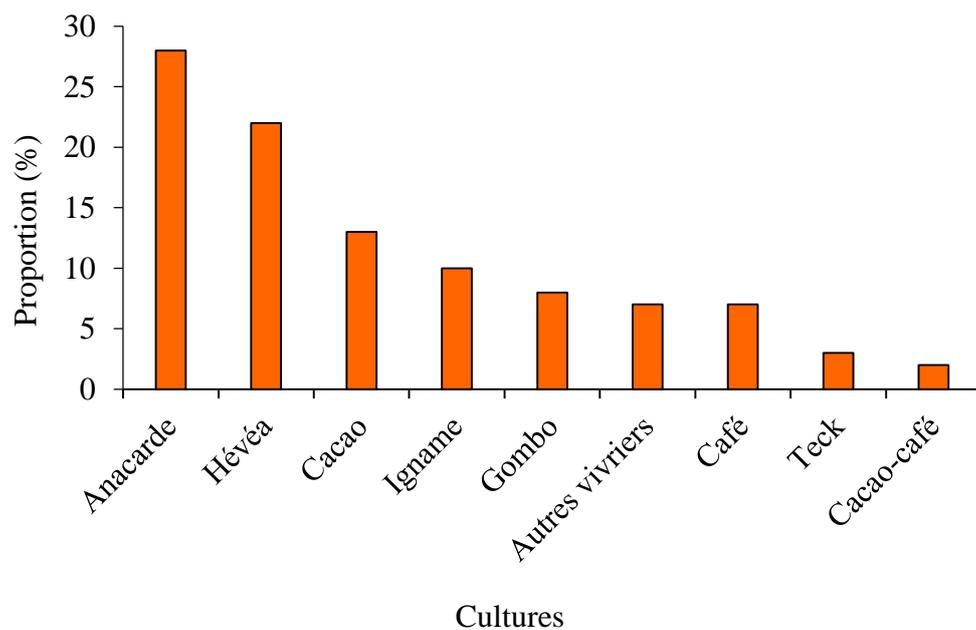


Figure 29 : Répartition des différentes intentions de cultures

7.2.2. Typologie des chefs de ménages

La classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée, en vue d'établir la typologie des chefs de ménages, a permis d'identifier quatre groupes ménages (Figure 30).

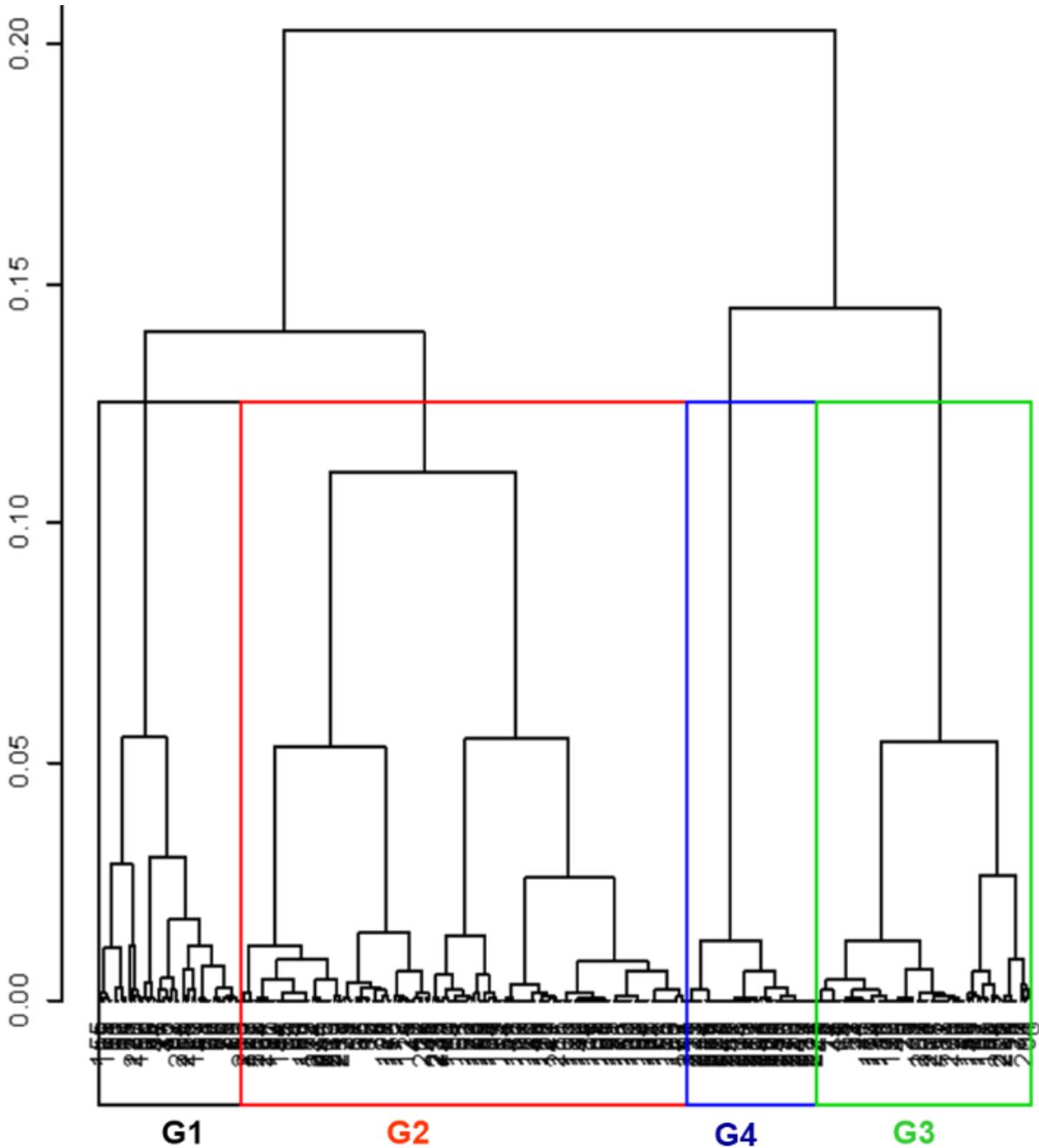


Figure 30 : Classification Ascendante Hiérarchique des différents types de chefs de ménages à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

G1 : groupe 1 ; G2 : groupe 2 ; G3 : groupe 3 et G4 : groupe 4

Résultats et Discussion

Cinq (05) facteurs ont été discriminants. Il s'agit de l'origine, de l'âge (Tableau VII), de la localisation, de la période d'installation et du mode d'acquisition des terres (Tableau VIII). Le premier groupe (G1) rassemble les chefs de ménages autochtones (63,63 %) ayant un âge compris entre 35 et 59 ans (84,8 %) et habitant principalement le secteur Ouest (33,33 %) de la FCHS. Dans ce groupe, les chefs de ménages se sont installés majoritairement dans la zone périphérique de la FCHS entre 1991 et 2000 (69,7 %). Ils ont acquis la terre par achat (43,3 %) et héritage (40 %).

Le deuxième groupe (G2) regroupe les chefs de ménages autochtones (55,80 %) dont l'âge est compris entre 35 et 59 ans. Contrairement au premier groupe, les chefs de ménages du G2 sont localisés principalement dans les secteurs Sud (63,15 %) et Ouest (34,74 %) de la FCHS. Ces derniers se sont installés entre 1980 et 1990 (73,68 %). Ils ont acquis leur parcelle par héritage (58,5 %).

Le troisième groupe (G3) se compose majoritairement des chefs de ménages allochtones (98,57 %), âgés de 60 ans ou plus (35,71 %) qui habitent principalement les parties Nord (30 %) et Est (68,57 %) de la FCHS. Ces chefs de ménages se sont installés avant 1980 (61,43 %) et ont acquis la terre par donation (17,14 %).

Le quatrième groupe (G4) rassemble les chefs de ménages allochtones (84,85 %), dont l'âge est compris entre 18 et 35 ans. Ils occupent principalement la partie Est (42 %) de la FCHS et s'y sont installés entre 2001 et 2011 (56,1 %) pour certains et après 2011 (18,2 %) pour d'autres. Dans ce groupe, les chefs de ménages ont acquis leur terre par héritage (51,5 %) et achat (40,9 %).

Tableau VII : Récapitulatif des variables caractéristiques du profil des chefs de ménages à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Catégories	Variables	G1	G2	G3	G4	Test de Khi deux
Origines	Allochtone	36,4	25,3	98,6	84,8	130,59***
	Allogène	0	18,9	1,4	9,1	
	Autochtone	63,6	55,8	0	6,1	
Ages]35-59] ans	84,8	69,5	58,6	22,7	156,05***
	[18-35] ans	12,1	4,2	5,7	77,3	
	≥ 60 ans	3	26,3	35,7	0	

Seuil de significativité des tests de Khi-deux : **<0,01, ***<0,001 ; G : Groupe

Résultats et Discussion

Tableau VIII : Récapitulatif des variables caractéristiques du profil des chefs de ménages à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (Suite)

Catégories	Variables	G1	G2	G3	G4	Test de Khi deux
Secteurs	Secteur Est	21,2	2,1	68,6	42,4	172,84***
	Secteur Nord	0	0	30	21,2	
	Secteur Ouest	33,3	34,7	0	7,6	
	Secteur Sud	45,5	63,2	1,4	28,8	
Périodes d'installation	< 1980	0	12,6	61,4	0	315,48***
	> 2011	3	0	1,4	18,2	
	1980-1990	24,2	73,7	35,7	19,7	
	1991-2000	69,7	5,3	1,4	6,1	
	2001-2011	3	8,4	0	56,1	
Modes d'acquisition des parcelles	Achat	43,3	28,7	31,9	40,9	36,70**
	Don	0	12,8	17,4	3	
	Héritage	40	58,5	46,4	51,5	
	Location	10	0	0	4,5	
	Travail partagé	6,7	0	4,3	0	

Seuil de significativité des tests de Khi-deux : **<0,01, ***<0,001 ; G : Groupe

7.2.3. Caractéristiques des exploitations agricoles situées à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.2.3.1. Principales cultures pérennes et cultures vivrières associées

Quatre principales cultures pérennes sont observées à la périphérie de la FCHS. Il s'agit du cacao, du café, de l'anacarde et de l'hévéa (Figure 31). La plus cultivée en terme d'unité d'exploitation est le cacao avec un taux de 37 %. Ensuite, suivent le café et l'anacarde, avec des taux respectifs de 31 % et 27 %. La culture de l'hévéa est moins représentée dans la zone, avec une proportion de 5 %.

Résultats et Discussion

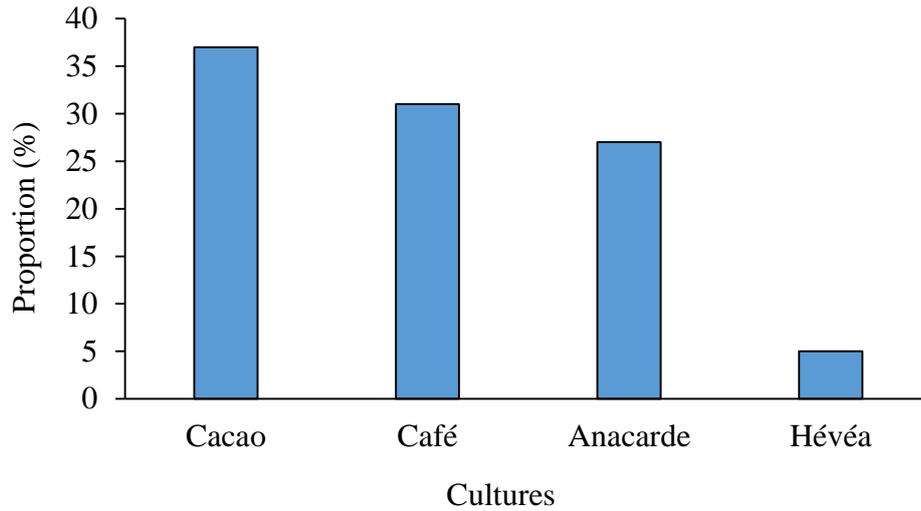


Figure 31 : Répartition des cultures pérennes pratiquées à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Cinq principales cultures vivrières sont associées aux cultures pérennes dans l'ensemble de la zone d'étude (Figure 32). Il s'agit par ordre décroissant de la banane plantain (20 %), du manioc (19 %), de l'igname (19 %), du maïs (17 %) et du riz (10 %).

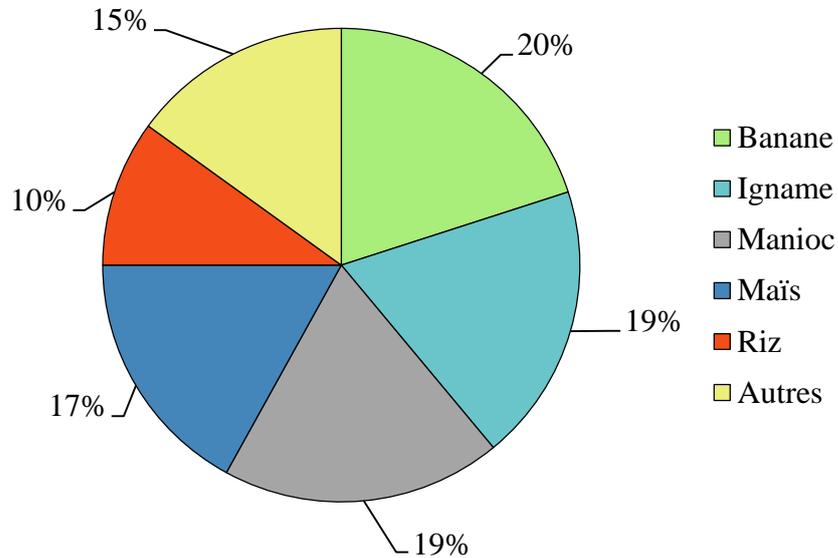


Figure 32 : Répartition des principales cultures vivrières associées aux cultures pérennes

*Autres : mil, haricot, gombo, piment, aubergine, taro, arachide.

7.2.3.2. Age des principales cultures pérennes

L'âge des principales cultures pérennes varie de 1 à 52 ans. L'âge des cultures peut être réparti en quatre classes. Il s'agit des plantations dont l'âge est inférieur ou égal à cinq ans (≤ 5 ans), celles dont l'âge est compris entre 6 et 15 ans, 16 et 30 ans et celles dont l'âge est supérieur à 30 ans (Figure 33). Les plantations dont l'âge est supérieur à 30 ans sont représentées par les cacaoyères (39 %) et caféières (35,1 %). En revanche, celles dont l'âge est inférieur à 5 ans sont principalement représentées à 88 % par les plantations d'anacarde et comprennent également du cacao (10,2 %) et du café (11,7 %)., au niveau des différents secteurs, le Nord de la FCHS est dominé par de vieilles plantations cacaoyères et caféières dont l'âge est supérieur à 30 ans, avec des proportions respectives de 71,9 % et 81 %, comme indiqué à la figure 34. Par contre, celles dont l'âge est inférieur ou égal à 5 ans sont principalement situées au Sud, avec des proportions respectives de 13,3 % et 14,7 %. Plus de 90% des plantations d'anacarde sont jeunes, avec un âge inférieur ou égal à 5 ans. Elles sont représentées dans tous les secteurs

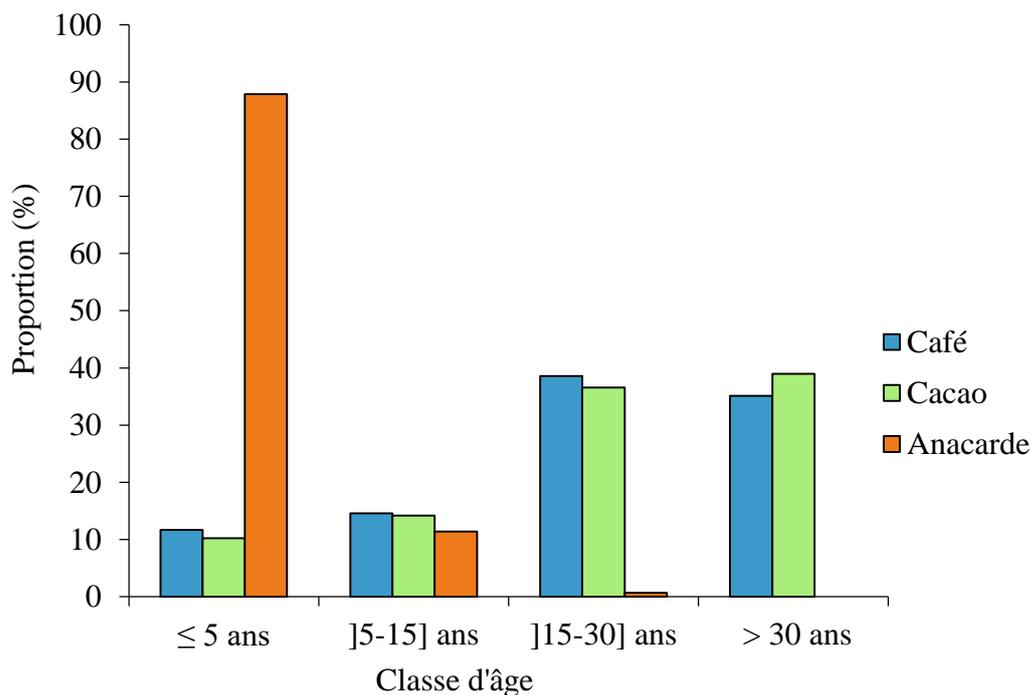


Figure 33 : Répartition des cultures pérennes selon leur âge à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Résultats et Discussion

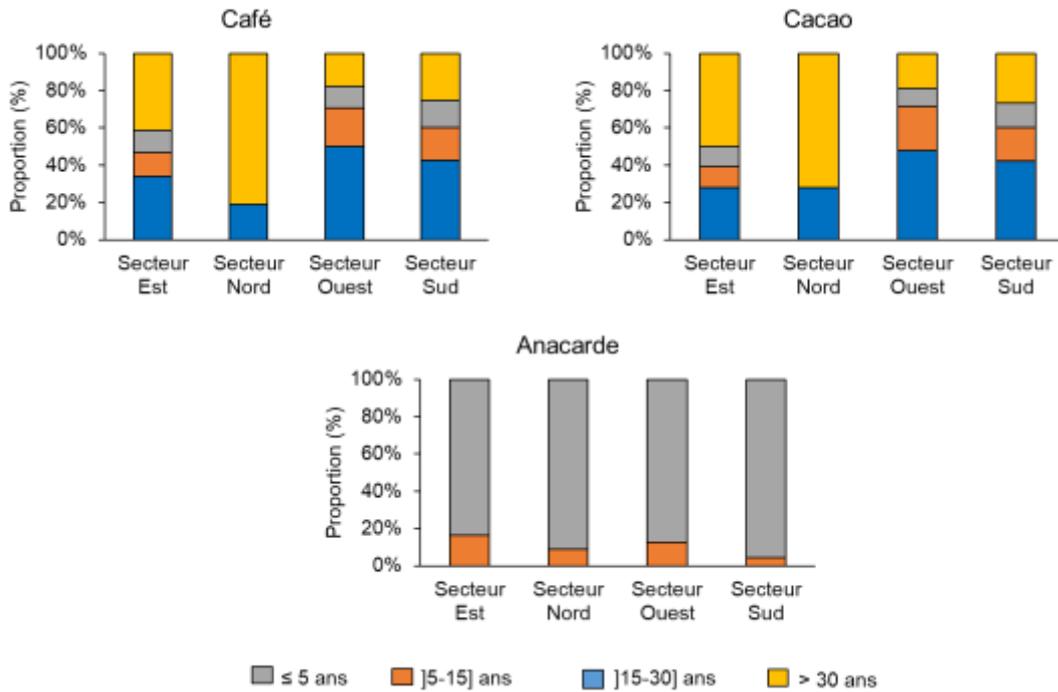


Figure 34: Répartition de l'âge des principales cultures pérennes selon les secteurs géographiques de la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.2.3.3. Précédents cultureux des exploitations de cultures pérennes

Trois précédents cultureux des principales cultures pérennes ont été identifiés dans la zone d'étude (Figure 35). Il s'agit des forêts, des jachères et des vieilles plantations. Les cacaoyères et les caféières ont été installées après une défriche de la forêt, avec des proportions respectives de 54 % et 44 %. Contrairement aux plantations d'anacardières qui ont été essentiellement installées dans 49 % de vieilles plantations et 40 % de jachères.

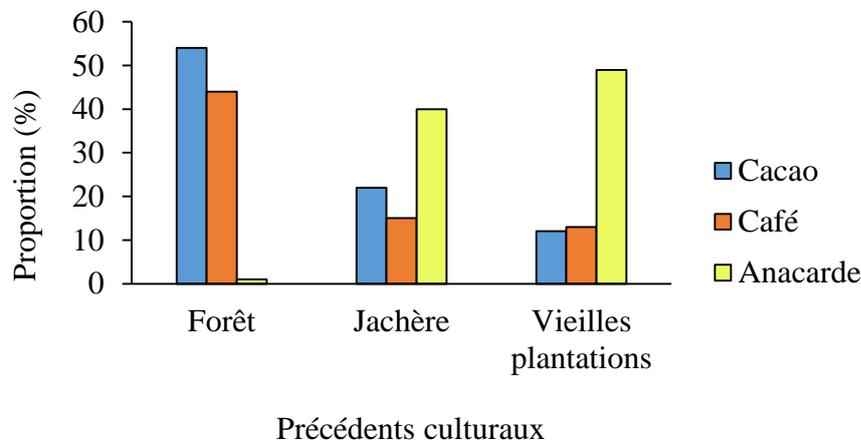


Figure 35 : Distribution des principales cultures pérennes selon les précédents cultureux

7.2.3.4. Superficies des principales cultures pérennes

Les superficies moyennes du cacao, du café et de l'anacarde sont respectivement de 3,7 ha, 2 ha et 1,2 ha par chef de ménage. Cependant, quatre classes de superficies de ces principales cultures ont été définies. Il s'agit des plantations de moins de 1 ha, de 1 à 3 ha, de 3 à 5 ha et celles dont les superficies sont supérieures à 5 ha (Figure 36). Ainsi, 77,4 % des plantations d'anacarde ont une superficie de moins de 1 ha. Il en est de même pour le café dont 47 % ont une superficie de moins d'un ha. Les exploitations de plus de 5 ha sont essentiellement représentées par les cacaoyères avec 16,8 %.

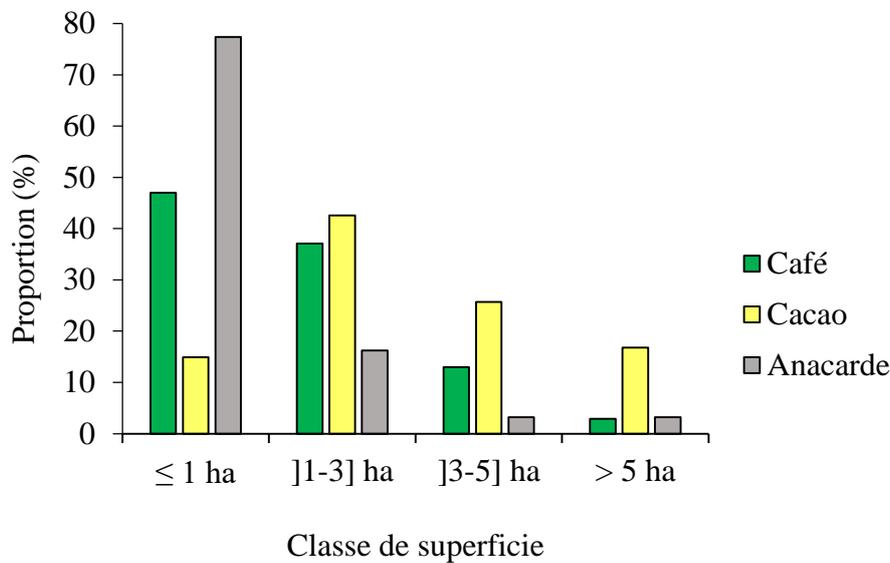


Figure 36 : Répartition des cultures pérennes en fonction des superficies emblavées dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.2.3.5. Contraintes liées à la production des principales cultures pérennes

Les contraintes liées à la production des principales cultures pérennes sont : le vieillissement des plantations (27 %), le *Cocoa swollen shoot virus* (26 %), comme indiqué à la figure 37a et la pourriture brune (20 %) causée par les champignons du genre *phytophthora* (Figure 37b). En dehors de ces trois contraintes, les parasites (11 %), la sécheresse (10 %), l'infertilité des sols (3 %) ainsi que le manque d'entretien (2 %) sont également les facteurs qui affectent négativement la bonne production des cultures pérennes. En dehors de ces contraintes, d'autres problèmes (1 %) ont également été cités par les chefs de ménages. Il s'agit des Loranthaceae, des chenilles défoliatrices et des écureuils (Figure 38).



Figure 37 : Exemples de quelques contraintes liées à la production des cultures pérennes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra, Photo prise par Zanh en 2018

a : Aperçu d'une cacaoyère ravagée par le *Cocoa swollen shoot virus* ; b : Aperçu d'une pourriture brune sur une cabosse

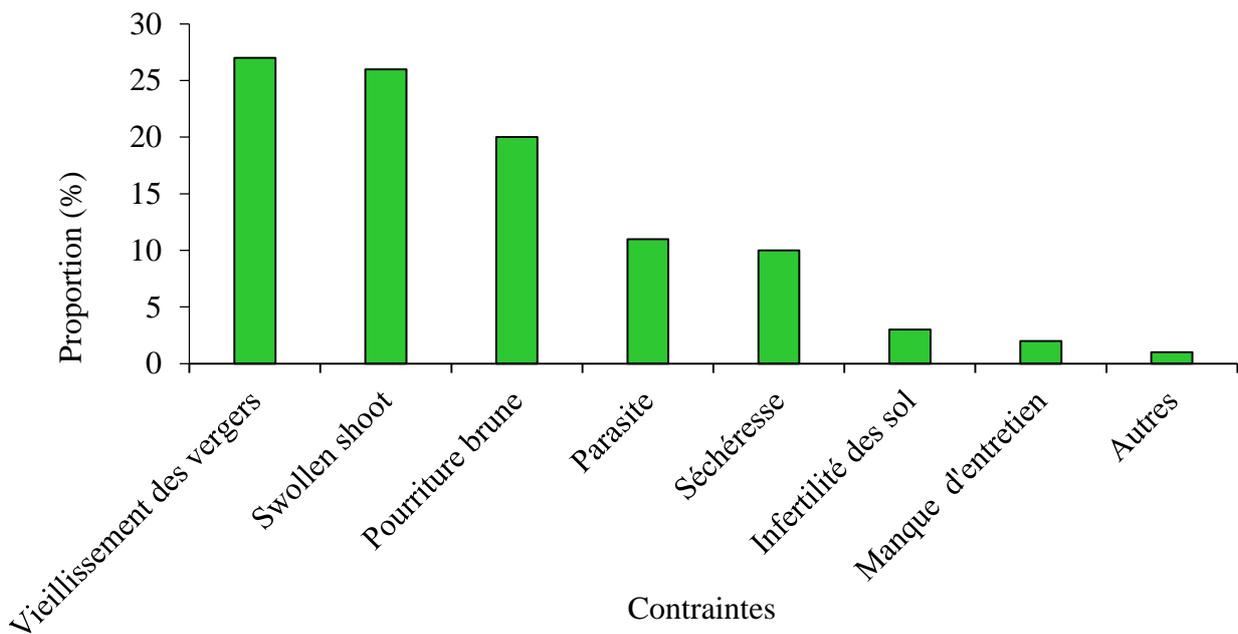


Figure 38 : Différentes contraintes affectant la production des principales cultures pérennes
Autres : Loranthaceae, insectes rageurs, animaux

7.2.3.6. Systèmes culturaux à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

L'analyse des systèmes de cultures a permis d'identifier les différents types d'associations culturales dans la zone d'étude. Ainsi, quatre (04) systèmes de cultures ont été

Résultats et Discussion

identifiés (Figure 39). Il s'agit des associations des cultures pérennes et vivrières (42 %), des associations de cultures pérennes (30 %), des monocultures d'espèces pérennes (20 %) et des associations de cultures vivrières (8 %), telles qu'indiqué à la figure 40.

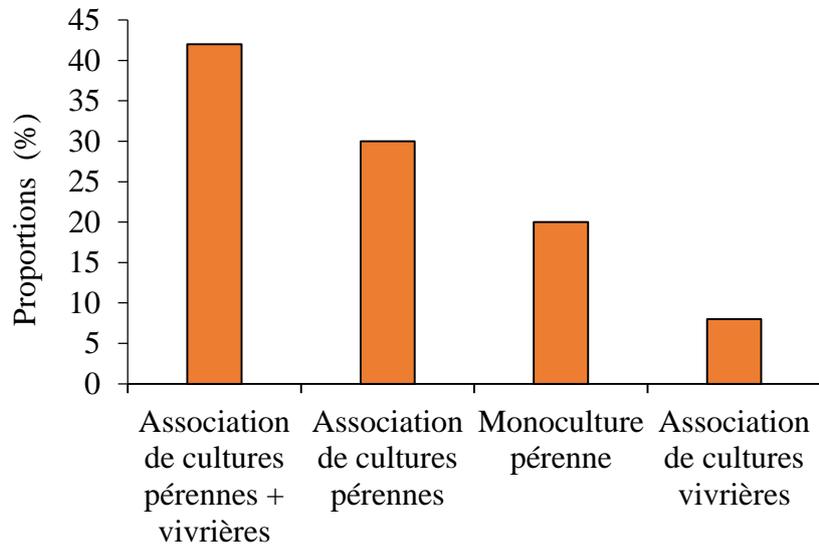


Figure 39 : Différents systèmes de cultures dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra



Figure 40 : Exemple de systèmes de cultures à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

A = Café + Cacao + Gombo ; **B** = Igname ; **C** = Café + Hévéa ; **D** = Igname + Gombo + Maïs

7.2.4. Dynamique d'utilisation des terres à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.2.4.1. Types d'utilisation des terres

Les observations menées sur les 1760 segments de 25 mètres chacun dans la zone d'étude, ont permis de déterminer 16 types d'utilisation des terres (Figure 41). Il s'agit des agrosystèmes à base de cacao avec une occurrence de 29,47 %, suivis des agrosystèmes à base de cacao-café (27,15 %), de café (12,94 %), de cacao-anacarde (7,18) et de cacao-café-anacarde (6,58 %). Les autres types d'utilisation des terres sont représentés par des agrosystèmes à base de teck (0,37 %), d'anacarde (2,17 %), de cacao-café-hévéa (1,42 %), de cacao-hévéa (1,5 %), d'hévéa (1,65 %), de café-anacarde (1,27 %), de café-hévéa (1,5 %), de cacao-hévéa-anacarde (0,52 %), de cacao-café-hévéa-anacarde (0,45 %), de café-hévéa-anacarde (0,60 %) et des associations de cultures vivrières (4,79 %).

En somme, les types d'utilisation des terres les plus importants en terme de fréquence d'apparition sont le cacao, le cacao-café, le café, le cacao-anacarde et le cacao-café-anacarde.

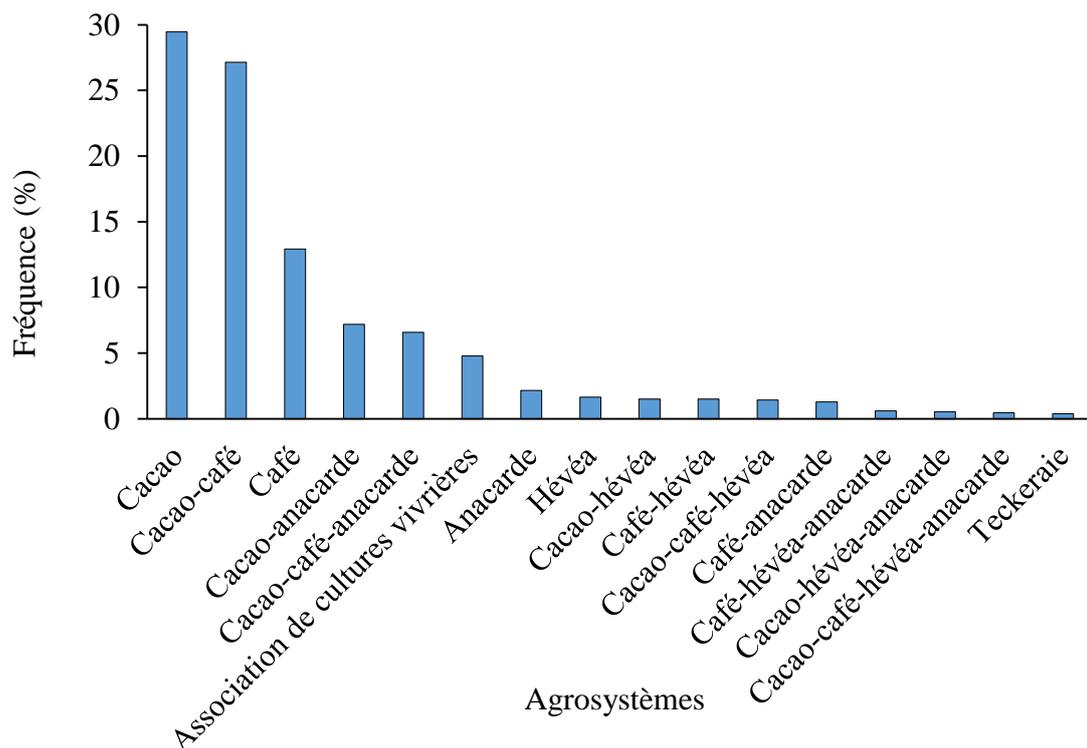


Figure 41 : Fréquences d'apparition des agrosystèmes

7.2.4.2. Répartition des principaux agrosystèmes autour de la forêt classée du Haut-Sassandra

Les principaux agrosystèmes de la zone d'étude varient selon les localités (Figure 42). Les agrosystèmes retenus sont ceux dont le taux d'observation est supérieur à 5 %. Ainsi, les agrosystèmes à base de cacao, de cacao-café, de café, de cacao-anacarde et de cacao-café-anacarde sont tous représentés à la périphérie de la FCHE. Le cacao occupe la majeure partie des agrosystèmes, avec plus de 47,62 % de surfaces agricoles au nord de la FCHE. Le café occupe 20,76 % des agrosystèmes dans la partie Est de la FCHE. Dans la partie Ouest de la FCHE, on observe une forte proportion des agrosystèmes à base de cacao-café avec un taux de 45 %.

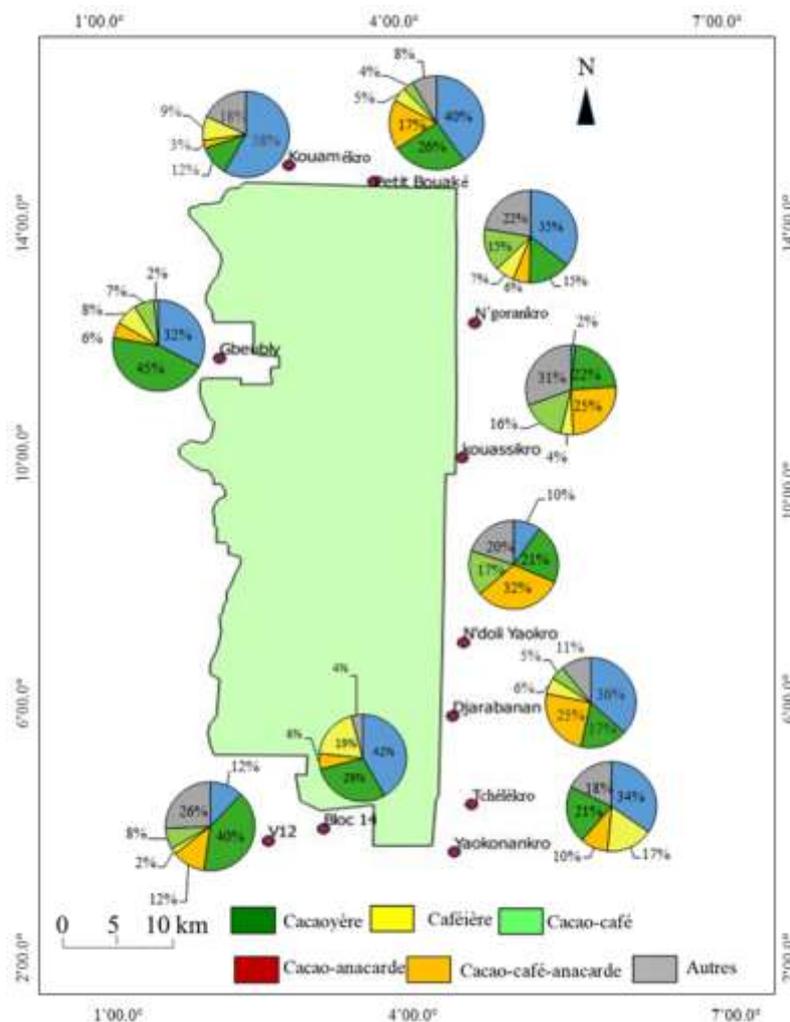


Figure 42 : Carte de répartition des principaux types d'utilisation des terres à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

*Autres : association de cultures vivrières, teck, anacarde, cacao-café-hévée, hévéa-cacao, hévéa, café-anacarde, café-hévée, cacao-hévée-anacarde, cacao-café-hévée-anacarde, café-hévée-anacarde

7.2.4.3. Répartition des principaux types d'utilisation des terres en fonction des situations géographiques de la zone rurale de la forêt classée du Haut-Sassandra

Les deux premiers axes de l'AFC réalisée restituent 89,44 % de la variance des relations (Figure 43) entre les principaux types d'utilisation des terres et les différents secteurs de la FCHS (Nord, Ouest, Sud, Est). L'axe 1 concentre le maximum d'informations avec 64,70 % tandis que l'axe 2 restitue 24,74 % des informations. Ces axes ont donc été utilisés pour expliquer les différentes relations entre les variables étudiées. De façon générale, tous les types d'utilisation des terres sont représentés dans les quatre secteurs de la FCHS. Le premier groupe (G1) est constitué des agrosystèmes à base de cacao-anacarde, de café et de cacao-café-anacarde et sont tous localisés à l'Est de la FCHS. Le deuxième groupe (G2), constitué principalement des agrosystèmes à base de cacao-café, se situent au Sud et à l'Ouest de la FCHS. Dans le troisième groupe (G3) se trouvent les agrosystèmes à base de cacao localisés généralement au Nord et à l'Ouest de la FCHS.

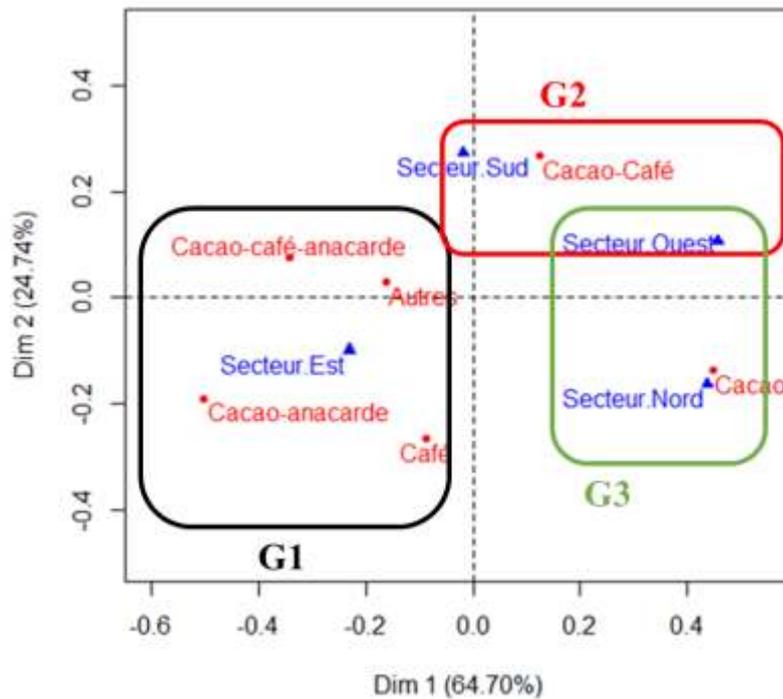


Figure 43 : Répartition spatiale des principaux types d'utilisation des terres par secteur à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

*Autres : Cacao-café-hévéa ; Hévéa ; Association de cultures vivrières ; Anacarde ; Café-hévéa ; Café-anacarde ; Cacao-hévéa-anacarde ; G1 : Groupe 1 ; G2 : Groupe 2 et G3 : Groupe 3

7.3. Pratiques agricoles innovantes adoptées par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra pour faire face à la saturation foncière

7.3.1. Paramètres floristiques

7.3.1.1. Richesse floristique des agrosystèmes

Les inventaires réalisés dans 91 agrosystèmes ont permis de recenser 151 espèces végétales réparties en 114 genres rangés dans 47 familles (Annexe 3). Ces espèces sont représentées par des espèces locales (84%) et des espèces exotiques (16 %). Les familles les plus représentées dans les différents agrosystèmes sont par ordre de dominance, les Moraceae (9 %), les Fabaceae (6 %), les Sterculiaceae (6 %), les Apocynaceae (5 %), les Caesalpinaceae (5 %), les Euphorbiaceae (5 %) et les Rubiaceae (5 %) comme l'indique la figure 44. L'agrosystème à base de cacao renferme plus de familles d'espèces que les autres agrosystèmes.

Parmi les agrosystèmes recensés dans la zone d'étude, ceux à base de cacao-café sont les plus riches en nombre d'espèces (85 espèces), suivis des agrosystèmes à base de cacao et de café, avec des nombres respectifs d'espèces de 83 et 71. Les agrosystèmes à base de cacao-café-anacarde et cacao-anacarde sont les moins riches avec respectivement 62 et 52 espèces (Tableau IX). Le nombre moyen des espèces par hectare varie de 4,8 à 9,8 espèces.

Tableau IX : Richesses floristiques des principaux agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Paramètres floristiques		Agrosystèmes				
		Cacao	Café	Ca-caf	Ca-ana	Ca-caf-ana
Nombre d'espèces	Total	83	71	85	62	52
	Moyenne/ha	7,4	6,8	9,8	6,4	4,8
Familles	Total	40	33	34	28	30
Genres	Total	71	59	71	50	42

Ca-caf : Cacao-café ; Ca-ana : Cacao-anacarde ; Ca-caf-ana : Cacao-café-anacarde

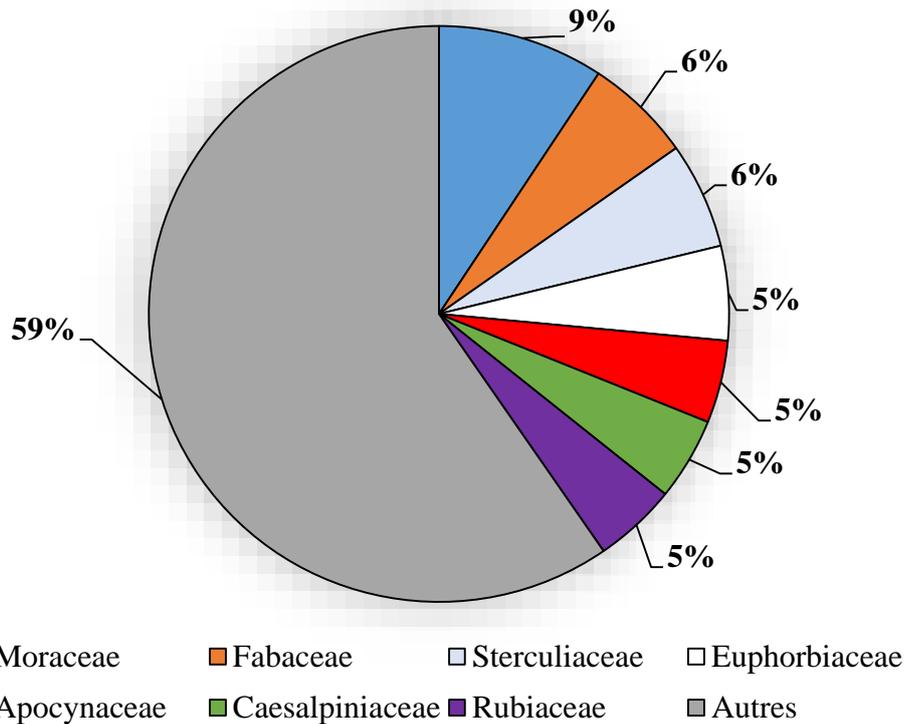


Figure 44 : Spectre des principales familles botaniques

7.3.1.2. Composition floristique des agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.3.1.2.1. Types biologiques des espèces végétales associées aux agrosystèmes

L'analyse des types biologiques de l'ensemble des agrosystèmes (Figure 45) indique une prépondérance des microphanérophytes (mp) avec 76 espèces soit un taux de 53 %. Ils sont suivis des mesophanérophytes (mP) avec 43 espèces soit un taux de 27 %. Les mégaphanérophytes (MP) et les nanophanérophytes sont moins représentés avec respectivement 20 et 6 espèces soit 14 % et 4 %.

Cependant, les agrosystèmes à base de cacao-café enregistrent un nombre important avec 48 espèces. Les espèces mésophanérophytes (mP) et mégaphanérophytes (MP) sont importantes dans les agrosystèmes à base de cacao avec respectivement 26 et 15 espèces.

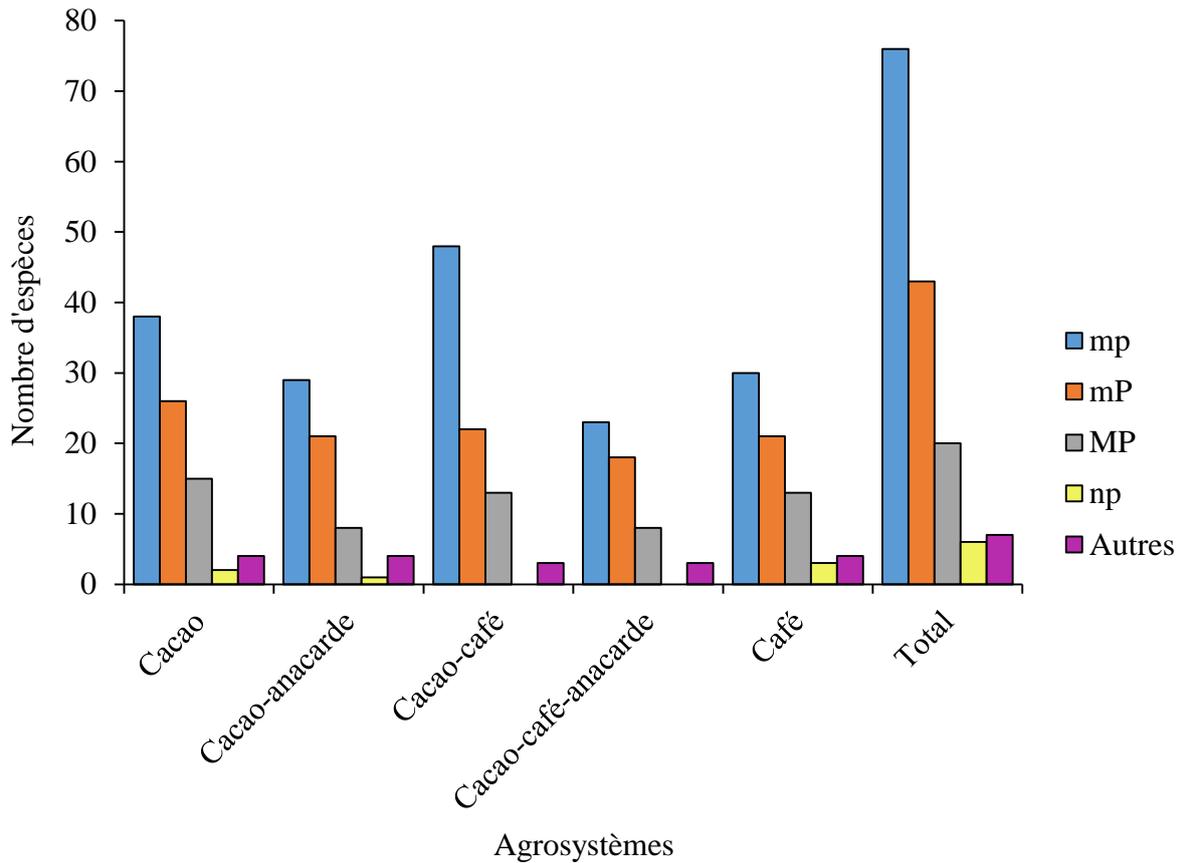


Figure 45 : Histogramme de répartition des types biologiques dans la zone périphérique de la forêt classée du Haut-Sassandra

np : Nanophanérophyte ; mp : Microphanérophyte ; mP : Mésophanérophyte ; MP : Mégaphanérophyte

7.3.1.2.2. Affinités chorologiques des espèces associées aux agrosystèmes

Les espèces les plus représentées sur l'ensemble des agrosystèmes inventoriés (Figure 46) sont celles de la région guinéo-congolaise (GC), avec un taux de 48 %. Elles sont suivies des espèces de la zone de transition savane-forêt (GC-SZ) et celles introduites ou cultivées (i) occupent respectivement 27 % et 18 % de l'ensemble des espèces recensées. Par contre, les espèces savaniques ou Soudano-Zambéziennes (SZ), les espèces endémiques de la Côte d'Ivoire (GCi), les espèces endémiques de l'Afrique de l'Ouest (GCW) sont moins représentées sur l'ensemble des agrosystèmes, avec des proportions respectives de 4 %, 1 % et 2 %.

Lorsqu'on considère les différents agrosystèmes inventoriés, les espèces de la région guinéo-congolaise (GC) sont les plus représentées dans les agrosystèmes à base de cacao-café (52 %) et cacao (50 %). Les espèces de la zone de transition savane-forêt (GC-SZ) sont représentées dans les agrosystèmes à base de cacao-café-anacarde (31 %). Celles introduites ou

Résultats et Discussion

cultivées (i) avec un taux de 30 % sont représentées dans les agrosystèmes à base de cacao-anacarde. Les espèces endémiques à la Côte d'Ivoire sont faiblement représentées dans les agrosystèmes à base de café, cacao-café et cacao-café-anacarde avec des taux respectifs de 2 % ; 1 % et 2,5 %. Celles endémiques au bloc ouest africain sont faiblement représentées dans les agrosystèmes à base de café et de cacao-café-anacarde respectivement de 2 % et 2,5%.

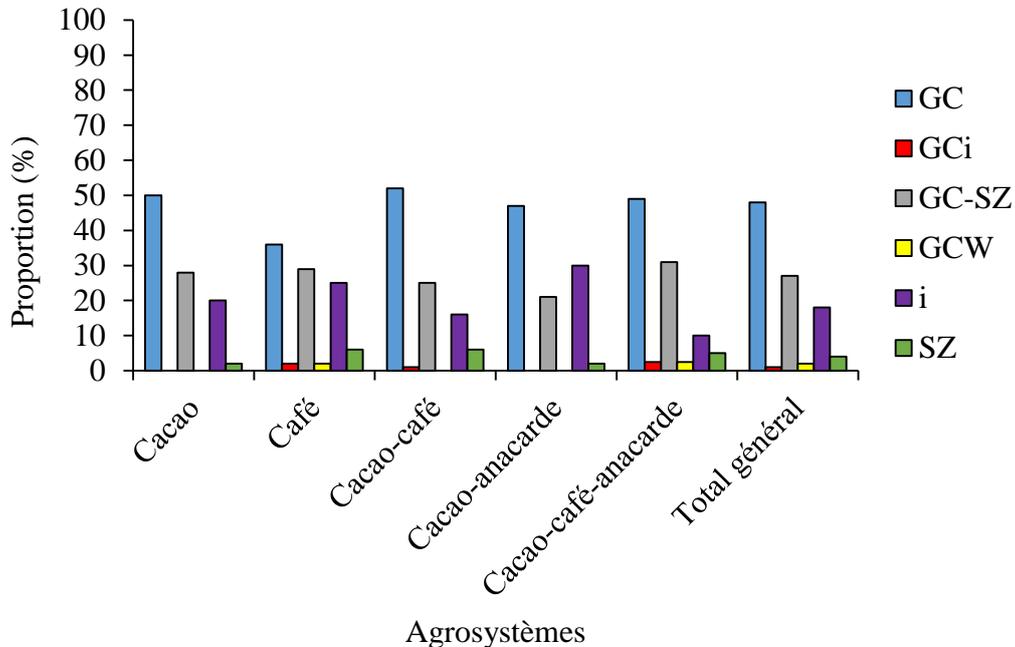


Figure 46 : Histogramme de distribution des affinités chorologiques dans les différents agrosystèmes de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra

GC : Taxon de la région guinéo-congolaise ; GC-SZ : Taxon de la zone de transition entre la région Guinéo-Congolaise et la région Soudanienne

7.3.1.3. Espèces à statut particulier au sein des agrosystèmes

Parmi les 151 espèces inventoriées dans les différents types d'agrosystèmes, 24 ont été identifiées comme des espèces à statut particulier soit (15,80 %). Ces dernières sont composées de quatre espèces endémiques à l'Afrique de l'Ouest, une espèce endémique à la Côte d'Ivoire et 19 espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), comme représentées dans le tableau X. Quatre (04) espèces sont endémiques de l'Afrique de l'Ouest. Il s'agit de *Azalia bella* var. *gracilior* Keay (Caesalpinaceae), *Cola caricifolia* (G.Don) K.Schum. (Sterculiaceae), *Diospyros vignei* F.White (Ebenaceae) et *Xylia evansii* Hutch (Mimosaceae). Une espèce est endémique à la Côte d'Ivoire. Il s'agit de *Baphia pubescens* Aubrév.

Douze (12) de ces espèces sont vulnérables, parmi lesquelles on peut citer *Albizia malacophylla* var. *ugandensis* (Mimosaceae), *Cordia platythyrsa* Bak. (Boraginaceae), *Entandrophragma angolense* (Welw.) C.DC. (Meliaceae), *Entandrophragma utile* (Dawe &

Résultats et Discussion

Sprague) Sprague (Méliaceae), *Garcinia afzelii* Engl. (Clusiaceae), *Garcinia kola* Heckel (Clusiaceae), *Nesogordonia papaverifera* (A.Chev.) R.Capuron (Sterculiaceae), *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Pierre ex Pax (Euphorbiaceae), etc. Deux (02) de ces espèces sont à faible risque de disparition / Préoccupation mineure. Il s'agit de *Mansonia altissima* (A.Chev.) A.Chev var. *altissima* (Sterculiaceae) et *Pouteria altissima* (A.Chev.) Baehni (Sapotaceae). Cinq (05) espèces sont quasi menacées. Il s'agit de *Chrysophyllum albidum* G.Don (Sapotaceae), *Gossypium arboreum* L. var. *sanguineum* (Malvaceae), *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill. (Irvingiaceae), *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl. (Anacardiaceae), *Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg (Moraceae).

Tableau X : Espèces à statuts particulier au sein des agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

N°	Noms scientifiques	Statuts	Caf	Ca-ana	Ca	Ca-caf-ana	Ca-caf
1	<i>Azelia bella</i>	GCW	0	1	0	0	0
2	<i>Albizia malacophylla</i>	VU	1	0	0	0	0
3	<i>Baphia pubescens</i>	GCi	1	0	0	1	1
4	<i>Chrysophyllum albidum</i>	NT	0	0	1	0	0
5	<i>Cola caricaefolia</i>	GCW	0	0	0	1	0
6	<i>Cordia platythyrsa</i>	VU	0	0	1	0	0
7	<i>Diospyros vignei</i>	GCW	1	0	0	0	0
8	<i>Entandrophragma angolense</i>	VU	0	0	0	0	1
9	<i>Entandrophragma utile</i>	VU	0	0	0	0	1
10	<i>Garcinia afzelii</i>	VU	0	0	1	0	0
11	<i>Garcinia kola</i>	VU	0	1	0	0	0
12	<i>Gossypium arboreum</i>	LR/NT	1	0	0	0	0
13	<i>Guibourtia ehie</i>	VU	1	0	0	0	0
14	<i>Irvingia gabonensis</i>	NT	0	0	1	0	0
15	<i>Lannea welwitschii</i>	NT	0	0	1	0	0
16	<i>Mansonia altissima</i>	LC	0	1	0	0	0
17	<i>Milicia excelsa</i>	NT	0	0	0	0	1
18	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	VU	0	0	0	1	0
19	<i>Pouteria altissima</i>	LRC	0	0	1	0	0
20	<i>Pterygota macrocarpa</i>	VU	0	0	1	0	0
21	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	VU	0	0	1	0	0
22	<i>Terminalia ivorensis</i>	VU	1	0	0	0	0
23	<i>Vitellaria paradoxa</i>	VU	0	0	1	0	0
24	<i>Xylia evansii</i>	GCW	1	0	1	1	0

VU : Espèces vulnérables ; GCW : Espèces endémiques au bloc forestier ouest africain ; LR/cd : Lower Risk/ Conservation Dependent ; LC : Préoccupation mineure ; LR/nt : Faible risque de disparition / Quasi-menacée ; GCi : Espèces endémiques à la Côte d'Ivoire ; Ca : Cacao ; Caf : Café ; Ca-caf : Cacao-café ; Ca-ana : Cacao-anacarde ; Ca-caf-ana : Cacao-café-anacarde

7.3.1.4. Diversité floristique des différents agrosystèmes

L'indice de diversité de Shannon varie d'un agrosystème à un autre de 1,17 à 1,57 (Tableau XI). Les agrosystèmes à base de cacao-café enregistrent différentes valeurs ($p > 0,05$) dont les plus grandes valeurs avec une moyenne de 1,57. Les plus faibles valeurs de diversité sont observées au niveau des agrosystèmes à base de cacao-café-anacarde et de cacao-anacarde respectivement de 1,17 et 1,28. Les différences entre les valeurs moyennes sont significatives ($p < 0,05$).

L'indice d'équitabilité de Piéluou varie de 0,83 à 0,88. La valeur moyenne la plus élevée (0,88) a été obtenue dans les agrosystèmes à base de café. Tous les agrosystèmes ont des valeurs proches de 1 ; ce qui traduit un équilibre dans la distribution des individus. Les différentes valeurs moyennes ne sont pas significatives.

Quant à l'indice de Simpson, il varie de 0,61 à 0,66 pour les différents agrosystèmes. Les différences entre les valeurs des différentes moyennes ne sont pas significatives ($p > 0,05$).

Tableau XI : Indices de diversité floristique des agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

Indices de diversité	Cacao	Ca-ana	Ca-caf	Ca-caf-ana	Café	F	P
Indice de Shannon	1,37 ^{ab}	1,28 ^a	1,57 ^b	1,17 ^a	1,30 ^{ab}	4,825	0,0011
Indice d'Equitabilité	0,83 ^a	0,86 ^a	0,83 ^a	0,83 ^a	0,88 ^a	1,592	0,179
Indice de Simpson	0,63 ^a	0,61 ^a	0,66 ^a	0,62 ^a	0,62 ^a	1,47	0,22

*Pour chaque ligne, les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. Ca-caf : Cacao-café ; Ca-ana : Cacao-anacarde ; Ca-caf-ana : Cacao-café-anacarde

Les résultats obtenus pour la similarité entre les différents milieux indiquent des valeurs du coefficient de similitude supérieures à 50 % (Tableau XII). La plus grande valeur du coefficient de similitude (67,4 %) est obtenue entre l'agrosystème à base de cacao et celui de cacao-café. La plus petite valeur du coefficient de similitude (51,9 %) est obtenue entre l'agrosystème à base de cacao-anacarde-café et celui de cacao.

Tableau XII : Matrice de similarité floristique entre les agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

	Cacao	Cacao-anacarde	Cacao-café	Cacao-café-anacarde
Cacao	-	-	-	-
Cacao-anacarde	58,1	-	-	-
Cacao-café	67,4	60	-	-
Cacao-café-anacarde	51,9	54,9	54	-
Café	60,8	63,2	65	56,9

7.3.2. Densité des agrosystèmes

L'analyse des variances à un facteur (ANOVA) réalisée à partir du logiciel R montre que les densités moyennes des différents agrosystèmes sont significativement identiques (Test de Tukey, $p > 0,05$), suivant la figure 47. Cependant, les densités moyennes des espèces associées aux agrosystèmes à base de cacao-café restent les plus élevées, avec une valeur de 144 tiges/ha. Par ailleurs, les agrosystèmes à base de cacao et ceux à base de café ont des densités respectives de 120 et 108 tiges/ha. Les plus faibles densités ont été rencontrées dans les agrosystèmes à base de cacao-anacarde et ceux à base de cacao-café-anacarde respectivement de 96 et 83 tiges/ha.

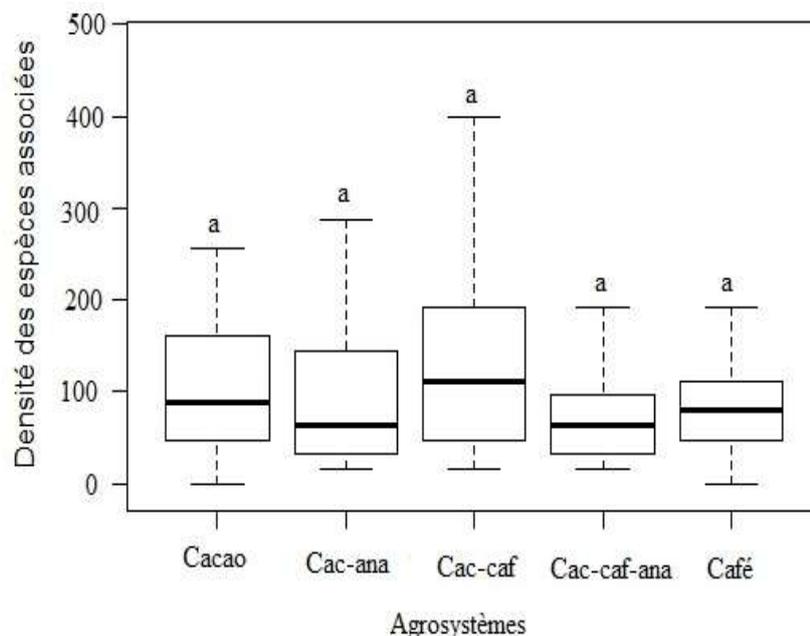


Figure 47 : Variation de la densité moyenne des espèces abondantes dans les agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

*Les valeurs suivies par une même lettre montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les densités moyennes calculées au seuil de 5 % ; Cac-ana : Cacao-anacarde ; Cac-caf : Cacao-café ; Cac-caf-ana : Cacao-café-anacarde.

7.3.3. Espèces les plus abondantes au sein des différents agrosystèmes

Au total, 16 espèces ayant un nombre supérieur d'individus ou égal à 20, ont été considérées comme étant les plus représentées sur l'ensemble des agrosystèmes visités (Figure 48). Les cinq premières espèces sont représentées dans l'ordre décroissant par *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (103 individus), *Elaeis guineensis* Jacq. (187 individus), *Mangifera indica* L. (97 individus), *Persea americana* Mill. (89 individus) et *Psidium guajava* L. (69 individus). Au niveau des agrosystèmes, on note une forte proportion de *Elaeis guineensis* Jacq dans tous les

Résultats et Discussion

agrosystèmes. *Mangifera indica* L. (19 individus), *Persea americana* Mill. (26 individus) et *Terminalia superba* Engl. & Diels (11 individus) sont principalement représentées au sein des agrosystèmes à base de cacao. Par contre, au sein des agrosystèmes à base de cacao-café, les espèces telles que *Albizia adianthifolia* (Schumach.) W.F. Wright (21 individus), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (47 individus), *Cola nitida* (Vent.) Schott & Endl. (20 individus) et *Psidium guajava* L. (29 individus), sont les plus importantes. Les espèces, *Bombax costatum* Pellegr. & Vuillet (12 individus), *Ficus exasperata* Vahl (13 individus), *Ficus sur* Forsk. (34 individus) et *Milicia excelsa* (Welw.) Benth (7 individus) sont représentées au sein des agrosystèmes à base de café.

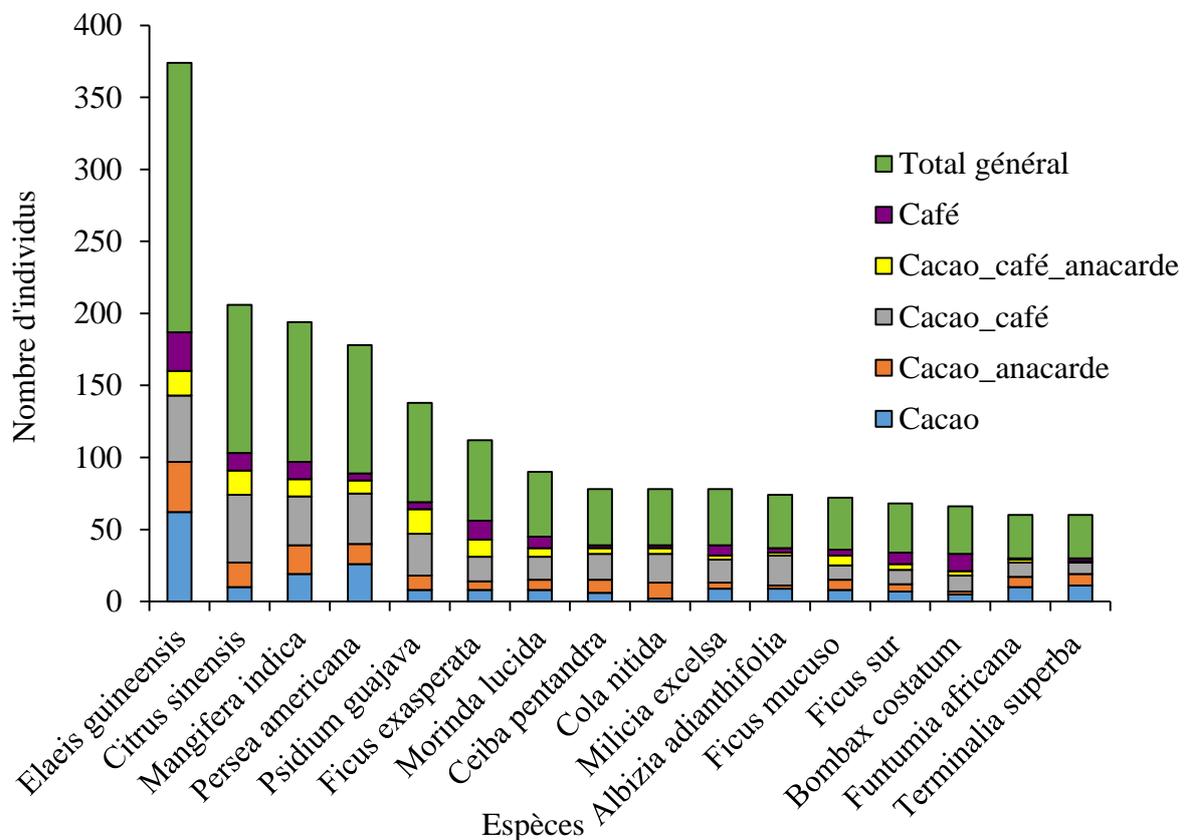


Figure 48 : Distribution des espèces les plus abondantes associées aux cultures dans les différents agrosystèmes à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.3.4. Usages des espèces associées aux agrosystèmes par les populations

Quatre (04) principaux types d'usages des espèces associées aux principaux agrosystèmes ont été enregistrés dans les plantations (Figure 49). Il s'agit de l'usage médicinal (*Alstonia boonei*, *Garcinia kola*, etc.), l'usage alimentaire (*Elaeis guineensis*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, etc.), l'usage pour la construction (*Ceiba pentandra*, *Terminalia superba*, etc.) et les

Résultats et Discussion

autres usages (rituel, bois de chauffe, artisanal, support aux tiges lianescentes des ignames). Les espèces à usage médicinal sont les plus prépondérantes avec un taux de 52 %.

Au niveau des agrosystèmes, ceux à base de café et à base de cacao-café, renferment plus d'espèces à usage médicinal avec des taux respectifs de 46,43 % et 45,54 % que les autres agrosystèmes. Les espèces à usage alimentaire sont plus représentées dans les agrosystèmes à base de cacao-anacarde (46,34 %) et à base de cacao-café-anacarde (40,58 %). Les espèces utilisées pour la construction étaient plus nombreuses dans les agrosystèmes à base de cacao-café-anacarde et à base de cacao, avec des taux respectifs de 18,84 % et 16,50 %.

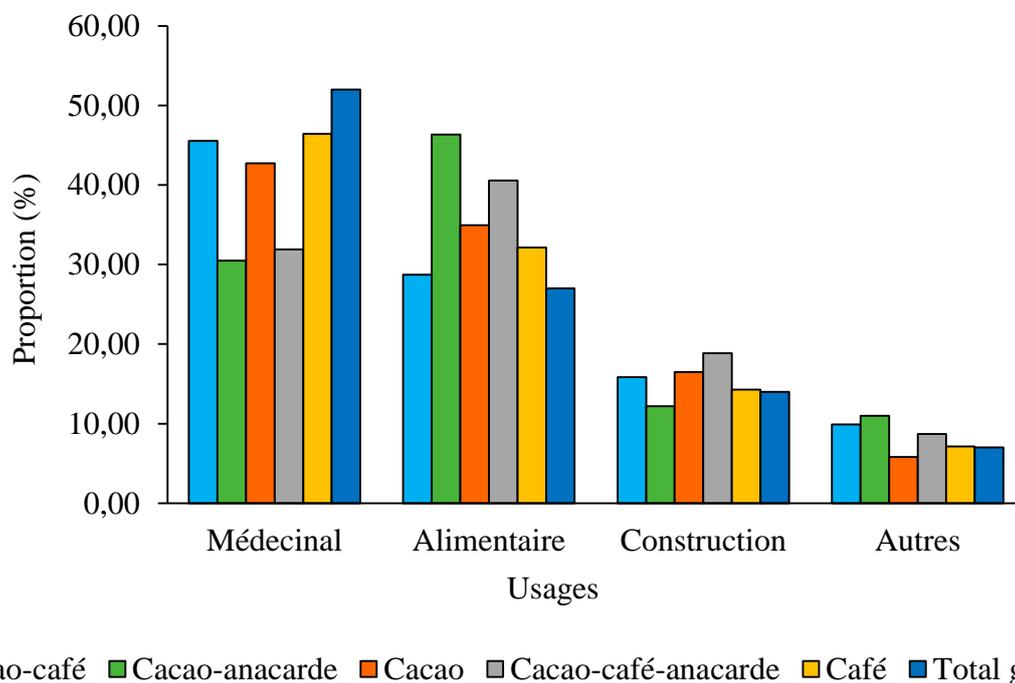


Figure 49 : Répartition des espèces associées aux principaux agrosystèmes par usage à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

7.3.5. Perception des paysans du rôle des espèces associées aux agrosystèmes

Plusieurs espèces couramment associées aux cultures pérennes par les paysans ont une incidence sur le développement de la culture à travers des services écologiques (Figure 50). Plus de 78 % des espèces, en occurrence, *Bombax costatum*, *Milicia excelsa*, *Terminalia ivorensis*, *Terminalia superba*, *Triplochiton scleroxylon*, fournissent de l'ombrage aux cultures et protègent les jeunes plants contre les rayons incidents du soleil. Aussi, 22 % des espèces recensées contribuent à l'amélioration de la fertilité du sol. Parmi ces espèces, on peut citer *Albizia sp*, *Alstonia boonei*, *Lannea nigritana*, *Musanga cecropioides*.

Résultats et Discussion

Les agrosystèmes à base de cacao-café, ceux à base de cacao et ceux à base de café regorgent plus d'espèces servant d'ombrage avec respectivement des taux de 70 %, 71 % et 77 %. Par contre, les agrosystèmes à base de cacao-café-anacarde et ceux cacao-anacarde regorgent des espèces permettant d'améliorer la fertilité du sol avec des taux de 73 % et 72 %.

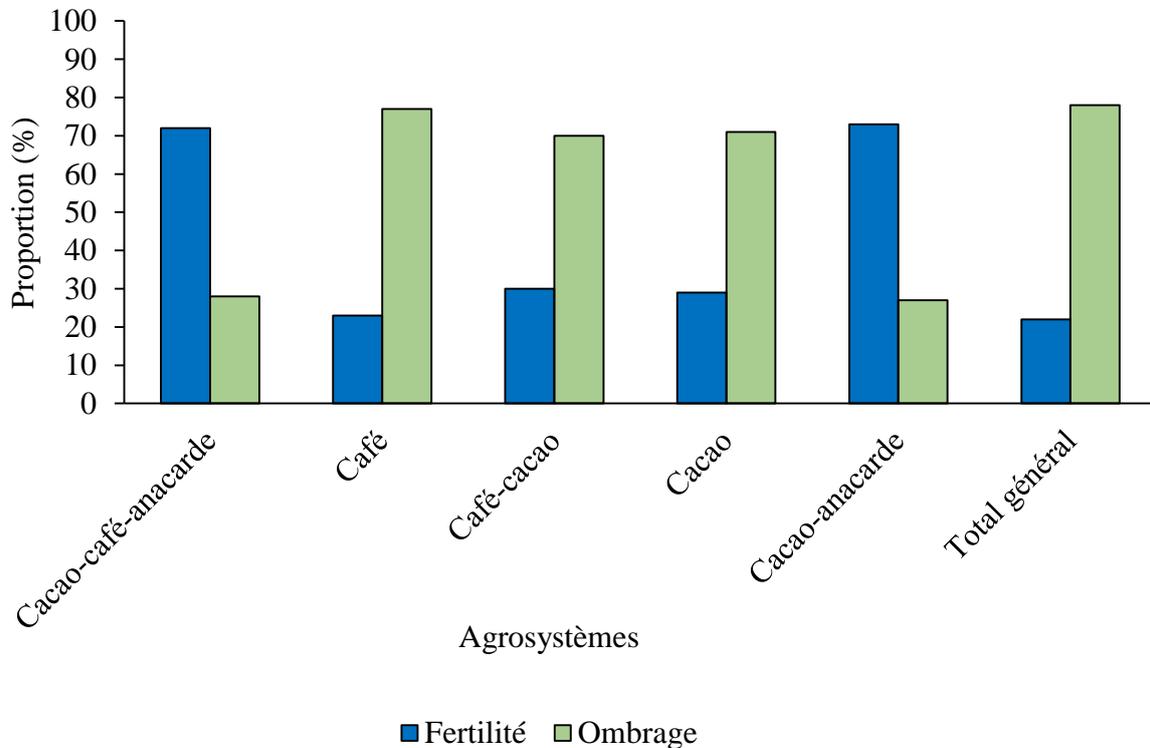


Figure 50 : Perception des espèces associées aux agrosystèmes en fonction du rôle écologique et par type d'agrosystème

7.3.6. Typologie des systèmes agroforestiers

L'objectif de la création d'une typologie est de rassembler dans un même groupe (classe), les placettes présentant des ressemblances floristiques, structurales et humaines. Cette analyse a permis d'explorer les relations qui existent entre les différentes variables collectées dans les placettes. Une matrice de données a été constituée pour décrire les placettes inventoriées selon les différentes variables collectées. Il s'agit d'une part des variables descriptives de la flore : la richesse, les indices de diversité calculés et la densité et, d'autre part, des variables descriptives des plantations (l'âge et le précédent cultural de la plantation, l'origine du propriétaire de la plantation).

7.3.6.1. Facteurs déterminant la typologie des systèmes agroforestiers

L'analyse factorielle Multiple (AFM) réalisée a permis d'établir la typologie des systèmes agroforestiers. Les deux premiers axes de l'Analyse Factorielle Multiple (AFM) restituent 33,41 % de la variance des relations entre les caractéristiques floristiques des agrosystèmes et les facteurs environnementaux et humains (Tableau XIII).

Tableau XIII : Valeurs propres et contribution des groupes de variables descriptives des systèmes agroforestiers à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
Valeurs propres	2,67	1,91	1,68	1,34	1,11
Pourcentage d'inertie	19,49	13,92	12,25	9,76	8,11
Pourcentage cumulé d'inertie	19,49	33,41	45,66	55,42	63,53
Contribution des groupes de variables utilisées					
Densité	19,34	15,83	20,23	21,23	15,77
Diversité floristique	17,42	5,93	8,56	11,69	0,06
Agés des cultures	12,64	10,01	25,06	28,32	29,30
Précédents cultureux	20,03	2,48	14,42	1,50	2,68
Secteur	13,64	35,44	24,22	18,93	45,63
Origine des chefs de ménages	16,93	30,31	7,51	18,34	6,08

L'analyse du premier plan factoriel des variables met en évidence un axe 1 qui oppose les secteurs nord et est aux secteurs sud et ouest (Figure 51). Cet axe 1 décrit du côté positif, les vieilles plantations caféières et cacaoyères installées après défriche de la forêt et pratiquées par les autochtones et les allogènes. Ces plantations enregistrent une forte densité de café. Au niveau floristique, on observe une diversité spécifique élevée et caractérisée par une valeur élevée de l'indice de diversité de Shannon et une importante densité des espèces associées. Dans le plan négatif, l'on observe des jeunes plantations d'anacardier, tenue pour la plupart par les allochtones. Ces jeunes plantations d'anacardier ont été établies sur des vieilles plantations. Au niveau floristique, on a une forte valeur de l'indice d'Équitabilité de Piélou.

L'axe 2 oppose, les plantations des secteurs Est et Nord et celles du secteur Ouest. Cet axe 2 décrit du côté positif, les plantations de café avec une forte densité de caféiers. Au niveau floristique, ces plantations de café enregistrent une diversité spécifique élevée et sont caractérisées par une forte valeur de l'indice de diversité de Shannon et par une importante densité des espèces associées. Dans le plan négatif, l'on observe des plantations de cacao

Résultats et Discussion

établies sur des jachères et tenues par les allogènes et allochtones. Ces plantations sont caractérisées par une forte densité des cacaoyers.

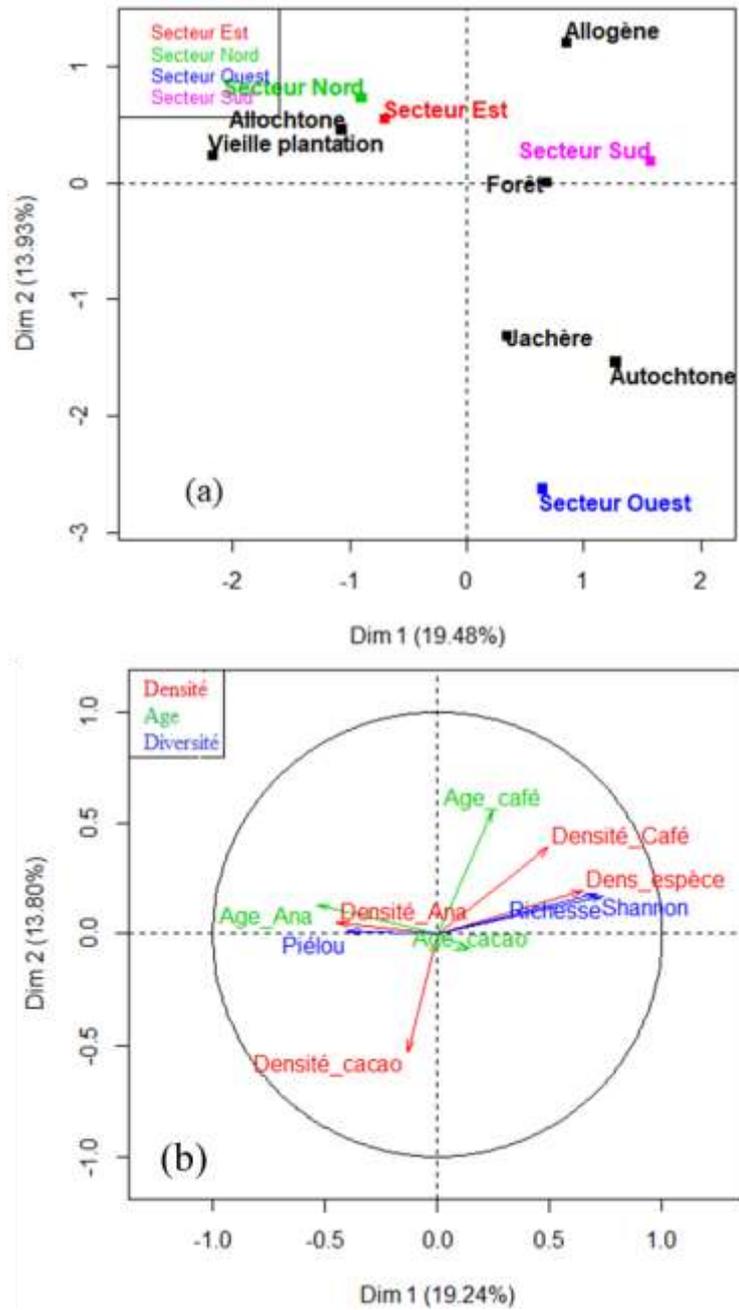


Figure 51 : Carte factorielle (a) et cercle de corrélation (b) des facteurs déterminant la typologie des agrosystèmes

7.3.6.2. Détermination des systèmes agroforestiers

7.3.6.2.1. Description des facteurs déterminants la typologie des systèmes agroforestiers

La classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur les cinq premiers axes factoriels de l'AFM qui donnent 63,53 % de l'inertie totale, permet de faire ressortir quatre (04) groupes de systèmes agroforestiers issues des agrosystèmes (Figure 52).

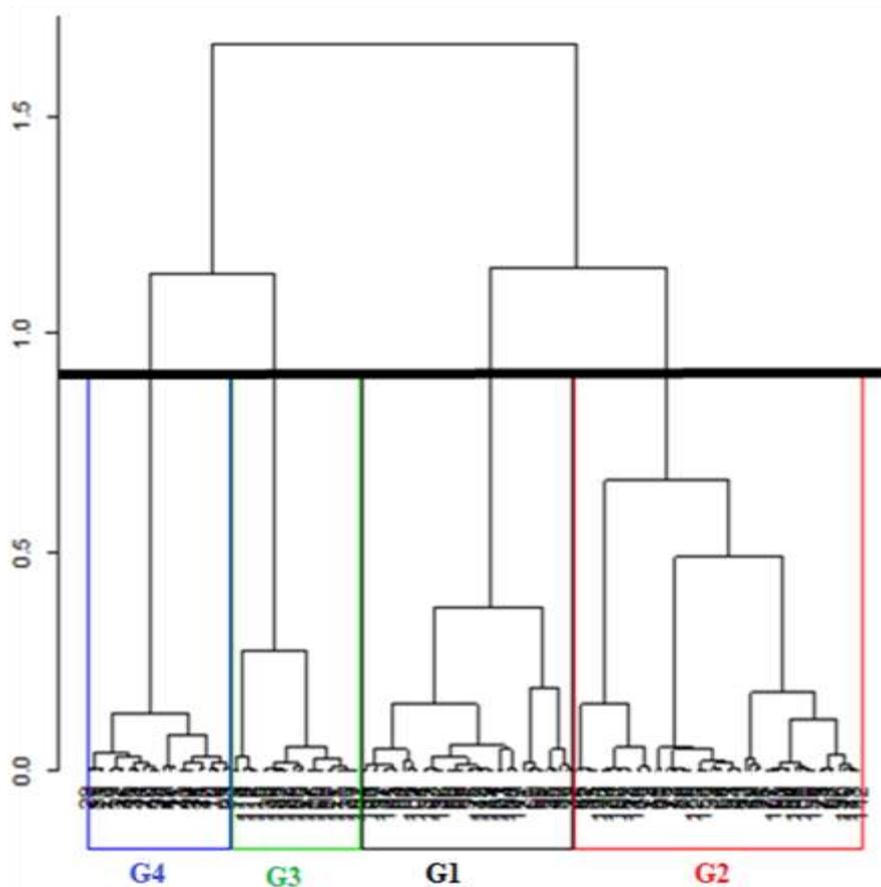


Figure 52 : Classification Ascendante et Hiérarchique des différents systèmes agroforestiers rencontrés à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

G représente les différents groupes

Les facteurs participant à la formation des SAF sont au nombre de 13. Elles sont composées des variables qualitatives et quantitatives, avec des nombres respectifs de 10 et 3 (Tableau XIV et Tableau XV). Au niveau des variables quantitatives, les cinq premières plus significatives sont par ordre d'importance : la richesse spécifique, la densité des espèces associées, l'âge de l'anacardier, la diversité spécifique (Shannon) et la densité du café. Les variables qualitatives sont représentées par le secteur, l'origine des chefs de ménages et le précédent cultural.

7.3.6.2.2. Description des systèmes agroforestiers

Le premier groupe (G1) est représenté par un système agroforestier à base d'anacardier qui a pour précédent cultural les vieilles plantations (83,3 %) et pratiqué principalement par les allochtones (88 %) provenant principalement du secteur Est (78,6 %), comme indiqué dans le tableau XIV. L'âge moyen des anacardiers est de 10 ans, avec une densité moyenne de 414 tiges/hectare. Les chefs de ménages associent les cacaoyers et les caféiers aux anacardiers sur la même parcelle. L'âge moyen des cacaoyers et des caféiers associés aux anacardiers est de 7 ans. La densité moyenne des cacaoyers est de 916 tiges/hectare et celle du café est de 258 tiges/hectare. La densité moyenne des espèces associées aux cultures principales est de 65 tiges/hectare. Dans ce système, les chefs de ménages installent d'abord de l'anacardier, puis introduisent des cacaoyers et des caféiers. Il s'agit d'une stratégie de protection des cacaoyers et caféiers et de restauration des terres par l'anacarde. Au niveau de la flore associée aux principaux agrosystèmes, ce système est caractérisé par une richesse moyenne de quatre (04) espèces par placette, une faible valeur de l'indice de diversité de Shannon (1,08) et une forte valeur d'indice d'équitabilité de Pielou (0,89), selon le tableau XV.

Le deuxième groupe (G2) est un système agroforestier à base de cacaoyers, installé après défriche de la forêt (92,9 %). Dans ce système seulement 7,1 % des cacaoyers sont installés dans des jachères. Ce système est tenu principalement par les autochtones (100 %) issus principalement du secteur Ouest (85,7 %). Seuls 7,2 % et 7,1 % des chefs de ménages proviennent respectivement des secteurs sud et est (Tableau XIV). L'âge moyen des cacaoyers est de 22 ans. La densité moyenne des cacaoyers est de 1086 tiges/hectare. A ces cacaoyères, les chefs de ménages associent des caféiers et des anacardiers. L'âge moyen des caféiers est de deux (02) ans et celui des anacardiers est d'un (01) an. La densité moyenne des caféiers est de 107 tiges/hectare et celle des anacardiers est de 100 tiges/hectare. La densité moyenne des espèces associées aux cultures principales est faible dans ce système, avec une valeur de 79 tiges/hectare. Ce système correspond à une reconversion des vieux vergers de cacaoyers en vergers de caféiers puis récemment en vergers d'anacardiers. Ce système est aussi caractérisé par une richesse moyenne de la flore associée aux cultures principales de cinq (05) espèces par placette et par un indice d'équitabilité élevé (0,86) qui ne sont pas significativement différentes du premier système (G1), comme indiqué dans le tableau XV.

Le troisième groupe (G3) est constitué d'un système agroforestier à base de caféier, installé après défriche de la forêt (100%). Il est tenu principalement par les allochtones (78 %) issus des secteurs Est (68%) et Nord (32%), suivant le tableau XIV. Ces caféières sont âgées de 28 ans, avec une densité moyenne de 726 tiges/hectare. Les cultures associées sont représentées

Résultats et Discussion

par le cacao et l'anacarde. La densité moyenne des cacaoyers est de 228 tiges/hectare, celle des anacardiens est de 54 tiges/hectare. L'âge moyen des cacaoyers est de 11 ans et celui des anacardiens est de 1 an. La densité des espèces associées est faible avec 83 tiges/hectare. Il s'agit alors d'une reconversion des vieux vergers de caféiers en des vergers de cacaoyers puis récemment les chefs de ménages introduisent des anacardiens. Ce système est caractérisé par une richesse moyenne de la flore associée aux cultures principales de 5 espèces par placette. La valeur de l'indice d'équitabilité de Piélu est de (0,88) et n'est pas significativement différente des systèmes précédents (G1 et G2), comme présenté dans le tableau XIV.

Le quatrième groupe (G4) est principalement représenté par un système agroforestier à base de cacao-café, installé majoritairement après défriche de la forêt (88,9 %) et mené par les Allogènes (41,7 %) et les autochtones (50 %) issus du secteur Sud (88,9 %), selon le tableau XV. Ce système est caractérisé par des cacaoyères de 16 ans et des caféières de 12 ans, avec une densité moyenne de 940 tiges/hectare pour les cacaoyers et 679 tiges/hectare pour les caféiers. On y observe également la présence de jeunes anacardiens dont l'âge moyen est de 2 ans, avec une densité moyenne de 56 tiges/hectare. La densité moyenne des espèces associées aux cultures principales est significativement différente aux trois systèmes précédents (G1, G2 et G3), avec une valeur moyenne de 288 tiges/hectare. Aussi, la richesse moyenne, ainsi que les indices de diversité de Shannon et équitabilité de Piélu sont significativement différentes aux trois précédents systèmes, avec des valeurs respectives de 14 espèces, 1,95 et 0,75 (G1, G2 et G3), comme présenté dans le Tableau XVI.

Tableau XIV : Caractéristiques des variables qualitatives des différents groupes de systèmes agroforestiers

Variabes	Catégories	G1	G2	G3	G4	Test de Khi deux
Origines des chefs de ménages	Allochtone	88,1	0	78	8,3	137,8***
	Allogène	11,9	0	20	41,7	
	Autochtone	0	100	2	50	
Secteurs	Secteur Est	78,6	7,1	68	16,7	235,17***
	Secteur Nord	11,9	0	32	0	
	Secteur Ouest	0	85,7	0	0	
	Secteur Sud	9,5	7,2	0	83,3	
Précédents culturels	Forêt	11,9	92,9	100	88,9	123,83***
	Jachère	4,8	7,1	0	8,3	
	Vieille plantation	83,3	0	0	2,8	

Seuil de signification des tests de Khi-deux : * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; G : Groupe

Résultats et Discussion

Tableau XV : Valeurs moyennes des indices floristiques et de la densité des groupes de relévés
issus de la Classification Hiérarchique Ascendante

Variables	Catégories	G1	G2	G3	G4	Statistique du test
Age des cultures	Cacao	7 ^a	22 ^c	11 ^{ab}	16 ^{bc}	0,12**
	Café	7 ^a	2 ^a	28 ^c	12 ^b	0,12**
	Anacarde	10 ^b	1 ^a	1 ^a	2 ^a	0,49***
Densité (tige/ha)	Cacao	916 ^b	1086 ^b	228 ^a	940 ^b	0,34***
	Café	258 ^a	107 ^a	726 ^b	679 ^b	0,37***
	Anacarde	414 ^b	100 ^a	54 ^a	56 ^a	0,32***
	Espèces associées	65 ^a	79 ^a	83 ^a	288 ^b	0,55***
Diversité floristique	Indice de Shannon	1,08 ^a	1,31 ^b	1,28 ^b	1,95 ^c	0,45***
	Indice d'Equitabilité	0,89 ^b	0,86 ^b	0,88 ^b	0,75 ^a	0,14**
	Richesse spécifique	3,92 ^a	4,94 ^a	4,81 ^a	13,89 ^b	0,65***

Pour chaque ligne, les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % ; seuil de signification des tests de Fisher : ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; G : représente les différents groupes.

Chapitre 8 : Discussion

8.1. Changements détectés dans l'occupation des terres

L'approche cartographique de l'occupation du sol à partir d'une série de classification de cinq images satellitaires de 30 mètres de résolution chacune datant de 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018, couplée à une vérité terrain, a permis d'établir les cartes d'occupation du sol. Elle a également permis d'analyser la dynamique du paysage de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra. Ces classifications par l'algorithme du maximum de vraisemblance ont permis d'obtenir des valeurs de précision globale hautement intéressantes pour toutes les images si l'on se réfère à l'échelle de Pointus (2000) et de Kabba & Li (2011), avec des valeurs du coefficient de Kappa compris entre 0,84 et 0,98. Ces bonnes valeurs du coefficient de Kappa ont été induites par notre connaissance du milieu d'étude et signifient que nos différentes classifications reflètent la réalité du terrain (Trepanier *et al.*, 2002 ; Kouakou *et al.*, 2017 ; Toyi *et al.*, 2018). Par ailleurs, les précisions cartographiques élevées observées peuvent également être due au nombre réduit de classes utilisées lors des choix des zones d'entraînement (Mama *et al.*, 2014).

8.2. Complexité de la dynamique de l'occupation du sol et de l'utilisation des terres à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

L'étude de la dynamique de l'occupation du sol à la périphérie de la FCHS a permis d'analyser les changements opérés au niveau des classes d'occupation du sol à la périphérie de la FCHS en 1997, 2002, 2006, 2013 et 2018.

La période de 1997 à 2002 a été marquée par un recul des surfaces des classes forêt et culture-jachère au profit des surfaces des classes culture pérenne et sol nu-habitat. Cette configuration est due à l'installation et à l'expansion de vastes exploitations agricoles et campements à la périphérie de la FCHS. En effet, installées dans la zone depuis les années 1967, les populations ont colonisé peu à peu la périphérie de la FCHS en y installant des exploitations agricoles au détriment des surfaces forestières (Oswald, 2005). Ces populations ont créé plusieurs plantations de cultures pérennes, surtout cacaoyères et caféières, occasionnant ainsi une disparition quasi-totale de la forêt dans la zone d'étude. Durant la période de 2002 à 2006, on constate une reprise des surfaces de culture-jachère à la périphérie de la FCHS. Cette reprise des surfaces culture-jachère pourrait s'expliquer par le fait que les vergers étant vieillissant et peu productifs, les populations ont dû abandonner certaines exploitations agricoles pour d'autres terres plus fertiles. Elle pourrait également s'expliquer par

la récrudescence du *Cocoa swollen shoot virus* dans toute la zone de production cacaoyère en Côte d'Ivoire en 2003 (Kébé & N'guessan, 2003). En effet, de nombreuses plantations ont été atteintes de cette maladie qui touche essentiellement les cacaoyers et plusieurs parcelles ont été transformées en culture-jachère. Par ailleurs, il faut souligner que cette période a été marquée par l'intensification des violences et de l'insécurité causées par la crise politico-militaire en Côte d'Ivoire (Hanson *et al.*, 2009 ; Annan, 2014). Cette situation d'insécurité a entraîné la fuite des populations de la zone d'étude vers d'autres localités plus paisibles occasionnant l'abandon des champs. Cependant, de 2006 à 2013, on observe une régression des surfaces culture-jachère au profit des classes culture pérenne et sol nu-habitat. Cette régression des surfaces culture-jachère se justifierait par le retour des paysans ayant abandonné leur plantation. En effet, ces paysans revenus après la crise politico-militaire ont entretenu et réhabilité les vieilles plantations abandonnées pendant les conflits. De 2013 à 2018, on observe une régression des surfaces de la classe culture pérenne au profit des surfaces des classes culture-jachère, sol nu-habitat et forêt. Cette régression de la classe culture pérenne serait due au vieillissement de ces cultures pérennes et à la baisse de la fertilité des sols (Mollard, 1993 ; Léonard & Vimard, 2005). En outre, des auteurs comme Colin (1990) et Léonard (1997) mettent en cause la baisse des précipitations dans l'ensemble de la région Ouest africaine comme l'une des causes de la régression des surfaces de cultures pérennes. En plus de ce qui précède, des difficultés de replantation s'imposent aux paysans qui abandonnent donc les anciens vergers pour créer de nouveaux champs ; ce qui augmente les surfaces de culture-jachère (Assiri, 2007 ; Tano, 2012). Ainsi, d'un espace anciennement colonisé par les cultures pérennes en 1997, l'on est passé à une association de culture-jachère comme occupation du sol dominante en 2018.

Les superficies qu'occupaient les espaces anthropisés tels que les cultures pérennes, les sol nu-habitats et les cultures-jachères avec un taux de 67,53 % au niveau du paysage en 1997 sont passées à 91,9 % en 2018. Ce fort taux d'occupation du sol pourrait sous-entendre que les réserves forestières à la périphérie de la FCHS sont épuisées et que cette zone serait soumise à une saturation foncière comme l'ont démontré Zanh *et al.* (2018). Ces observations sont confirmées par le processus de transformation spatiale observé au niveau de la classe forêt. En effet, la comparaison du nombre de taches et de la superficie de la classe forêt entre 1997 et 2018 a fait ressortir un processus de suppression des taches de cette classe qui conduirait à la saturation foncière. Cette dernière serait due à trois raisons : la pratique non durable d'un système agraire archaïque, l'accroissement du nombre d'agriculteurs et la demande de plus en plus croissante en production alimentaire (Kangah *et al.*, 2016). En effet, les pratiques agricoles des paysans, autour de la FCHS, sont fondées sur les cultures itinérantes sur brûlis.

Résultats et Discussion

Par ailleurs, l'augmentation de la population observée a entraîné l'accroissement du nombre d'agriculteurs autour de la FCCHS, mais également celui de la demande en production alimentaire. En effet, la périphérie de la FCCHS a connu un mouvement de population à la recherche de terres propices pour la cacaoculture. L'arrivée de ces nouvelles populations a accentué les pressions sur les terres cultivables, ce qui conduit non seulement à la réduction des temps de jachère, mais aussi à la disparition de la forêt. En d'autres termes, il n'existe pratiquement plus de "terres vierges" à la périphérie de la FCCHS pour l'installation de nouvelles cultures et/plantations car toutes les terres arables sont cultivées. Pourtant, les besoins alimentaires des populations deviennent nettement supérieurs à la production, d'où la persistance de l'insécurité alimentaire autour de la FCCHS (Dally, 2016 ; Koffi, 2019). Selon les travaux de Ouattara (1997) au Sud de la Côte d'Ivoire, Arouna *et al.* (2010) dans la zone soudano-guinéenne du Bénin et Djohy *et al.* (2016) au Nord du Bénin, la saturation foncière est caractérisée non seulement par une très forte pression anthropique, mais surtout par l'intensification des activités agricoles. En plus de l'insécurité alimentaire observée à la périphérie, cette saturation foncière a favorisé l'infiltration de la forêt classée du Haut-Sassandra par les populations non autochtones à la recherche de terres arables pour la cacaoculture. Comme la plupart des forêts protégées en Côte d'Ivoire, cette intrusion des populations étrangères au sein de la FCCHS a accentué la dégradation de celle-ci au profit de la cacaoculture (Kouakou *et al.*, 2015 ; Barima *et al.*, 2016 ; Kouakou, 2019).

Par ailleurs, l'analyse de la dynamique d'utilisation des terres a permis de déterminer cinq principaux types d'utilisation des terres à la périphérie, à savoir le cacao-café, le cacao, le café, le cacao-anacarde et le cacao-café-anacarde. Cependant, ces principaux types d'utilisation des terres varient en fonction des localités. La dominance des agrosystèmes à base de cacao-anacarde, de cacao-café-anacarde et de café dans les localités de l'Est, pourrait s'expliquer par le fait que ces localités sont habitées majoritairement par des allochtones (94,12 %). Ces allochtones sont composés principalement de baoulés (Zanh *et al.*, 2016), originaires des zones savanicoles, tentent de reconverter leur ancienne exploitation agricole de cacao et de café par une nouvelle culture qui est l'anacardier. Selon ces derniers, cette culture résiste mieux aux aléas climatiques et permettrait également de lutter contre la maladie causée par le *Cocoa swollen shoot virus*. L'introduction de l'anacardier en zone forestière pourrait aussi s'expliquer par l'acquisition des parcelles par les jeunes qui tentent de diversifier les anciennes plantations cacaoyères et caféières en introduisant de nouvelles cultures (Ruf, 2018).

Les analyses de l'évolution des principaux types d'utilisation des terres sur les transects de deux kilomètres, ont montré que leur présence n'est pas influencée par la distance sur

l'ensemble de la zone d'étude. Cependant, les valeurs positives des coefficients directeurs des droites de régression observées au niveau des agrosystèmes à base de cacao, cacao-café, café et cacao-café-anacarde indiquent une corrélation positive. Ce qui signifie que plus on s'éloigne du village, les proportions des agrosystèmes sont importantes sur les transects. Ces proportions importantes des agrosystèmes seraient dues à l'épuisement des terres cultivables à proximité des villages. Ainsi, pour créer de nouvelles plantations, les paysans sont obligés de parcourir de plus longues distances. Aussi, la plupart des terres à proximité des villages sont occupées par de vieilles plantations cacaoyères et caféières que les paysans tentent de reconverter de façon progressive en plantation d'anacarde d'où la présence des agrosystèmes à base de cacao-anacarde et cacao-café-anacarde à proximité des localités.

8.3. Composition sociale et des exploitations agricoles à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

8.3.1. Composition sociale

Les enquêtes ont révélé que l'âge moyen des chefs de ménages enquêtés est de 52 ans. Cette situation traduit l'implication des personnes adultes dans les exploitations agricoles à la périphérie de la FCHS. La forte proportion des chefs de ménages dans la classe d'âge de 35 à 59 ans dans les plantations s'explique par le fait que lors du partage du patrimoine foncier familial, les ayants droit aux terres sont exclusivement représentés par cette classe d'âge qui représente les adultes (Cissé *et al.*, 2016).

Les analyses ont également montré que les ménages des allochtones sont les plus nombreux à la périphérie de la FCHS. La forte proportion des allochtones serait due au déplacement du front pionnier de la région du Centre-Est vers celle du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire (Assiri *et al.*, 2009). Ce front pionnier a occasionné une forte migration des populations venues majoritairement du Centre du pays, qui ont fondé de nombreux villages et campements à la périphérie de la FCHS (Oswald, 2005). En effet, la migration des populations de la région du Centre-Est vers les régions forestières de l'Ouest (où il y'avait encore de la forêt disponible pour la cacaoculture) serait en effet due non seulement à l'épuisement des terres, à la baisse de précipitation, au vieillissement des vergers, à la baisse des rendements observés dans la région du Centre-Est dans les années 1970, mais aussi à la cherté des terres cultivables.

Plus de 51 % des chefs de ménages ont acquis leur parcelle par héritage. Cependant, les modes d'acquisition des terres par donation et travail-partagé tendent à disparaître au profit de l'achat et la location dans la zone d'étude (Zanh *et al.*, 2018). L'apparition de ces nouveaux modes d'acquisition des terres (l'achat et la location) est l'une des conséquences de la saturation

des terres (Lawali, 2011 ; Koffi *et al.*, 2018). En effet, l'émergence de ces nouveaux modes d'acquisition des terres évolue au même rythme que l'accélération de la pression foncière ainsi que de nombreux enjeux économiques. L'arrivée de nouvelles personnes à la périphérie de la FCHS a accentué la convoitise des terres pour l'exploitation des cultures pérennes principalement la cacaoculture. Face à ces pressions sur les terres, les coûts de vente ou de location des terres deviennent élevés. Dans ce cas, seuls les ménages disposant d'un capital financier pourront en acheter auprès des autochtones. Ces derniers revendent ou mettent en location l'une de leurs parcelles (pour ce qui en disposent plusieurs), afin d'entretenir leur propre plantation ou de subvenir à leur besoin immédiat.

La plupart des chefs de ménages disposent encore des réserves de terres. Ces réserves de terres sont représentées à majorité par les jachères issues des vieilles plantations cacaoyères et caféières abandonnées. Cette dominance des jachères confirme la raréfaction des terres arables (Assiri, 2010). En effet, la cacaoculture et la caféiculture se développent principalement sur des précédents culturels forêts qui sont totalement épuisés dans la zone d'étude. Malheureusement, la création de nouvelles plantations ne sera plus possible après défriche de la forêt. En outre, les jachères sont les seuls milieux où les paysans peuvent encore pratiquer de nouvelles cultures. Ces jachères ayant été surexploitées et appauvries, pour les restaurer, les paysans tentent d'y mettre l'anacarde qui est une culture qui s'adapte aux conditions défavorables du milieu notamment l'infertilité des sols et la sécheresse (Ruf *et al.*, 2019).

8.3.2. Composition des exploitations agricoles

Les exploitations agricoles sont dominées par les cultures pérennes, notamment le cacao, le café et l'anacarde. Cette dominance des cultures pérennes serait due à la forte demande des marchés internationaux (Ruf & Scroth, 1995). Aussi, la vente des produits issus des cultures pérennes permet d'assurer un bon revenu financier aux paysans (Koulibaly, 2008). Les cultures vivrières (igname, manioc, maïs, etc.) quant à elles, sont généralement mis en association avec le cacaoyer, le caféier ou l'anacardier contribuant à la sécurisation alimentaire des ménages. Pour Lawali (2011), les cultures vivrières permettent de diversifier les exploitations agricoles et d'améliorer les rendements des cultures pérennes.

L'analyse des caractéristiques agronomiques des vergers a également montré que l'âge moyen des cacaoyères et caféières est élevé (25 ans). L'âge moyen confirme que depuis plus de deux décennies, les cacaoyères et les caféières sont présentes dans la zone d'étude. En effet, cet âge est le reflet des importants booms d'extension cacaoyère entre 1970 et 1990 en Côte d'Ivoire surtout dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire (Assiri *et al.*, 2012). Cependant, les

secteurs nord et est de la FCHS sont principalement dominés par de vieilles plantations cacaoyères et caféières. Cette dominance des cacaoyères et caféières dans ces différentes zones s'explique par le fait que les premières installations des populations pour la cacaoculture ont eu lieu principalement dans ces zones à partir des années 1980. Ces populations d'origine allochtone en provenance de la première boucle de cacao ont été encouragées par la disponibilité des terres dans la région du centre-ouest, en particulier autour de la FCHS pour y pratiquer la cacaoculture. Sur le plan socio-économique, on observe le vieillissement des paysans dont la force de travail a diminué, et la réduction des revenus agricoles (Ruf, 2000). Ces différents facteurs entraînent des difficultés de replantations (Assiri, 2010). Par ailleurs, plus de 50 % des chefs de ménages possèdent des plantations de moins de 2 ha. Ces petites surfaces seraient principalement dues à deux raisons. La première raison serait le partage de la plantation familiale entre les membres de la famille après le décès du père (Siapo *et al.*, 2018). La seconde raison serait due à la diversification des cultures par les agriculteurs (Ruf & Schroth, 2013). En Côte d'Ivoire, les travaux de Ruf (2000) et Assiri *et al.* (2009) ont montré que plus de 80 % des producteurs possèdent des exploitations de moins de 10 ha. Selon ces auteurs, la diminution de la taille des vergers serait liée au ralentissement de la dynamique d'extension cacaoyère face à la raréfaction des terres.

Les travaux de cette étude ont également montré que plus de 40 % des cacaoyères et caféières sont installées sur une défriche de la forêt. En effet, les forêts sont les milieux privilégiés pour le bon développement des cacaoyers. Cette remarque a été faite par plusieurs auteurs (Ruf, 1995 ; Assiri *et al.*, 2009 ; Kpangui, 2015 ; Cissé *et al.*, 2016) en Côte d'Ivoire. Cependant, avec la raréfaction actuelle des forêts, les paysans tentent de reconquérir les jachères et les anciennes exploitations pour la création de nouvelles plantations (Assiri, 2010).

En plus de la raréfaction des terres, les résultats de ces travaux ont montré que les exploitations agricoles surtout cacaoyères sont affectées par deux principales maladies qui sont la pourriture brune causée par *Phytophthora megakarya* et le *Cocoa swollen shoot virus*. La présence de ces deux maladies pourrait être due au manque d'entretien des parcelles (Oro *et al.*, 2020). Ces résultats sont en accord avec les travaux de Kouadjo *et al.* (2002) qui ont souligné que par manque de moyen financier, les paysans sont contraints de s'orienter vers d'autres spéculations notamment les cultures vivrières, abandonnant les cacaoyers infestés sans entretien. Les études de Berry & Cilas (1994), Kouakou *et al.* (2011), Kouakou (2014) et Oro *et al.* (2020) ont montré que la pourriture brune et le *Cocoa swollen shoot virus* seraient à l'origine de plus de 80 % de perte de la production.

Ce travail indique également que plus de 80 % des systèmes de cultures sont représentés par des associations culturales. Cette dominance des associations culturales est une réponse à l'épuisement des terres et aux contraintes agroenvironnementales (Lawali, 2011). En effet, les associations culturales permettent de diminuer les pressions des agresseurs. Pour Bahan *et al.* (2012), les associations culturales permettent de mieux gérer la main d'œuvre familiale et de diversifier les produits de la récolte.

8.3.3. Diversité des espèces associées aux agrosystèmes

Au niveau de la diversité floristique des agrosystèmes, 151 espèces ont été recensées et regroupées en 114 genres appartenant à 47 familles. Ces espèces appartiennent majoritairement aux familles des Moraceae, des Fabaceae, des Sterculiaceae, des Apocynaceae, des Caesalpinaceae, des Euphorbiaceae et des Rubiaceae. Ce cortège de familles a déjà été signalé comme caractéristique de la zone forestière du continent africain et des forêts ivoiriennes (Kouamé, 1998 ; Nusbaumer *et al.*, 2005 ; Adou Yao & N'guessan, 2006 ; Kouamé *et al.*, 2008 ; Vroh, 2013).

Les phanérophytes sont les plus nombreux dans les différents agrosystèmes. Parmi, ceux-ci, les microphanérophytes ou arbustes de 2 à 8 m sont les plus abondants. La dominance de ces arbustes dans les différents agrosystèmes pourrait être utilisée comme un indicateur des milieux perturbés (Kouamé, 1998 ; Vroh, 2008 ; Sey, 2015). La présence des arbustes dans les différents agrosystèmes s'explique par le fait que les paysans procèdent à l'élimination des grands arbres et des arbrisseaux et laissent les arbustes lors de la mise en valeur des parcelles (Kouakou *et al.*, 2015). Pour Piba *et al.* (2011), la forte présence des espèces microphanérophytes dans les agrosystèmes a pour but de réduire les effets d'un ombrage et les risques de compétition entre les individus de ces espèces et les cultures.

Dans ces agrosystèmes, on note également la présence de nombreuses espèces à statut particulier, ce qui pourrait s'expliquer par la domestication ou la préservation des espèces utiles ou qui sont en voie de disparition par les paysans (Piba *et al.*, 2011 ; Zanh *et al.*, 2016 ; Kouakou *et al.*, 2017). Ces résultats témoignent également que ces agrosystèmes sont susceptibles de contribuer à la préservation de la biodiversité végétale (Bisseleua *et al.*, 2008 ; Bamba *et al.*, 2019).

Au niveau des affinités chorologiques, les espèces Guinéo-congolaise (GC) sont les plus abondantes. La prédominance de ces espèces au sein des différents agrosystèmes s'explique d'une part, par le fait que ces agrosystèmes appartiennent à la zone de forêt dense humide du

domaine guinéen, et d'autres part, par l'importance accordée aux espèces forestières par les paysans. Vroh (2013) a trouvé les résultats similaires dans la zone agricole d'Azaguié.

L'analyse de la richesse floristique indique que les agrosystèmes à base de cacao-café sont les plus riches en terme d'espèces. Cette prédominance des espèces associées est due à la présence des arbres laissés pour servir d'ombrage aux cacaoyers et caféiers comme l'ont souligné Adou Yao *et al.* (2016). Ces espèces peuvent servir plus tard à d'autres usages en fonction de leur importance (Carrière, 1999 ; Sonwa *et al.*, 2007 ; Koulibaly, 2008 ; Kouakou *et al.*, 2015 ; Soro *et al.*, 2020). Par ailleurs, en ce qui concerne la diversité spécifique, la valeur des indices de diversité décroît avec l'utilisation des terres (Sey, 2015). Elle est faible au sein des agrosystèmes à base de cacao-anacarde et de cacao-café-anacarde. Cette faible diversité serait due à la présence de l'anacardier. En effet, l'anacardier est une espèce sciaphile et ne tolère donc pas d'ombrage. Pendant les activités champêtres, les espèces végétales sont généralement réduites au profit de la culture principale et le paysan se sert de l'ombrage fourni par l'anacardier pour protéger ses cacaoyers et caféiers (Koulibaly *et al.*, 2016 ; Bamba *et al.*, 2019). L'anacardier crée un microclimat qui favorise le développement des cacaoyers et/ou caféiers. Dans ce cas, l'anacardier n'est pas alors considéré comme une culture principale mais plutôt un arbre associé à la culture principale. On note une ressemblance entre les espèces végétales présentes dans les différents agrosystèmes. Cette ressemblance floristique peut s'expliquer par le brassage culturel au sein de la population locale (Delewron *et al.*, 2018). En effet, les paysans gardent pratiquement les mêmes espèces dans leurs plantations et ont adopté de plus en plus les mêmes pratiques culturales.

8.3.4. Diversification des espèces associées aux agrosystèmes comme solution en vue d'augmenter les revenus des paysans et/ou améliorer leur sécurité alimentaire

Les investigations sur le terrain ont montré que lors de l'installation des plantations, les paysans y associent ou préservent des espèces fruitières exotiques telles que, *Citrus sinensis* (oranger), *Mangifera indica* (manguier), *Persea americana* (avocatier), *Psidium guajava* (goyavier), ou des espèces forestières telles que *Elaeis guinensis* (palmier à huile), *Garcinia Kola* (petit cola), *Irvingia gabonensis* (Kakrou), *Piper Guineense* (poivre long), *Ricinodendron heudelotii* (Akpi), etc. Ces espèces sont laissées dans les plantations car elles servent de nourriture aux paysans et la vente des produits leur procure des revenus additionnels. Ce constat a également été souligné par Jagoret (2011) au Cameroun et en Côte d'Ivoire par Soro *et al.* (2020). Au cours de leurs travaux, ces auteurs ont également montré que les espèces associées aux cultures permettent aux paysans de diversifier leur source de revenus et d'assurer leur

Résultats et Discussion

sécurité alimentaire en période de soudure. Ce même constat a été également observé au Centre de la Côte d'Ivoire, dans la sous-préfecture de Kokumbo, où Kpangui (2015) a montré qu'en plus de l'ombrage fourni aux cacaoyers, les espèces associées aux cultures pérennes procurent aux agriculteurs une multitude de produits commercialisés ou non tels que les fruits, les bois de chauffe, les feuilles pour les emballages, les écorces pour des soins, etc.

En outre, dans la zone d'étude, certaines espèces sont préservées dans les champs en raison de leur importance pour les paysans. Ces derniers préservent donc des espèces qui ont une valeur symbolique ou sociale.

Nos travaux ont également montré que les plantations tenues par les allogènes et les autochtones sont les plus diversifiées. Cette forte diversité des espèces dans les plantations tenues par les autochtones pourrait s'expliquer par le fait que ces derniers ont une bonne connaissance des espèces locales. Ces populations autochtones utilisent certaines plantes dans les cérémonies traditionnelles. Par exemple, *Milicia excelsa*, étant une espèce sacrée aux yeux des autochtones, est épargnée dans les plantations par ces derniers. De ce fait, lors de la mise en place de leurs exploitations, ils épargnent plusieurs espèces locales qui leur sont utiles. En plus des espèces locales conservées par les autochtones sur la parcelle, les allogènes préfèrent ajouter des espèces exotiques ou adoptent plutôt les espèces issues de leur zone d'origine. Ce même constat a été fait par Jagoret (2011) au Cameroun. Cet auteur soutient que la présence d'une espèce au sein d'une parcelle ou d'un système agroforestier est fonction des choix techniques du paysan. Le choix et le nombre des espèces à conserver dépendent donc de l'origine du paysan (Jagoret, 2011 ; Cissé *et al.*, 2016).

Les espèces préservées dans les exploitations agricoles sont utilisées pour l'alimentation, les soins médicaux et comme du bois de chauffe ou bois d'oeuvre (Gautier, 1994 ; Cissé *et al.*, 2016). Cependant, l'usage médicinal est le plus dominant. L'abondance des espèces à usages médicinaux témoigne d'une bonne connaissance de leurs vertus par les paysans (Kouakou *et al.*, 2019). Leur importance dans les exploitations agricoles peut aussi se justifier par le fait que face au manque de moyens financiers, les paysans se tournent vers la médecine traditionnelle pour se soigner "gratuitement" avec les plantes (Adou Yao *et al.*, 2016 ; Kouakou *et al.*, 2017). Aussi, l'enclavement des localités visitées occasionnant l'éloignement des centres de santé, les paysans préfèrent prélever ces espèces à usages médicinaux pour les premiers soins. C'est le cas de *Alstonia boonei* (Emien) qui est prisé par la population dans le traitement du paludisme. Ce constat a été fait dans plusieurs localités, dans la zone de transition forêt-savane du Centre de la Côte d'Ivoire (Adou Yao *et al.*, 2015) et dans la zone soudanienne de la Côte d'Ivoire (Tiébré *et al.*, 2016). Aussi, en plus de ces différents usages (médicinal, alimentaire,

construction), les espèces associées permettent d'améliorer également la fertilité des sols et servent de "tuteurs" pour les plants d'ignames (Zanh *et al.*, 2019).

8.3.5. Recomposition des systèmes agroforestiers traditionnels comme alternative pour s'adapter à la saturation foncière et aux difficultés de replantation du cacao

Quatre groupes de parcelles ont été identifiés dans cette étude. Chacun de ces groupes, représente un système de production, de par leurs caractéristiques floristiques, structurales, agronomiques et humaines. Ces systèmes de production identifiés se caractérisent par la combinaison sur le même espace de trois cultures pérennes (cacao, anacarde et café). Ainsi, on a des systèmes de production à base d'anacarde, de cacao, de café et de polycultures (cacao-café). Ces résultats traduisent une évolution des techniques de replantation du cacaoyer dans les anciennes zones de production. En utilisant une méthode d'analyse similaire, trois systèmes agroforestiers à base de cacao avaient été identifiés dans le Centre de la Côte d'Ivoire par Kpangui *et al.* (2015), à savoir : les SAF simples à canopée ouverte et à forte densité de bananiers ; SAF complexes jeune à diversité élevée et canopée ouverte et les SAF complexes à canopée dense et fermée. Cependant, ces auteurs ont réalisé des inventaires uniquement dans un seul type de plantations (cacaoyères) tenu par une seule communauté, tandis que cette étude a été réalisée dans plusieurs agrosystèmes tenus par différentes communautés. Cette différence méthodologique pourrait expliquer la différence des résultats.

L'âge des cultures pérennes, le précédent cultural des parcelles et la densité des espèces ont permis d'identifier les différentes pratiques paysannes de reconversion ou de diversification des cultures. Dans le premier système de production à base d'anacarde qui est tenu par les allochtones, les anacardiens ont un âge moyen de 10 ans avec une faible densité des espèces associées. Cette faible densité des espèces associées observée pourrait se traduire par le fait qu'il s'agit de vieilles plantations de cacao et de café réhabilitées dans lesquelles l'anacardier servirait d'ombrage aux jeunes plants de cacao et de café. Par ailleurs, dans le second et le troisième système de production à base de cacao et de café tenus respectivement par les autochtones et les allochtones, les cacaoyers et les caféiers sont âgés de plus de 20 ans et ont pour précédent cultural la forêt. Dans ces systèmes, la présence d'autres cultures pérennes relativement jeunes a été observée. La présence de nouvelles cultures pérennes dans ces systèmes de production à base cacao et de café, indique qu'il s'agit d'une reconversion des vieux vergers de cacao et de café. Cependant, cette reconversion des vieux vergers de cacao et de café observée dans ces systèmes de production ne se fait pas simultanément. En effet, les

Résultats et Discussion

paysans remplacent partiellement les vieux plants de cacao et de café par l'anacarde. En plus de protéger les plants de cacaoyers et de caféiers contre les variations saisonnières, cette reconversion est destinée à lutter contre la maladie causée par le *cocoa swollen shoot virus* (Ruf, 2018).

Dans ces systèmes, la densité moyenne des espèces associées est faible suite au vieillissement des plantations cacaoyères et caféières. La baisse progressive de la diversité des espèces associées liée au vieillissement des vergers observés dans ces systèmes s'explique par le fait que les paysans font la sélection des espèces qu'ils jugent utiles lorsque la plantation est en production. Ce même constat a été relevé au Sud du Cameroun (Carrière, 1999 ; Sonwa *et al.*, 2001) et dans la forêt classée de Monogaga au Sud de la Côte d'Ivoire (Adou Yao & N'guessan, 2006). Ainsi, la réduction de la densité des espèces avec l'augmentation de l'âge des plantations cacaoyères est un processus commun aux systèmes agroforestiers tropicaux visant à accroître la production des jeunes plants de cacaoyers et de caféiers (Adou Yao *et al.*, 2015 ; Sonwa *et al.*, 2001).

Le quatrième système de production, qui est une association de jeunes plants de cacaoyers et de caféiers, a été installé après la défriche de la forêt et est tenu essentiellement par les allogènes et les autochtones. Dans ce dernier système, les paysans introduisent l'anacarde avec une forte densité des espèces associées. L'association des plants d'anacarde aux jeunes cacaoyères et caféières pourrait s'expliquer par deux raisons. La première concernerait la restauration de la fertilité des sols et la lutte contre le swollen shoot (Ruf, 2018 ; Zanh *et al.*, 2019). En effet, les variations saisonnières induites par la conversion importante des surfaces forestières en de vastes plantations pourraient conduire à un climat ou un microclimat plus sec ; cela pourrait aggraver les difficultés liées à la replantation cacaoyère ou caféière. Dans ce cas l'ombrage qui est fourni par l'anacardier, en plus de protéger les jeunes plants de cacaoyers et caféiers, permettra également de maintenir la fertilité des sols en créant de l'humidité. La seconde raison serait un moyen pour les paysans de diversifier leur exploitation agricole.

En effet, face à l'épuisement des terres, la diversification des exploitations agricoles est un moyen pour les chefs de ménages de diminuer la vulnérabilité des risques environnementaux ainsi que ceux liés à la production en luttant contre les mauvaises herbes et des bioagresseurs. Aussi, la diversification permet de compenser la phase improductive des cacaoyers et caféiers et d'augmenter les sources de revenus des paysans. En effet, les exploitations diversifiées répondent mieux aux chutes de prix ou aux politiques défavorables par rapport à celles qui reposent sur une seule culture comme l'avait déjà souligné en Côte d'Ivoire par Ruf (2018). Combinée à la disparition de la rente forêt, la pratique de diversification ou de reconversion des

Résultats et Discussion

cacaoyères et caféières par l'anacardier serait également une réponse des paysans aux aléas climatiques, aux faibles rendements et aux difficultés de replantation des cacaoyères (Ruf, 2018 ; Ruf *et al.*, 2019). En somme, la diversification des exploitations agricoles serait un moyen d'augmenter les revenus des paysans, de diminuer la vulnérabilité aux marchés et aux politiques publiques, de lutter contre les variations saisonnières ainsi que de compenser la phase improductive des cacaoyers et caféiers.

Toutes ces pratiques culturelles basées sur l'association des cultures pérennes seraient imputables à l'indisponibilité des réserves forestières (Piba, 2008). Par ailleurs, l'introduction de l'anacardier dans les agrosystèmes est une innovation paysanne par excellence et agroforestière dans les zones soumises à la raréfaction des terres, aux difficultés de replantation ainsi qu'aux contraintes environnementales et agronomiques. La culture de l'anacardier par les paysans permet de redynamiser l'économie des ménages et de renforcer les conditions de moyens d'existence (Koffi, 2019). Pour Topper & Kasuga (2003), toutes ces techniques basées sur les associations culturelles dépendent de plusieurs facteurs, notamment la disponibilité de terres cultivables, la pression démographique, la densité de plantation et l'envergure des arbres.

**CONCLUSION, RECOMMENDATIONS
ET PERSPECTIVES**

Conclusion

La forte pression anthropique observée à la périphérie de la FCHS a entraîné une modification du paysage de l'espace rural de la forêt classée du Haut-Sassandra. Différentes cartes d'occupation du sol réalisées sur cinq (05) années ont montré que la superficie totale des classes anthropisées (Culture-jachère, culture pérenne et sol nu-habitat) qui était de 79,4 % de la périphérie de la FCHS en 1997 est passée à environ 93,8 % en 2018. Cette proportion importante desanthropisées s'est faite au détriment du couvert forestier. Ces activités anthropiques ont conduit à la saturation foncière de la périphérie de la FCHS. Les observations sur des pistes agricoles ont permis de déterminer cinq principaux types d'utilisation des terres représentés par les agrosystèmes tels que le cacao-café (23 %), le cacao (21 %), le café (12 %), le cacao-anacarde (5 %) et le cacao-café-anacarde (8 %). La distribution de ces agrosystèmes varie en fonction des différentes situations géographiques.

Les enquêtes socio-économiques ont montré que les principaux facteurs de la raréfaction des terres à la périphérie de la FCHS sont représentés par le cacao (37 %), le café (31 %) et l'anacarde (27 %). Les cacaoyères (50 %) et les caféières (53 %) sont âgées de 6 à 30 ans et ont été principalement installées après des défriches de la forêt avec des proportions respectives de 54 % et 44 %. Par contre, 88 % des plantations d'anacardier sont relativement jeunes et ont été installées dans de vieilles plantations (49 %) ainsi que dans les jachères (40 %). Les principales contraintes liées à l'exploitation de ces cultures sont représentées par le vieillissement des vergers (27 %), le *Cocoa swollen shoot virus* (26 %) et la pourriture brune du cacao (20 %). Ces cultures sont pratiquées par trois communautés, à savoir les autochtones, les allochtones et les allogènes. Aussi, les enquêtes ont également montré que le mode d'acquisition des terres par donation et travail-partagé tendent à disparaître.

Les inventaires floristiques réalisés dans les principaux agrosystèmes ont permis de recenser 151 espèces associées réparties entre 116 genres rangés dans 47 familles. Les agrosystèmes à base de cacao-café sont les plus riches en terme d'espèces, avec 85 espèces. Ces agrosystèmes sont dominés par les microphanérophytes (53 %). Les espèces associées aux agrosystèmes servent aux usages médicinaux (52 %), alimentaire (27 %) et construction (14 %). En plus de ces usages, 78 % des espèces associées permettent de protéger les jeunes cultures en leur servant d'ombrage et 22 % servent à améliorer la fertilité du sol.

Finalement, quatre (04) systèmes de productions à base d'anacarde, de cacao, de café et de cacao-café. Ces systèmes obéissent à une triple stratégie innovante à savoir les stratégies de diversification, de reconversion et de restauration de la fertilité des terres appauvries.

Recommandations

Aujourd'hui, la raréfaction des ressources foncières à la périphérie de la FCHS témoigne de l'ampleur de l'anthropisation du milieu rural et suscite une convoitise accrue des ressources de la forêt classée du Haut-Sassandra, mettant ainsi en péril sa biodiversité. Il serait donc important pour les structures d'encadrement d'accompagner les paysans sur les bonnes pratiques agricoles basées sur l'agroforesterie. En effet, l'association observée dans les agrosystèmes est la solution qui permettra de concilier la préservation de la biodiversité et la pratique de l'agriculture. Toutefois, les structures d'encadrement et de recherche devraient accompagner les paysans dans le choix des espèces à préserver dans les exploitations agricoles. Ces structures d'encadrement devraient également encourager les paysans à introduire des cultures innovantes notamment l'anacarde dans leur exploitation cacaoyère et caféière.

La course vers la rente forestière en vue de la mise en place des exploitations de cacao et café est aussi guidée par la recherche de terre fertile suite à l'infertilité du sol des vieux vergers. En vue de sédentariser les paysans, un soutien de l'Etat sous la forme de dons de produits phytosanitaires aidera à maintenir ou augmenter leur rendement agricole actuel.

Les paysans devraient d'avantage diversifier ou reconverter les anciennes exploitations cacaoyères ou caféières improductives dans la zone afin de faire face à la saturation foncière. Les paysans devraient maintenir les pratiques agroforestières dans le but d'accroître la diversité des ressources tirées des agrosystèmes et de contribuer à la préservation des espèces en voie de disparition dans les formations naturelles.

Perspectives de recherche

De manière générale, les résultats de cette étude montrent que la périphérie de la FCHS connaît une saturation foncière. Face à cette saturation, les paysans ont mis en place des stratégies d'adaptation basées sur des pratiques agroforestières innovantes. Cependant, cette étude n'aborde pas la question de la durabilité de ces systèmes agroforestiers. C'est pourquoi, lors des études futures, il serait important d'évaluer la durabilité de ces systèmes de productions. Cette étude se fera à travers des essais de replantation et de diversification des cacaoyères et caféières sur des précédents culturels non forêt tels que les jachères et les vieilles plantations dans la zone post-forestière de Côte d'Ivoire. Pour ce faire, une analyse approfondie des paramètres morphologiques des sols s'avère nécessaire afin d'évaluer la qualité des sols dans les agrosystèmes. Des études pourraient être menées afin de prendre en compte une comparaison des performances agronomiques et économiques de ces systèmes de production innovants mises en place par les paysans. Aussi, en raison de la pression anthropique actuelle

Conclusion, Recommendations, Perspectives

et des projections démographiques observées dans un contexte de saturation foncière, il est nécessaire de s'interroger sur le devenir à plus ou moins long terme de la forêt classée du Haut-Sassandra. Il serait donc important d'évaluer les conséquences de la saturation foncière observée à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra sur le couvert forestier de celle-ci.

REFERENCES

Références

- Abdel Kawy W.A & Belal A.A. (2011). GIS to assess the environmental sensitivity for desertification in soil adjacent to El-Manzala Lake, East of Nile Delta, Egypt, American-Eurasian. *Journal Agricultural & Environment Science*, 10: 844-856.
- Abrougui M. (2008). Biostatistique. Support de cours, Institut supérieur de l'éducation et de la formation continue, Tunisie, 96 p.
- Adjakpa B.J., Yedomonhan H., Ahoton L.E., Weesie P.D.M. & Akpo E.L. (2013). Structure et diversité floristique des îlots de forêts riveraines communautaires de la vallée de Sô du Bénin. *Journal Applied and Biosciences*, 65 : 4902-4911.
- Adji B.I. (2017). Caractérisation des systèmes agroforestiers à base de cacaoyers en Côte d'Ivoire. Mémoire de Master en Science de la Vie et de la Terre, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire, 100 p.
- Adou Yao C.Y., Denguéadhé K.T.S., Kouamé D. & N'guessan K.E. (2007). Diversité et distribution des ligneux dans le Sud du Parc National de Taï (PNT) en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 19(2) : 113-122.
- Adou Yao C.Y., Kpangui K.B., Koffi B.C. & Vroh B.T.A. (2015). Farming practices, diversity and utilizations of associated species of cocoa plantations in a forest savannah transition zone, Center Côte d'Ivoire. *Global Journal of Wood Science Forestry and Wildlife*, 3(3): 94-100.
- Adou Yao C.Y., Kpangui K.B., Vroh B.T.A. & Ouattara D. (2016). Pratiques culturelles, valeurs d'usage et perception des paysans des espèces compagnes du cacaoyer dans des agroforêts traditionnelles au Centre de la Côte d'Ivoire. *Revue d'ethnoécologie*, 9 : 1-20.
- Adou Yao C.Y. & N'guessan E.K. (2006). Diversité floristique spontanée des plantations de café et de cacao dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 2 : 31-36.
- Affou Y. & Tano K. (1988). La boucle du cacao en Côte d'Ivoire : une situation migratoire inversée. Communication aux 3^{ème} journées démographiques de l'ORSTOM, Paris, France : 307-315.
- Aké-Assi L. (1984). Flore de la Côte d'Ivoire : Étude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques, Thèse de Doctorat d'État en Botanique, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 1206 p.
- Aké-Assi L. (2001). Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue systématique, biogéographique et écologie. Conservatoire et Jardin botanique, Boissieria 57, Genève (Suisse), 396 p.

Références

- Aké-Assi L. (2002). Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique, Boissieria 58, Genève (Suisse), 441 p.
- Alexandre D.Y. (1983). Initiation à l'agroforesterie en zone sahélienne : Les arbres des champs du Plateau Central au Burkina Faso. Karthala, Paris, France, 234 p.
- Amon A.D-E., Séguéna F., Soro K., Soro D. & N'guessan K. (2017). Ethnobotany study of Loranthaceae, hemiparasitic plants used in traditional medicine by population, in the Sud-Comoé region (Côte d'Ivoire). *Journal of medicinal plants studies*, 5(5): 217-224.
- Annan N. (2014). Violent conflicts and civil strife in West Africa : causes, challenges and prospects stability. *International Journal of Security & Development*, 3: 1-16.
- AOF (1955). Carte régulière de l'Afrique de l'Ouest à 1/20000e. Man et Séguéla, 29 XXIV, I.G.N, France, 1 p.
- Arouna O., Toko Imorou I., Djogbenou C.P. & Sinsin B. (2010). Impact de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol sur la végétation en zone soudano-guinéenne au Bénin. *Revue des Sciences de l'Environnement*, 6 : 161-186.
- Assalé A.A.Y., Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Kouakou A.T.M. & Bogaert J. (2016). Agents de dégradation d'une aire protégée après une décennie de conflits en Côte d'Ivoire : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 22 : 123-133.
- Assiri A.A. (2007). Identification des pratiques paysannes dans la conduite des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 62 p.
- Assiri A.A. (2010). Étude de la régénération cacaoyère en Côte d'Ivoire : Impact des techniques de réhabilitation et de replantation sur le développement et la productivité des vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) en relation avec l'état du sol. Thèse de Doctorat en Agro-Pédologie, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 260 p.
- Assiri A.A., Deheuvels O., Keli Z.J., Kebe B.I., Konan A. & Koffi N. (2016). Identification de caractéristiques agronomiques pour le diagnostic et la prise de décision de régénération des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire. *African Crop Science Journal*, 24(3) : 23-234.
- Assiri A.A., Kacou E.A., Assi F.A., Ekra K.S., Dji K.F., Couloud J.Y. & Yapo A.R. (2012). Rentabilité économique des techniques de réhabilitation et de replantation des vieux

Références

- vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 14(2) : 1939-1951.
- Assiri A.A., Konan A., N'guessan K.F., Kébé B.I., Kassin K.E., Couloud J.Y., Yapo A.R., Yoro G.R. & Yao-Kouamé A. (2015). Comparaison de deux techniques de replantation cacaoyère sur antécédents culturels non-forestiers en Côte d'Ivoire. *African Crop Science Journal*, 23(4) : 365-378.
- Assiri A.A., Yoro G.R., Deheuvels O., Kébé B.I., Kéli Z.J., Adiko A. & Assa A. (2009). Les caractéristiques agronomiques des vergers de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2(1) : 55-66.
- Avenard J.M. (1971). Carte réalisée à partir de photographies aériennes. In : Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Mémoires *ORSTOM*, 50, Paris (France) : 9-72.
- Bagnouls F. & Gaussen H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. In : *Annales de Géographie*. Armand Colin, Malakoff (France) : 193-220.
- Bahan F., Kéli J., Yao-Kouamé A., Gbakatchéché H., Mahyao A., Bouet A. & Camara M. (2012). Caractérisation des associations culturelles à base de riz (*Oryza* sp) : cas du Centre-Ouest forestier de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 56 : 4118-4132.
- Balac R. (2001). Dynamiques migratoires et économie de plantations. La Côte d'Ivoire à l'aube du XXI^e siècle. Défis démographiques et développement durable, *Karthala*, Paris (France) : 195-231.
- Bamba I. (2010). Anthropisation et dynamique spatio-temporelle de paysages forestiers en République Démocratique du Congo. Thèse de Doctorat en Science, Université Libre de Bruxelles (Bruxelles, Belgique), 205 p.
- Bamba I., Mama A., Neuba D. F.R., Koffi K.J., Traoré D., Visser M., Sinsin B., Lejoly J. & Bogaert J. (2008). Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas Congo (République Démocratique du Congo). *Sciences & Nature*, 5(1) : 49-60.
- Bamba I., Zanh G.G., Kambiré B., Sangne Y.C. & Barima Y.S.S. (2019). Agrosystèmes et conservation de la diversité végétale dans la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 154(4) : 443-457.
- 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.

Références

- Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Bamba I., Sangne Y.C., Godron M., Andrieu J. & Bogaert J. (2016). Cocoa crops are destroying the forest reserves of the classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast). *Global Ecology and Conservation*, 8: 85-98.
- Baudry J., Burel F., Aviron S., Martin M., Ouin A., Pain G. & Thenaill C. (2003). Temporal variability of connectivity in agricultural landscapes : do farming activities help ? *Landscape Ecology*, 18 : 303-314.
- Bellón de la cruz B. (2018). Une approche multiscalaire par télédétection pour la cartographie et la caractérisation des systèmes agricoles à l'échelle régionale. Thèse de Doctorat en Géomatique, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, Montpellier (France), 213 p.
- Berry D. & Cilas C. (1994). Etude génétique de la réaction à la pourriture brune des cabosses chez des cacaoyers (*Theobroma cacao* L) issus de croisements diallèles. *Agronomie tropicale*, 14 : 599-609.
- Biaou S.S.H., Natta A.K., Dicko A. & Kouagou M'm. (2016). Typologie des systèmes agroforestiers et leurs impacts sur la satisfaction des besoins des populations rurales au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique* : 43-56.
- Bisseleua D., Hervé B. & Stefan V. (2008). Plant biodiversity and vegetation structure in traditional cocoa forest gardens in southern Cameroon under different management. *Biodiversity Conservation*, 17: 1821-1835.
- Blanchard M. (2010). Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-cereales-elevage au mali Sud : savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage. Thèse de Doctorat, Université Paris-Est, Creteil Val de Marne (Paris, France), 301 p.
- Blanchet A. & Gotman A. (2013). L'analyse du discours dans l'enquête et ses méthodes : l'entretien. Armand Colin, Paris (France) : 89-104.
- Boffa J.M. (1999). Agroforestry parklands in Sub-Saharan Africa. Food and Agriculture Organisation, *Conservation guide*, Rome (Italie), 230 p.
- Bogaert J., Ceulemans R. & Salvador-Van E.D. (2004). Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environmental Management*, 33(1): 62-73.
- Bogaert J. & Mahamane A. (2005). Ecologie du paysage : cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 7 : 39-68.
- Bonn F. & Rochon G. (1993). Précis de Télédétection. Principes et méthodes. *Presse de l'Université du Québec*, Québec (Canada), 485 p.

Références

- Boubou A., Migeon A., Roderick G.K. & Navajas M. (2011). Recent emergence and worldwide spread of the red tomato spider Bell mite, *Tetranychus evansi*: genetic variation and multiple cryptic invasions. *Biological Invasions*, 13(1): 81-92.
- Bouxin G. (2011). Evolution de la végétation macrophytique et trophie dans les deux ruisseaux du bassin hydrographique de la molignée (Condroz, Belgique). *Revue des Sciences de l'Eau*, 24 : 253-266.
- Brou Y.T. (2005). Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques, Université des Sciences et Technologies de Lille, France, 212 p.
- Brou Y.T. (2009). Impacts des modifications bioclimatiques et de l'aménagement des terres forestières dans les paysanneries ivoiriennes : quelles solutions pour une agriculture durable en Côte d'Ivoire. *Cuadernos Geograficos*, 45 : 13-29.
- Brou Y.T. & Chaléard J-L. (2007). Visions paysannes et changements environnementaux en Côte d'Ivoire. In : Annales de géographie. Armand Colin, Paris (France), 65-87.
- Brou Y.T., Oswald J., Bigot S. & Servat E. (2005). Risques de déforestation dans le domaine permanent de l'état en Côte d'Ivoire : quel avenir pour ces derniers massifs forestiers ? *Téledétection*, 5(1,2,3) : 105-121.
- Brown D.G. & Duh J-D. (2004). Spatial simulation for translating from land use to land cover. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(1): 35-60.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L. & Thomas L. (2001). Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford (United Kingdom), 399 p.
- Camizuly E., Petit C., Bernigaud N. & Reddé M. (2016). Principes méthodologiques pour caractériser des agrosystèmes antiques. Exploitation des bases de données actuelles. *Les nouvelles de l'archéologie*, 142 : 20-26.
- Carrière S. (1999). Les orphelins de la forêt : influence de l'agriculture itinérante sur brûlis des Ntumu et des pratiques agricoles associées sur la dynamique forestière du sud Cameroun. Thèse de Doctorat en Biologie des Populations et Ecologie, Université de Montpellier II (Montpellier, France), 376 p.
- CCT (2003). Notions fondamentales de télédétection. Centre canadien de télédétection, Canada, 266 p. www.ccrs.nrcan.gc.ca.
- Chaléard J-L. (1988). La place des cultures vivrières dans les systèmes de production en agriculture de plantation : le cas du département d'Agboville (Côte d'Ivoire). *Cahier des Sciences Humaines*, 24(1) : 35-49.

Références

- Chaléard J-L & Mesclier E. (2010). Introduction. Question foncière et dynamiques territoriales dans les pays du sud : nouveaux liens, nouvelles approches. In : *Annales de géographie*. Armand Colin, Malakoff (France) : 587-596.
- Chaléard J-L. & Pelissier P. (1996). Temps des villes, temps des vivres. L'essor du vivrier marchand en Côte d'Ivoire, Karthala, Paris (France), 661 p.
- Chardon P.A. (1981). Méthodes pratiques de dépouillement de questionnaires. Thèse de Doctorat en Sciences économiques, Université de Neuchatel, France, 136 p.
- Chatelain C. (1996). Possibilités d'application de l'imagerie satellitaire à haute résolution pour l'étude des transformations de la végétation en Côte d'Ivoire forestière. Thèse de Doctorat en science, Université de Genève, (Genève, Suisse), 206 p.
- Chauvel L. (2012). Les raisons de la peur : Les classes moyennes sont-elles protégées de la crise ? *Revue de l'OFCE, Observations et Diagnostics Economiques*, 18 : 1-16.
- CIRAD (2010). Inventer une nouvelle agriculture. Rapport CIRAD, Paris, France : 24-25.
- Cissé A., Kouadio A.J.C., Kouamé D., Vroh B.T.A., Adou Yao Y.C. & N'guessan K.E. (2016). Caracterisation des pratiques agroforestieres à base de cacaoyers en zone de forêt dense semi- decidue : Cas de la localité de Lakota (Centre- Ouest, Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 12(21) : 50-69.
- Clough Y., Faust H. & Tschardt T. (2009). Cacao boom and bust: sustainability of agroforests and opportunities for biodiversity conservation. *Conservation Letters*, 2: 197-205.
- Colin J-P. (1990). La dynamique des systèmes productifs agricoles en basse Côte d'Ivoire. In : Dynamique des systèmes agraires, la dimension économique. *ORSTOM et CNRS*, Paris, France : 165-190.
- Colin J-P. (2018). La mutation d'une économie de plantation en basse Côte d'Ivoire. IRD Éditions, Marseille (France), 284 p.
- Congalton R.G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1): 35-46.
- Conway G.R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural systems*, 24(2): 95-117.
- Cronquist A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, Etats-Unis, 1262 p.
- Dally B.M.H. (2016). Saturation foncière et stratégies de sécurisation alimentaire dans les exploitations agricoles du Haut-Sassandra. Mémoire de Master en Socio-Économie, Gouvernance et Développement, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire, 123 p.

Références

- Davidson C. (1998). Issues in measuring landscape fragmentation. *Wildlife Society Bulletin*, 26(1): 32-37.
- Dawson I., Guariguata M., Loo J., Weber J., Lengkeek A., Bush D., Cornelius J., Guarino L., Kindt R. & Orw C. (2013). What is the relevance of small holders' agroforestry systems for conserving tropical tree species and genetic diversity in circa situ in situ and ex situ settings? *Biodiversity Conservation*, 22: 301-324.
- Deheuvels O. (2007). Dynamiques de plantation-replantation cacaoyère en Côte d'Ivoire : comparaison de choix techniques avec Olympe. Dans modélisation économique des exploitations agricoles : modélisation, simulation et aide à la décision avec le logiciel Olympe. Penot E. & Deheuvels O. (Éds.). L'Harmattan, Paris, France : 49-61.
- Deheuvels O., Rousseau X.G., Decker F.M., Cerda R., Mendoza S.J.V. & Somarriba E (2014). Biodiversity is affected by changes in management intensity of cocoa-based agroforests. *Agroforestry Systems*, 88(6): 1081-1099.
- Delewron G.R., N'guessan K.F. & N'guessan K.E. (2018). Diversité structurale des peuplements ligneux des cacaoyères de la région de Grand-Zatry (Côte d'Ivoire). *Reb-Pasres*, 3(3) : 51-67.
- Desdoigts A. & Kouadio H.K. (2013). Deforestation, migration, land appropriation and reforms: Rural resilience against the backdrop of the Malthusian crisis in Ivory Coast. Erudite Working Paper, Paris (France), 47 p.
- Diomandé M., Dongo K., Dje B.K.; Kouadio K.K.H., Koné D., Biémi J. & Bonfoh B. (2013). Vers un changement du calendrier culturel dans l'écotone forêt-savane de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 25 (2) : 133-147.
- Djohy G.L., Vodounon H.S.T. & Kinzo N.E. (2016). Dynamique de l'occupation du sol et évolution des terres agricoles dans la commune de Sinendé au Nord-Benin. *Cahiers du CBRST*, Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique, pp : 101-121.
- Donnay J.P., Barnsley M.J. & Longley P.A. (2000). Remote sensing and urban analysis: GISDATA 9. *CRC Press*, Taylor & Francis, Floride, Etats-Unis, 304 p.
- Dossou M.E., Houessou G.L., Lougbégnon O.T., Tenté A.H.B. & Codjia J.T.C. (2012). Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. *Tropicultura*, 30 : 41-48.
- Dounias E. & Hlandik C.M. (1996). Les agroforêts Mvae et Yassa du Cameroun Littoral : fonctions socioculturelles, structure et composition floristique. *In* : L'alimentation

Références

- en forêt tropicale. Interactions Bioculturelles et Perspectives de développement. Editions *UNESCO-MAB*, Paris (France) : 1103-1126.
- Dubois E. & Michaux E. (2006). Étalonnages à l'aide d'enquêtes de conjoncture : de nouveaux résultats. *Economie et prévision*, 1 : 11-28.
- Ducrot D. (2005). Méthodes d'analyses et d'interprétation d'images de télédétection multisource. Extraction de caractéristiques du paysage. Mémoire de recherche, Institut National Polytechnique, Toulouse, France, 216 p.
- Dufumier M. (1996). Sécurité alimentaire et systèmes de production agricole dans les pays en développement. *Cahiers Agricultures*, 5(4) : 229-237.
- Dufumier M. (2016). L'adaptation de la cacao-culture ivoirienne au dérèglement climatique : l'agroécologie pourrait-elle être une solution ? Rapport de mission, Agboville (Côte d'Ivoire), 13 p. <http://www.commercequitable.org/images/newsletter/Echos/2016/compte%20rendu%20atelier%20agboville%202016.pdf>
- Dugué P. (2002). Dynamiques de plantation et durabilité des systèmes de cultures pérennes en zone de savane de Côte d'Ivoire. Communication à la conférence internationale sur l'avenir des cultures pérennes. 5-9 Novembre 2001, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 14 p.
- Dumas E., Geniaux G. & Napoléone C. (2005). Les indices d'écologie du paysage à l'épreuve du marché foncier. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 1 : 83-108.
- Dupin T. (2017). Observation des ravageurs et de leurs ennemis naturels dans des vergers d'agrumes menés avec des pratiques agroécologiques en Martinique. Mémoire de Master en Science, Technologie et Santé, Université d'Angers (Angers, France), 90 p.
- Dupraz C. & Capillon A. (2005). L'agroforesterie : une voie de diversification écologique de l'agriculture européenne. Cahier d'études DEMETER-Economie et Stratégie agricole, Paris (France), 11 p.
- Duveiller G., Defourny P., Desclée B. & Mayaux P. (2008). Deforestation in Central Africa: Estimates at regional, national and landscape levels by advanced processing of systematically-distributed Landsat extracts. *Remote sensing of environment*, 112 (5): 1969-1981.
- Enonzan F.B. (2010). Utilisation de la télédétection et des SIG dans la gestion durable des aires protégées : cas des forêts classées de Dogo-Kétou au Bénin. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées en Production et Gestion

Références

- de l'Information Géographique, Université d'Obafemi Owolowo (Ilé-Ifè, Nigéria), 85 p.
- Eponon C., Snoeck D., Kassin E., Kéli J. & Koné D. (2017). Diagnostic agronomique des pratiques culturales paysannes dans les vergers caféiers de Côte d'Ivoire. *Cahiers Agricultures*, 26 : 45007.
- Esso L.J. (2009). Dynamique des recettes du café et du cacao en Côte d'Ivoire. Cellule d'analyse de politiques économiques du CIRES, 19 p.
- FAO (1998). World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports, Rome, Italy, 84 p.
- FAO (2009). Situation des forêts du monde 2009. Rapport d'étude de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome (Italie), 152 p.
- FAO (2016). Etude sur l'agriculture familiale à petite échelle au proche-orient et Afrique du Nord. Synthèse d'étude de l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome (Italie), 186 p.
- Farina A. (2000). Principles and Methods in Landscape Ecology. *Kluwers Academic Publishers, USA*, 235 p.
- Ferraton N. & Touzard I. (2009). Comprendre l'agriculture familiale : diagnostic des systèmes de production. Edition Quae, CTA, Presse Agronomique de Gembloux, (Belgique), 135 p.
- Fischer P.F., Comber A.J. & Wadsworth R. (2005). Land use and land cover: contradiction or complement. Re-Presenting GIS, John Wiley & Sons, New Jersey (États-Unis): 85-98.
- Fortin M-J. (1999). The effects of quadrat size and data measurement on the détection of boundaries. *Journal of Végétation Science*, 10: 43-50.
- Frontier S. & Pichod-Viale D. (1995). Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Masson, Paris, (France), 392 p.
- Ganglo C.J. (1999). Poster presented at the Proceedings of the XVth International Botanical Congress. August 1-7, 1999, Saint Louis, Missouri, USA, 531 p.
- Gautier D. (1994). Valeur d'usage des arbres en pays Bamiléké. *Bois forêt des Tropiques*, 241 : 39-51.
- Girard M.C. & Girard C.M. (1999). Traitement des données de télédétection. Paris (France), 529 p.
- Glèlè Kakaï R., Sodjinou E. & N. Fonton. (2006). Conditions d'application des méthodes statistiques paramétriques. Applications sur ordinateur. Cotonou, 94 p.

Références

- Gockowski J. & Sonwa D. (2011). Cocoa intensification scenarios and their predicted impact on CO₂ emissions, biodiversity conservation, and rural livelihoods in the Guinea rain forest of West Africa. *Environmental management*, 48(2): 307-321.
- Godard V. (2005). Typologie des paysages forestiers du sud du massif de Fontainebleau après la tempête de décembre 1999. Évaluation des dégâts forestiers à l'aide d'un semis de points et d'imagerie satellitale optique. *Revue Internationale de Géomatique*, 15(3) : 281-302.
- Grall J. & Coïc N. (2005). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Rapport de cours, Institut universitaire européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, France, 91 p.
- Hanson T., Brooks T.M., Da Fonseca G.B., Hoffmann M., Lamoreux J.F., Machlis G., Mittermeier C.G., Mittermeier R.A. & Pilgrim J.D. (2009). Warfare in biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, 23: 578-587.
- Hargis C.D., Bissonette J.A. & David J.L. (1997). Understanding measures of landscape pattern. In: *Wildlife and landscape ecology* (eds. Bissonette J.A.). Springer Berlin Heidelberg New York, (USA): 231-261.
- Hawthorne W.D. (1996). Guide de terrain pour les arbres des forêts denses de la Côte d'Ivoire et des pays limitrophes. Avec clés végétatifs sur plus de 650 espèces d'arbres, à partir de 5 cm de diamètre. Projet ECOSYN, Université de Wageningen, Pays-Bas, 276 p
- Herzog F.M. (1994). Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. *Agroforestry systems*, 27: 259-267.
- Heywood V.H. & Watson W.T. (1995). Global Biodiversity Assessment. United Nations Environment Programme (UNEP), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1140 p.
- Husson F., Josse J. & Pagès J. (2010). Principal component methods - hierarchical clustering partitionnal clustering: why would we need to choose for visualizing data? Technical Report Agrocampus, Applied Mathematics Department of Rennes, France, 17 p.
- Ibo J. & Léonard E. (1994). Appropriation et gestion de la rente forestière en Côte d'Ivoire. *Politique africaine*, 53: 25-36.
- ICCO (2007). Cocoa Resources in Consuming Countries, Market committee Annual Report of International Cocoa Organisation, 35 p

Références

- Inoussa T.M., Ismaïla T.I., Gbègbo M.C. & Sinsin B. (2013). Structure et composition floristiques des forêts denses sèches des Monts Kouffé. *Journal Applied and Bioscience*, 64: 4787-4796.
- Jagoret P. (2011). Analyse et évaluation de systèmes agroforestiers complexes sur le long terme : Application aux systèmes de culture à base de cacao au Centre Cameroun, thèse de Doctorat en Agronomie, Montpellier SupAgro (Montpellier, France), 288 p.
- Jagoret P., Ngogue H.T., Bouambi E., Battini J-L. & Nyassé S. (2009). Diversification des exploitations agricoles à base de cacao au Centre Cameroun : mythe ou réalité ? *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(2) : 271 - 280.
- Jarrige F. & Ruf F. (1990). Comprendre la crise du cacao. *Revue Café Cacao Thé*, 34(3) : 213-222.
- Kabba S.T.V. & Li J. (2011). Analysis of land use and land cover changes and their ecological implication in Wuhan China. *Journal of Geography and Geology*, 3: 104-118.
- Kangah A., Konan K.E., Alla D.A. & Ouattara M.A. (2016). Cartographie par télédétection et analyse de l'influence des activités agricoles dans le terroir villageois Odjoukrou (à l'Ouest d'Abidjan, Côte d'Ivoire). *Regardsud*, 2 : 60-74.
- Kassoum T. (2018). Le couvert forestier en Côte d'Ivoire : une analyse critique de la situation de gestion des forêts (classées, parcs et réserves). *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 5(2): 4387-4397.
- Kébé B.I. & N'guessan K.F. (2003). Rapport de la mission de prospection du swollen shoot. Document interne, CNRA, Station de recherche de Divo, Côte d'Ivoire, 7 p.
- Kergomard C. (2004). La télédétection aérospatiale : une introduction : Cours de l'Ecole Normale Supérieure, Paris, France, 74 p.
- Koffi G.R.Y. (2019). Économie de plantation et sécurité alimentaire dans la sous-préfecture de Dania (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat, Université Alassane Ouattara (Bouaké, Côte d'Ivoire), 479 p.
- Koffi I., Dibi N.H., N'Dri K.F., Koffi B.E. & Kouamé K.F. (2018). Apport de la Télédétection et des SIG à la caractérisation des mutations de cultures pérennes à base de Cacao et d'Hévéa dans l'ancienne boucle de Cacao : cas du département d'Abengourou (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Engineering Science Invention*, 7(5) : 1-12.
- Koffi K.A.D., Adou Yao C.Y., Vroh B.T.A. & Gnanbo A. (2015). Diversités floristique et structurale des espaces anciennement cultivés du Parc National d'Azagny (Sud de la Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 134(4) : 415- 427.

Références

- Koffié K. (2006). Épidémiologie de la maladie du Swollen shoot du cacaoyer : *Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae) dans la Sous-préfecture de Bazré (Centre de la Côte d'Ivoire). Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie en Physiologie végétale, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 75 p.
- Koffié-Bikpo Y. & Kra S. (2013). La région du Haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 2 : 95-103.
- Konaté Z., Assiri A.A., Messoum F.G., Sékou A., Camara M. & Yao-Kouamé A. (2017). Identification de quelques contraintes paysannes en replantation cacaoyère en Côte d'Ivoire. *Sciences de la vie, de la terre et agronomie*, 4(2) : 51-57.
- Koné Y.R. (1998). Étude de la structure actuelle des populations de *Phytophthora* spp., agents de la pourriture brune des cabosses du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie, option défense des cultures, École Supérieure d'Agronomie, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 111 p.
- Koua K.A.N., Bamba I., Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Kouakou K.A. & Sangne Y.C. (2017). Echelle spatiale et dynamique de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) en période de conflits. *Revue Environnement et Biodiversité-PASRES*, 2(1) : 54- 68.
- Koua S.H., Coulibaly N.A.M-D. & Alloué-Boraud W.A.M. (2018). Caractérisation vergers et des maladies de cacao de la Côte d'Ivoire : cas des départements d'Abengourou, Divo et Soubré. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 35(3) : 5706-5714.
- Kouadio H. & Desdoigts. (2012). Déforestation, migration, saturation et réformes foncières : la Côte d'Ivoire entre résilience rurale et litiges fonciers. MPRA Paper 49938, Paris (France), 52 p.
- Kouadjo J.M., Kého Y., Mosso R.A. & Toutou K.G. (2002). Production et offre du cacao et du café en Côte d'Ivoire. Rapport d'enquêtes, ENSEA (Abidjan, Côte d'Ivoire), 100 p.
- Kouakou A.T.M. (2019). Dynamiques spatio-temporelles du couvert végétal et diversité floristique de quelques parcs nationaux et forêts classées de Côte d'Ivoire dans un contexte de crises politico-militaires. Thèse de Doctorat en Ecologie végétale, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 352 p.
- Kouakou A.T.M., Barima Y.S.S., Konaté S., Bamba I., Kouadio J.Y. & Bogaert J. (2017). Gestion des forêts domaniales en période de conflits : cas de la forêt classée du

Références

- Haut-Sassandra, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(1) : 333-349.
- Kouakou A.T.M., Barima S.S.Y., Kouakou K.A., Kouamé N.F., Bogaert J. & Kouadio Y.J. (2015). Forest dynamics in the north of the classified forest of Haut-Sassandra during the period of armed conflicts in Ivory Coast. *American Journal of Life Sciences*, 3(5): 375-382.
- Kouakou K. (2014). Diversité moléculaire du CSSV (*Cocoa swollen shoot virus*) et épidémiologie de la maladie du swollen shoot du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat en Phytovirologie, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 141 p.
- Kouakou K., Kébé B.I., Kouassi N., Anno A.P., Aké S. & Muller E. (2011). Impact de la maladie virale du swollen shoot du cacaoyer sur la production de cacao en milieu paysan à Bazré (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 43 : 2947-2957.
- Kouakou K.A. (2015). Diversité floristique de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) en période post-conflits armés. Mémoire de Master, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 60 p.
- Kouakou K.A. (2019). Disponibilité et vulnérabilité des espèces sources de produits forestiers non ligneux d'origine végétale de la forêt classée du Haut-Sassandra et sa périphérie après la décennie de crise au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat en écologie végétale, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 188 p.
- Kouakou K.A., Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Sangne Y.C., Bamba I. & Kouamé N.F. (2015). Diversité végétale post-conflits armés de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Journal of Animal et Plant Sciences*, 26(2) : 4058-4071.
- Kouakou K.A., Barima Y.S.S., Zanh G.G., Traoré K. & Bogaert J. (2017). Inventaire et disponibilité des produits forestiers non-ligneux utilisés par les populations riveraines de la Forêt Classée du Haut-Sassandra après la période de conflits armés en Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, 35(2) : 121-136.
- Kouamé N.F. (1998). Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat en Botanique, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 227 p.

Références

- Kouamé N.F., Bongers F., Poorter L. & Traoré D. (2004). Climbers and logging in the Forêt Classée du Haut-Sassandra, Côte-d'Ivoire. *Forest Ecology and Management*, 194: 259-268.
- Kouamé N., Gnahoua G.M., Kouassi K.E. & Traoré D. (2008). Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) : flore, habitats et organes consommés. *Sciences & Nature*, 5(1) : 61-70.
- Kouamé N.P. (2013). Apport de l'imagerie satellitaire à la détection précoce des cultures sous couvert forestier dans les aires protégées soumises aux pressions anthropiques : cas de la cacaoculture dans le Parc National de Mont Sangbé à l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master en foresterie, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 61 p.
- Koulibaly A.V. (2008). Caractéristique de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des Région de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 137 p.
- Koulibaly A.V., Nicaise A., Diomandé M., Konaté I., Traoré D., Bill R. & Kouadio Y.J. (2016). Conséquences de la culture de l'anacardier (*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.
- 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). Thèse de Doctorat unique, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 227 p.
- Kpangui K.B., Kouamé D., Goné B.Z.B., Vroh B.T.A., Koffi B.J-C. & Adou Yao C.Y. (2015). Typology of cocoa-based agroforestry systems in a forest-savannah transition zone: case study of Kokumbo (Centre, Côte d'Ivoire). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6(3): 36-47.
- Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., Oneill R.V. & Coleman P.R. (1987). Landscape Patterns in a Disturbed Environment. *Oikos*, 48(3): 321-324.
- Lambin E.F., Geist H. & Rindfuss R.R. (2006). Introduction: Local Processes with Global Impacts. In : Land-Use and Land-Cover Change. Global Change - The IGBP Series. Springer, Berlin, Heidelberg :1-8.
- Landis J.R. & Koch G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 : 159-174.

Références

- Lawali S. (2011). Dynamique des transactions foncières et vulnérabilité rurale au Niger : cas des communes rurales de Tchadoua et Yaouri. Thèse de doctorat en sciences et gestion de l'environnement, Université de Liège (Liège, Belgique), 233 p.
- Le Roy E. (1991). L'expertise internationale en Afrique : le cas de l'expertise juridique sur les questions foncières. *Bulletin de l'APAD*, 2 : 1-10.
- Lebrun J.P. & Stork A.L. (1997). Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale : 4. Gamopétales : Clethraceae à Lamiaceae. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève (Suisse), 712 p.
- Legendre P. & Legendre L. (1998). Numerical ecology: developments in environmental modelling. English 2nd edition. *Elsevier Scientific Publishing Company*, Amsterdam, The Netherlands, 213 p.
- Legrand P. & Borjes D. (2007). Le choix des variables explicatives dans les modèles de régression logistique. *Angers, Atelier de l'AIMS : La régression dans tous ses états*, 22 : 1-20.
- Léonard E. (1997). La reproduction de la société agraire dans la région de Sassandra. *In* : Croissance démographique, développement agricole et environnement à Sassandra. *ORSTOM*, Paris (France) : 137-160.
- Léonard E. & Oswald M. (1996). Une agriculture forestière sans forêt. Changements agro-écologiques et innovations paysannes en Côte d'Ivoire. *Natures sciences sociétés*, 4(3) : 202-216.
- Léonard E. & Vimard P. (2005). Crises et recompositions d'une agriculture pionnière en Côte d'Ivoire. IRD-Karthala, Paris, France, 368 p.
- Luedeling E., Kindt R., Huth N.I. & Koenig K. (2014). Agroforestry systems in a changing climate challenges in projecting future performance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6: 1-7.
- Lundgren B.O. & Raintree J.B. (1982). Sustained agroforestry. *In* : Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia. ISNAR, The Hague, Netherlands: 37-49.
- Maârouhi I.M., Mahamane A., Saadou M. & Bachmann Y. (2011). Dynamique spatio-temporelle des forêts claires dans le Parc national du W du Niger (Afrique de l'Ouest). *Sécheresse*, 22 : 97-107.
- Malézieux E. & Moustier P. (2005). La diversification dans les agricultures du Sud : à la croisée de logiques d'environnement et de marché. Un contexte nouveau. *Cahier Agriculture*, 14(3) : 277-281.

Références

- Mama A., Bamba I., Sinsin B., Bogaert J. & De Cannière C. (2014). Déforestation, savanisation et développement agricole des paysages de savanes-forêts dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Bois et forêts des tropiques*, 322(4) : 65-75.
- Mather P. & Koch M. (2011). Computer processing of remotely-sensed images : an introduction. John Wiley & Sons, New Jersey (États-Unis), 460 p.
- Mathieu P. (1995). Le foncier et la gestion des ressources naturelles. 27. Actions collectives, enjeux fonciers et gestion de l'environnement au Sahel. *Cahier du CIDEP*, Académia-Bruyant, Ottignies-Louvain-la-Neuve (Belgique), 292 p.
- Mollard E. (1993). Le manioc dans les unités de production en basse côte d'Ivoire : rendements, pratiques et fonctions d'une culture vivrière. Thèse de Doctorat en Agronomie, Institut national agronomique Paris-Grignon, (Paris, France), 215 p.
- Monnier Y. (1983). Carte de la végétation de la Côte d'Ivoire. In : Atlas de Côte-d'Ivoire. 2è, *Jeune Afrique*, Paris, France, 72 p.
- Muziri B.J. (2015). La contribution de l'agroforesterie sur la production des cultures vivrières dans le groupement de Buzi. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Environnement et Développement Durable, Institut Supérieur d'Informatique et de Gestion, province Sud du Kivi, République démocratique du Congo, 84 p.
- Nai Nai S., Cheyns E. & Ruf F. (2000). Adoption du palmier à huile en Côte d'Ivoire. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 7(2) : 155-65.
- Nair P.K.R. (1993). An Introduction to Agroforestry. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht (The Netherlands), 499 p.
- N'da D.H., Adou Yao C.Y, N'guessan K.E., Koné M. & Sangne, Y.C. (2008). Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 4(3) : 552-579.
- N'da D.H., N'guessan K.E., Wadja E.M. & Kouadio A. (2008). Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le parc national de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Télédétection*, 8(1) : 17-34.
- Ndabalishye I. (1995). Agriculture vivrière Ouest-africaine à travers le cas de la Côte d'Ivoire. Monographie, Institut des savanes, Bouaké (Côte d'Ivoire), 383 p.
- N'guessan K.A. (1989). Commentaire du code forestier et de la législation de la Côte d'Ivoire. Paris, Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence, E.J.A, Tome XLVI, 333 p.
- N'guessan K.G., Oura K.R. & Loba A.D.F.V. (2018). Crise politique, pression foncière et sécurité alimentaire dans les périphéries de la forêt classée du mont Péko. *Tropicultura*, 36(2) : 356-368.

Références

- Nguyen Q., Hoang M.I. & Oborn M.N. (2013). Multipurpose agroforestry as a climate change resiliency option for farmers: an example of local adaptation in Vietnam. *Climatic Change*, 117 : 241-257.
- Nizinski J. & Grouzis M. (1991). Bilan hydrique d'une steppe à *Acacia tortilis* spp. *Raddiana* et *Balanites aegyptiaca* au nord du Sénégal. IV^e Congrès International des Terres de Parcours, 22-26 avril 1991, Montpellier, France, pp 285-288.
- Nusbaumer L., Gautier L., Chatelain C. & Spichiger R. (2005). Structure et composition floristique de la forêt classée de Scio. *Candollea*, 60(2) : 393-443.
- Nzigou B.F. (2014). Dynamique d'utilisation des terres et types d'occupation du sol des villages de la Scierie, Massaha et Nzé-Vatican dans la région de Makokou au Gabon. Mémoire de Master en Fonctionnement Spatial des Milieux, Université Rennes 2, France, 35 p
- Oro Z.F., Lallié D-H., Kouamé K.G., Konan J. & Diallo A.H. (2020). Influence du niveau d'entretien des parcelles de cacaoyers et du taux de couverture foliaire sur le développement de la pourriture brune des cabosses à Petit-Bondoukou, Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Science de la vie, de la terre et de l'agronomie*, 8(1) : 18-23.
- 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 en Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille, (Lille, France), 304 p.
- Oszwald J., Antoine L., Arnauld de Sartre X., Marcello T. & Gond V. (2010). Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de Maçaranduba (Brésil) entre 1997 et 2006. *Télédétection*, 9(2) : 97-111.
- Ouattara M.A.A. (1997). Dynamique de l'occupation du sol en pays Adioukrou entre 1975 et 1990. Mémoire de maîtrise en Géographie, Institut de Géographie Tropicale, Abidjan, Côte d'Ivoire, 140 p.
- Ouattara Z.I. (2012). Suivi par télédétection de l'évolution des formations végétales et du stock de carbone de la réserve de faune d'Abokouamekro en vue de son intégration dans le mécanisme de réduction des émissions de gaz à effet de serre dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (redd+). Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme en Agronomie Approfondie, Eaux et forêts, Institut National Polytechnique-Félix Houphouët Boigny, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 52 p.

Références

- Padonou E.A., Lykke A.M., Bachmann Y., Idohou R. & Sinsin B. (2017). Mapping changes in land use/land cover and prediction of future extension of bowé in Benin, West Africa. *Land Use Policy*, 69: 85-92.
- Pagès P. (2002). Analyse factorielle Multiple appliquée aux variables qualitatives et aux données mixtes. *Revue de statistique appliquée*, 50(4) : 5-37.
- Papy F. (2008). Le système de culture : un concept riche de sens pour penser le futur. *Cahiers Agricultures*, 17(3) : 263-269.
- Paré L. & Tallet B. (1999). D'un espace ouvert à un espace saturé. Dynamique foncière et démographique dans le département de Kouka (Burkina Faso). *Espace Populations Sociétés*, 17(1) : 83-92.
- Pélissier P. (1995). Démographie et pratiques foncières. In : Terre, terroir, territoire : les tensions foncières. *Mémoire ORSTOM*, 50, Paris (France) : 18-34.
- Perraud A. (1971). Les sols. In : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM*, 50, Paris, France : 270-391.
- Petithuguenin P. (1996). Cacaoculture et évolution du milieu : une contribution à la réflexion sur la reproductibilité de ces systèmes de cultures. *Colloques sur la fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides*, 13-17 Novembre 1995, Montpellier (France), pp 340-349.
- Petithuguenin P., Deheuvelds O. & Assiri A.A. (2004). Sustaining cocoa cultivation. In : *Cocoa futures: a source book of some important issues facing the cocoa industry*. CABI, Wallingford (Oxfordshire, England): 128-140.
- Pewili A.E.A. (2006). Pratiques agroforestières traditionnelles et conservation de la Biodiversité dans le Département de la Donga (Nord-Ouest du Bénin). Mémoire de Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées en Agriculture, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger. 74 p.
- Phombeya H.S.K. (1999). Nutrient sourcing and recycling by *Faidherbia albida* trees in Malawi. PhD Dissertation, Wye College, University of London (London; Royaume-unis, 219 p.
- Piba S.C. (2008). Apport de la flore naturelle dans la vie de la population d'une région cacaoyère en Côte d'Ivoire : cas du département d'Oumé. Mémoire du Diplôme d'études approfondies de botanique, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 64 p.
- Piba S.C. (2016). Diversité floristique et potentielle en espèces sources de produits forestiers non ligneux de la forêt classée de Yapo-abbé : contribution pour un aménagement

Références

- durable. Thèse de Doctorat en Botanique, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 253 p.
- Piba S.C., Koulibaly A.V., Goetze D., Porembski S. & Traoré D. (2011). Diversité et importance sociale des espèces médicinales préservées dans les agrosystèmes cacaoyers au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Annales Botaniques d'Afrique de l'Ouest*, 6 : 80-96.
- Pielou E.C. (1966). Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of theoretical biology*, 10: 370-383.
- Pontus R.G. (2000). Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 6(8): 1011-1016.
- Porro R., Miller R.P., Tito M.R., Donovan J.A., Vivan J.L., Trancoso R., Van Kanten R.F., Grijalva J.E., Ramirez B.L. & Gonçalves A.L. (2012). Agroforestry in the Amazon Region: A Pathway for Balancing Conservation and Development. *In: Agroforestry-The Future of Global Land Use*. Edition Springer, Dordrecht, The Netherlands: 391-428.
- Pottier P. (1994). Mesures de la liaison entre deux variables qualitatives : relation entre un coefficient de corrélation généralisé et le χ^2 . *Revue de statistique appliquée*, 42(1) : 41-61.
- Raunkier C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon press, Oxford, (United Kingdom), 632 p.
- Remini L. & Moulai R. (2015). Diversity and structure of butterfly populations in agro-ecosystems of Mitidja (Algeria). *Zoology and Ecology*, 25(4): 355-364.
- Rice R.A & Greenberg R. (2000). Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio*, 29: 167-173.
- Rivest D., Lorente M., Olivier A. & Messier C. (2013). Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions. *Science of The Total Environment*, 463: 51-60.
- Romesburg H.C. (1981). Wildlife science: gaining reliable knowledge. *Journal of Wildlife Management*, 45: 293-313.
- Roselt. & Oss. (2004). Fiches techniques pour la construction dans ROSELT/OSS de quelques indicateurs écologiques et de la biodiversité végétale. Collection scientifique et technique ROSELT/OSS, Contribution Technique n°14, Montpellier (France), 65p.

Références

- Ruf F. (1991). Les crises cacaoyères. La malédiction des âges d'or? *Cahiers d'études africaines*, 31 (121-122) : 83-134.
- Ruf F. (1995). Booms et crises du cacao : les vertiges de l'or brun. Ministère de la Coopération/CIRAD-SAR/Karthala, Paris (France), 460 p.
- Ruf F. (1998). De la rente forêt aux engrais et pesticides pour le cacao en Côte d'Ivoire. Rapport technique, CIRAD-TERA/55/98, 22 p.
- Ruf F. (1999). Comment et pourquoi la Côte d'Ivoire produit durablement plus d'un million de tonnes de cacao ? *Afrique Agriculture*, 268 : 21-25.
- Ruf F. (2000). Déterminants sociaux et économiques de la replantation. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 7(2) : 189-196.
- Ruf F. (2018). Crises politico-militaires et climatiques en Côte d'Ivoire. Du cacao à l'anacarde, de la rente forêt à la fumure animale. *Tropicultura*, 36(2) : 281-298.
- Ruf F. & Allangba K (2001). Décisions de plantation et replantation cacaoyères. Le cas des migrants Baoulés à Oumé (Côte d'Ivoire). In : 2^{ème} Conférence sur l'avenir des cultures pérennes, investissement et durabilité en zones tropicales humides, 5-9 novembre 2001, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, BNETD & CIRAD, pp 36-37.
- Ruf F., Koné S. & Bebo B. (2019). Le boom de l'anacarde en Côte d'Ivoire : transition écologique et sociale des systèmes à base de coton et de cacao. *Cahiers Agricultures*, 28(21) : 1-12.
- Ruf F. & Schroth G. (1995). Chocolate forests and monocultures: ahistorical review of cocoa growing and its conflicting role in tropical deforestation and forest conservation. In: *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington: 107-134.
- Ruf F. & Schroth G. (2004). Chocolate Forests and Monocultures: A Historical Review of Cocoa Growing and Its Conflicting Role in Tropical Deforestation and Forest Conservation. In *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington, Etats-Unis: 107-133.
- Ruf F. & Schroth G. (2013). Cultures pérennes tropicales : Enjeux économiques et écologiques de la diversification. Editions Quae, Versailles, France, 296 p.
- Sagastuy M. & Krause T. (2019). Agroforestry as a biodiversity conservation tool in the Atlantic forest? Motivations and Limitations for Small-Scale Farmers to Implement Agroforestry Systems in North-Eastern Brazil. *Sustainability*, 11(24): 6932.

Références

- Sangne Y.C., Barima Y.S.S., Bamba I. & N'Doumé C.T. (2015). Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire). *Vertigo-La revue électronique en science de l'environnement*, 15(3) : 1-20.
- Sanial E. (2018). L'appropriation de l'arbre, un nouveau front pour la cacao-culture ivoirienne ? Contraintes techniques, environnementales et foncières. *Cahiers Agricultures*, 27 : 55005.
- Schroth G., Da Fonseca G.A.B., Harvey C.A., Gascon C., Vasconcelos H.L. & Izac A-M.N. (2004). Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Island Press Washington, États-Unis, 537 p.
- Schroth G., Faria D., Araujo M., Bede L., Van Bael S.A., Cassano C.R., Oliveira L.C. & Delabie J.H.C. (2011). Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 20: 1635-1654.
- Schroth G. & Harvey C.A. (2007). Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: an overview. *Biodiversity and Conservation*, 16(8): 2237-2244.
- Sebillotte M. (1992). Pratiques agricoles et fertilité du milieu. *Économie rurale*, 208(1) : 117-124.
- Sey A.B. (2015). Diversité floristique dans les systèmes d'utilisation des terres dans la zone périphérique de la forêt classée de la tené (Centre-Ouest ivoirien). Mémoire de Master de gestion et valorisation des ressources naturelles, Université Nangui Abrogoua, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 73 p.
- Shannon C.E. (1948). The mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27 : 379 -423.
- Siapo Y.M., Tahiri A., Ano E.J. & Diby Y.K.S. (2018). Évaluation des pratiques phytosanitaires paysannes dans les vergers de cacao dans le département de Daloa, Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14(33) : 267-280.
- Simpson E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- SODEFOR (1994). Aménagement de la forêt classée du Haut-Sassandra de 1994 à 2014. Rapport SODEFOR, 81 p.
- Somarriva E. (1992). Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry systems*, 19 (3): 233-240.
- Sonwa D. (2002). Etude de cas d'aménagement forestier exemplaire en Afrique centrale : les systèmes agroforestiers cacaoyers, Cameroun, Document de travail FM/12F,

Références

- Service de la mise en valeur des ressources forestières, Division des ressources forestières, FAO, Rome, Italie, 41 p.
- Sonwa D.J., Nkongmeneck B.A., Weise S.F., Tchatat M., Adesina A.A. & Janssens M. J.J. (2007). Diversity of plants in cocoa agroforests in the humid forest zone of Southern Cameroon. *Biodiversity and Conservation*, 16: 2385-2400.
- Sonwa D.J., Schroth G., Weise S.F., Janssens M.J.J. & Shapiro H-Y. (2014). Plant diversity management in cocoa agroforestry systems in West and Central Africa-effects of markets and household needs. *Agroforestry Systems*, 88(6): 1021-1034.
- Sonwa D.J., Weise S.F., Tchatat M., Nkongmeneck B.A., Adesina A.A., Ndoye O. & Gockowski J. (2001). Rôle des agroforêts à cacao dans la foresterie paysanne et communautaire au sud-Cameroun. *Document RDFN*, 25 : 12 p.
- Sørensen T. (1948). A method of establishing groups of amplitude in sociology based on similarity of content, and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Biologisfter*, 5: 1-34.
- Soro K., Seguena F., Yéo N.E. & Konaté M.L. (2020). Identification des espèces de plantes arborescentes dans les agroécosystèmes et leur rôle dans l'espace de la Réserve Naturelle Scientifique de Lamto : Cas du terroir du village de Zougoussi. *Agronomie Africaine*, 32(1) : 75-90.
- Tano M.A. (2012). Crise cacaoyère et stratégies des producteurs de la sous-préfecture de Méadji au Sud-Ouest ivoirien. Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Toulouse 2, Le Mirail (Toulouse, France), 263 p.
- Tassin J. (2012). L'agrosystème est-il un écosystème ? *Cahiers Agriculture*, 21(1) : 57-63.
- Thériault M., Sparfel L., Gourmelon F. & Le Berre I. (2011). Modélisation des changements d'occupation et d'utilisation du sol. Cadres formels et exemple d'application. *Revue internationale de géomatique*, 21(3) : 267-295.
- Tia L. (2017). Impact des faiblesses institutionnelles sur la conservation des espaces forestiers protégés d'Etat en Côte d'Ivoire. *Revue Ivoirienne des Lettres, Arts et Sciences Humaines*, 35 : 111-130.
- Tiébré M.S., Ouattara D., Vroh B.T.A., Gnagbo A. & N'Guessan K.E. (2016). Diversité floristique et disponibilité des plantes utilitaires en zone soudanienne de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 102(1) : 9699-9707.
- Topper C.P. & Kasuga L.J. (2003). Knowledge transfer for sustainable tree crop development. A case history of the Tanzanian integrated cashew management programme. BioHybrids Agrisystems Ltd, United Kingdom, 269 p.

Références

- Toyi M.S.S., Eda F., Barima Y.S.S., Bamba I. & Sinsin B. (2018). Dynamique paysagère de la Forêt Classée de la Lama au Sud du Bénin. *Tropicultura*, 36(2): 217-231.
- 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, Viêtnam. *International Journal Remote Sensing*, 23(5) : 917-937.
- Tscharntke T., Milder J.C., Schroth G., Clough Y., De Clerck F., Waldron A., Rice R. & Ghazoul J. (2015). Conserving biodiversity Through Certification of Tropical Agroforestry Crops at Local and Landscape Scales. *Conservation Letters*, 8: 14–23.
- Udawatta R.P., Kremer R.J., Adamson B.W. & Anderson S. H. (2008). Variations in soil aggregate stability and enzyme activities in a temperate agroforestry practice. *Applied soil ecology*, 39 (2): 153-160.
- UICN (2018). Liste rouge l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature. www.iucn.org, consulté 31/10/2018.
- Vaast P. & Somarriba E. (2014). Trade-offs between crop intensification and ecosystem services: the role of agroforestry in cocoa cultivation. *Agroforestry Systems*, 88: 947-956.
- Vroh B.T.A. (2008). Comparaison de la composition floristique des plantations de bananiers et des jachères de différents âges à celle d'une forêt naturelle résiduelle, dans la région de Dabou. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies de Botanique, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 50 p.
- Vroh B.T.A. (2013). Evaluation de la dynamique de la végétation dans les zones agricoles d'Azaguié (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat unique de Botanique, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 163 p.
- Vroh B.T.A., Zoro Bi B.G. & Adou Yao C.Y. (2019). Système agroforestier à cacaoyers en Côte d'Ivoire : Connaissances existantes et besoins de recherche pour une production durable. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7(1) : 99-109.
- Wickham J.D., O'Neill R.V. & Jones K.B. (2000). Forest fragmentation as an economic indicator. *Landscape Ecology*, 15(2): 171-179.
- Zakari S., Imorou I.T., Thomas O.A.B., Djaouga M. & Arouna O. (2018). Application de la télédétection et du sig au suivi des formations végétales de la forêt classée des trois rivières au Nord-Est du Bénin. *European scientific journal*, 14(15) : 450.

Références

- Zamblé C. (2015). Impact du changement de politique agricole dans la filière cacao en Côte d'Ivoire : analyse de son évolution. Mémoire en études internationales, Université Laval, Québec, Canada, 92p.
- Zanh G.G., Barima Y.S.S., Kouakou K.A. & Sangne Y.C. (2016). Usages des produits forestiers non ligneux selon les communautés riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 4(5) : 212-225.
- Zanh G.G., Koua K.A.N., Kouakou K.A. & Barima Y.S.S. (2018). Saturation foncière à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) durant la période de 1990 à 2016. *Tropicultura*, 36(2) : 35-46.
- Zanh G.G., Kpangui K.B., Barima Y.S.S. & Bogaert J. (2019). Migration and Agricultural Practices in the Peripheral Areas of Côte d'Ivoire State-Owned Forests. *Sustainability*, 11(22): 6378.
- Zapfack L., Engwald S., Sonke B., Achoundong G. & Madong B.A. (2002). The impact of land conversion on plant biodiversity in the forest zone of Cameroon. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2047-2061.
- Zomer R.J., Neufeldt H., Xu J., Ahrends A., Bossio D., Trabucco A., Van Noordwijk M. & Wang M. (2016). Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Scientific Reports*, 6(1): 1-12.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête sur la disponibilité des terres arables et les pratiques agricoles paysannes

1. nom du village.....

Rubrique 1 : Caractéristiques sociodémographiques

2. Quel est votre nom ?

3. Quel est votre sexe ? M F

5. Quelle est votre ethnie ?

a. Niaboua b. Niédéboua c. Baoulé d. Wobé e. Mossi f. Autre

6. Si 'autre', précisez :.....

7. Quelle est votre nationalité ? a. Ivoirienne b. Burkinabé 3. Autre

8.Si 'autre', précisez :.....

9. Quel est votre âge ?

10. Quel est votre niveau d'instruction ?

a. aucun b. primaire c. secondaire d. supérieur e. école coranique

11. Quelle est votre situation matrimoniale ?

a. marié(e) b. célibataire c. veuf (ve) d. divorcé(e)

12. Etes-vous polygames ? a. oui b. non

13. Combien d'épouses avez-vous ?

14. Avez-vous des enfants ? a. oui b. non

15. Combien d'enfants avez-vous ?

16. Combien sont-ils scolarisés ?.....

17. Si certains enfants ne sont pas scolarisés, dites pourquoi ?

.....

18. Quelle est votre principale activité ?

a. cultivateur b. éleveur c. commerçant d. pêcheur e. autre

19.Si 'autre', précisez :.....

20. Exercez-vous une autre activité ? a. Oui b. non

21. Laquelle ? a. éleveur b. commerçant c. pêcheur d. autre

22.Si 'autre', précisez :

23. Aviez-vous une activité antérieure ? a. oui b. non

24. Laquelle ?

25. Si oui Pourquoi l'avez-vous quitté ?

26. Etes-vous le chef de ménage ? a. oui b. non
27. Le chef de ménage est-il né dans le village ou campement d'habitation ?
 a. oui b. non
28. Quelle est la date de votre installation dans le village ou dans le campement ?.....
29. Si installation dans le campement ou le village, donnez le lieu de provenance ?.....

Rubrique 2 : Type de culture

30. Quels sont les types de culture que vous pratiquez ? a. rente b. vivrière
31. Combien de parcelle avez-vous ?
32. Quelle est la superficie de votre parcelle (principale)?
33. Quel système de culture faites-vous? a. Monoculture b. Association de culture vivrière c. Système agroforestier

Si association de culture, quels types de cultures pratiquées vous ?.....

34. Quels sont les types de cultures pérennes que vous cultivez ? a. Café b. Cacao c. Hévéa d. Anacarde e. autre
35. Si 'autre', précisez :.....
36. Quel est l'âge des cultures ? a. Café b. Cacao c. Hévéa d. Anacarde e. autre
37. Quelle est la superficie a. Café ? b. Cacao ? c. Hévéa ? d. Anacarde ? e. autre ?
38. Quel est le mode d'exploitation de vos parcelles? (faire-valoir)
 a. direct b. métayage c. location d. autre
39. Si 'autre', précisez :
40. Quels sont les types de culture vivrière que vous cultivez ?
 a. riz b. igname c. maïs d. manioc e. banane f. autres
41. Si 'autres', précisez :.....
42. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans la mise en place des cultures vivrières ?
 a. manque de semence b. sécheresse c. manque de main d'œuvre d. autre
43. Si 'autre', précisez :
44. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans la production des cultures vivrières?
 a. maladies des cultures b. pourriture c. parasite d. insuffisance de technique culturale e. sécheresse f. autre
45. Si 'autre', précisez :.....

Annexes

46. Disposez-vous des réserves de terre cultivable (terre non exploitée) ? a. oui b. non
47. Quel est le type de terre cultivable ? a. jachères b. forêt c. autre
48. Si 'autre', précisez :
49. Quelle est la superficie de réserves de terres?.....
50. Quel type de culture aviez-vous l'intention d'y planter ?
51. Comment procédez-vous pour combler le manque de terre cultivable ?
 a. location b. achat c. migration vers la FCHS d. legs e. autre

Rubrique 3 : Pratique agricole

52. Comment procédez-vous pour l'entretien de votre (s) plantation (s)?
 a. produits phytosanitaires b. défrichage manuel c. défrichage mécanique 4.
Autres
53. Si 'autre', précisez :
54. Quel type de produit phytosanitaire vous utilisez pour l'entretien de votre (s) plantation ?
 a. insecticides b. herbicide c. fongicide d. engrais organique e. engrais minérale
55. Combien de fois l'entretenez-vous par an ?.....
56. Combien de litre ou de sachet vous utilisez lors de chaque traitement ?.....
57. Quel type de Main d'Œuvre (MO) disposez-vous pour l'entretien de votre (s) plantation (s) ?
 1. MO familiale 2. MO contractuelle 3. MO salariée 4. Association 5. Société 6. contrat par jour
58. Pour MO contractuelle, précisez le type de contrat ? 1. métayage 2. part égal 3. autre
59. Si 'autre', précisez :
60. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans l'entretien de vos parcelles ? a. accès difficile aux produits phytosanitaires b. cherté du produits c. manque de main d'œuvre d. manque d'outil adéquat e. autre
61. Si 'autre', précisez

Rubrique 4 : Fluctuation des prix

62. Comment appréciez-vous le prix des cultures pérennes ?
 a. faible b. moyen c. bon
63. Si le rendement des cultures pérennes est faible, que feriez-vous ?
 a. abandon b. changement de culture c. augmentation de superficie d. autre

64. Si 'autre', précisez.....
65. Si changement de culture pérenne, quels types de cultures pratiqueriez-vous ?
 a. cultures vivrières| b. autres cultures pérennes
66. Pourquoi ce choix de cultures?.....
67. Quelles difficultés rencontrez-vous dans la commercialisation des cultures pérennes ?
a. écoulement| b. conservation| c. prix| d. autre
68. Si 'autre', précisez :
69. Comment appréciez-vous le prix des cultures vivrières ?
 a. faible| b. moyen| c. bon
70. Si les prix des cultures vivrières sont faibles, que feriez-vous?
 a. abandon| b. changement de la culture| c. augmentation de la culture| d. autre
71. Si 'autre', précisez :
72. Si changement de cultures vivrières, quels types de cultures pratiqueriez-vous ?
 a. cacao| b. café| c. palmier à huile| d. tomate| e. piment| f. autre
73. Si 'autre', précisez :.....
74. Quelles difficultés rencontrez-vous dans la commercialisation des produits vivriers
 a. accessibilité| b. conservation| c. insectes ravageurs| d. autre
75. Si 'autre', précisez :

Rubrique 5 : Gestion du foncier

76. Y a-t-il des changements dans les lois coutumières par rapport à l'acquisition des terres disponibles ?
 a. Pas de changement| b. Plus strictes| c. Plus souples
77. Cela devient-il plus difficile d'utiliser ou d'obtenir de nouvelles terres disponibles ?
 a. Plus difficile| b. Plus facile| c. Pas de changement
78. Comment avez-vous acquis vos terres ?
 a. achat| b. don| c. héritage| d. location| e. prêt| 6. autre
79. Si 'autre', précisez :.....
80. Avez-vous un document qui témoigne de votre " propriété " des parcelles ? a. oui| b. non
81. Quel type de document témoigne de votre propriété ? a. fiche d'engagement| b. attestation de plantation| c. titre foncier| d. autre
82. Si 'autre', précisez :.....
83. Votre droit foncier avait-il été mis en cause ?

Annexes

a. oui b. non

84. Par qui le droit foncier avait été mis en cause ?

a. chef de terre b. un parent c. chef de village d. administration e. autres

85. Si 'autre', précisez :

86. Une autorité est-elle intervenue pour résoudre le conflit ?

a. oui b. non

87. Avez-vous pris une disposition particulière pour éviter une telle situation dans l'avenir ?

1. oui 2. non

88. Si oui, lesquelles ?

Annexe 2 : Enquêtes sur l'usage des espèces associées

Numéro de la fiche : Date : .../.../2019

Nom de l'enquêteur : Village/Cpt :

Coordonnées géographiques.....

1) Quel est votre nom ?.....

2) Quel est votre âge ? /_____/

3) Nationalité (*Ivoirienne* = 1 *Burkinabé* = 2 *Autres* = 3)

/_____/.....

4) Quelle est votre ethnie ?.....

5) Quelle est votre situation matrimoniale ? *Marié(e)* = 1 *Célibataire* = 2 *Veuf (ve)* = 3

Divorcé(e) = 4. /_____/.....

6) Quelle est la superficie de votre plantation ? *0-5 ha* = 1 ; *5-10 ha* = 2 ; *10-15 ha* = 3 ; *15-20*

= 4 ; /_____/.....

7) Quel est l'âge de votre plantation ? *0-1 Ans* = 1 ; *1- 5 Ans* = 2 ; *5-10 Ans* = 3 ; *10-15 Ans* =

4 /_____/.....

8) Quels sont les usages des espèces préservés aux agrosystèmes ? *Alimentaire* = 1 ; *Médicinale*

= 2 ; *Construction* = 3 ; *Artisanat* = 4 ; *Bois de Chauffe* = 5

/_____/.....

9) Quels sont les rôles écologiques que ces espèces préservées apportent à vos cultures ?

Ombfrage = 1 ; *Fertilité* = 2

/_____/.....

Annexes

Annexe 3 : Liste générale des espèces inventoriées

N°	Noms scientifiques	Familles	Types biologiques	Affinités chorologiques	Noms en langues	Noms communs
1	<i>Acacia mangium</i> (Willd)	Mimosaceae	mP	i		
2	<i>Adansonia digitata</i> L.	Bombacaceae	mP	SZ		Baobab
3	<i>Adenantha pavonina</i> L.	Fabaceae	mp	i		
4	<i>Afzelia bella</i> Harms	Caesalpiniaceae	mP	GCW	Katéga***	
5	<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F. Wright	Fabaceae	mP	GC	Péï*	
6	<i>Albizia glaberrima</i> (Schum. & Thonn.) Benth.	Fabaceae	mP	GC	Bloka	
7	<i>Albizia lebeck</i> (Linn.) Benth.	Fabaceae	mp	GC-SZ		
8	<i>Albizia malacophylla</i> (A. Rich.) Walp.	Fabaceae	mp	SZ	Gorlipkanga**	
9	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.	Fabaceae	mP	GC-SZ	Zagbê*	
10	<i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	mp	GC-SZ	Djéka**	
11	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	Apocynaceae	MP	GC	Klotchê*	Emien
12	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	H	i		
13	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	mp	GC		Corossolier
14	<i>Antiaris toxicaria</i> var. <i>africana</i> Scott-Elliot ex A. Chev.	Moraceae	mP	GC-SZ	Offouin**	Ako
15	<i>Artocarpus altilis</i> P.F	Moraceae	mp	i		Arbre à pain
16	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae	mp	i		Nime
17	<i>Baphia pubescens</i> Aubrév.	Fabaceae	mp	GCi	Bibissako***	
18	<i>Beilschmiedia mannii</i> (Meisn.) Robyns & R. Wilczek	Lauraceae	mp	GC	Kplé*	
19	<i>Berlinia confusa</i> Hoyle	Caesalpiniaceae	mP	GC	Bangadé***	
20	<i>Berlinia grandiflora</i> (Vahl) Hutch. & Dalz.	Caesalpiniaceae	mP	GC	Kpakpa**	
21	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	mp	i		Roucou
22	<i>Blighia sapida</i> K.D.Koenig	Sapindaceae	mP	GC-SZ		
23	<i>Blighia unijugata</i> Baker	Sapindaceae	mP	GC		
24	<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk.	Sapindaceae	mP	GC		

Annexes

25	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuill.	Bombacaceae	mp	GC		Kapokier
26	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	Euphorbiaceae	mp	GC-SZ		Plékêssiplékêssa**
27	<i>Bridelia micrantha</i> (Hochst.) Baill.	Euphorbiaceae	mp	GC		
28	<i>Carapa procera</i> DC.	Meliaceae	mp	GC-SZ		Coundou***
29	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	mp	GC		Papayer
30	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	MP	GC-SZ		Djo* Fromager
31	<i>Celtis milbraedii</i> Engl.	Ulmaceae	MP	GC		Kpawê*
32	<i>Celtis zenkeri</i> EngI.	Ulmaceae	mP	GC		Assan**
33	<i>Chrysophyllum albidum</i> G.Don	Sapotaceae	mp	GC-SZ		Aningrin**
34	<i>Chrysophyllum subnudum</i> Baker	Sapotaceae	mP	GC		Aningrin**
35	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Rutaceae	mp	i		Citronnier
36	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr	Rutaceae	mp	i		Pamplemoussier
37	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae	mp	i		Mandarinier
38	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	mp	i		Oranger
39	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	MP	i		Cocotier
40	<i>Cola caricifolia</i> (G.Don) K.Schum.	Sterculiaceae	mp	GCW		Koundinga***
41	<i>Cola gigantea</i> A. Chev.	Sterculiaceae	mP	GC-SZ		
42	<i>Cola nitida</i> (Vent.) Schott & Endl.	Sterculiaceae	mP	GC		Colatier
43	<i>Cordia platythyrsa</i> Bak.	Boraginaceae	mP	GC		Aoudé** Bon
44	<i>Cordia senegalensis</i> Juss.	Boraginaceae	mP	GC		Glouyan*
45	<i>Corynanthe pachyceras</i> K. Schum.	Rubiaceae	mP	GC		Gnonzana*
46	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	mP	i		Fiétou* Calebassier
47	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf	Caesalpinaceae	mp	GC-SZ		Flamboyant
48	<i>Desplatsia dewevrei</i> (De Wild. & T.Durand) Burret	Tiliaceae	mp	GC		Gbatata*
49	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.subsp. cinerea	Mimosaceae	mp	GC-SZ		Kpabou***
50	<i>Diospyros canaliculata</i> De Wild.	Ebenaceae	mp	GC		
51	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst.ex A.DC.	Ebenaceae	mp	GC-SZ		Adjoblé**
52	<i>Diospyros vignei</i> F.White	Ebenaceae	np	GCW		Blimbouo*Poulouyili***

Annexes

53	<i>Diospyros viridicans</i> Hiern	Ebenaceae	mP	GC	Yatanga***	
54	<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill	Caesalpiniaceae	mP	GC	Zagouêzanan*	
55	<i>Dracaena mannii</i> Baker	Dracaenaceae	mP	GC		
56	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	mP	GC		Palmier à huile
57	<i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C.DC.	Meliaceae	MP	GC	Zizia*	
58	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague	Meliaceae	MP	GC		Sipo
59	<i>Erythrina senegalensis</i> DC.	Fabaceae	mp	GC-SZ		
60	<i>Erythrophleum ivorense</i> A.Chev.	Casalpinaceae	mP	GC	Kounmoussaka***	
61	<i>Erythrophleum suaveolens</i> (Guill. & Perr.) Brenan	Casalpinaceae	mP	GC-SZ		
62	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae	mp	GC-SZ	Gninglais**	
63	<i>Ficus mucuso</i> Welw.ex Ficalho	Moraceae	mP	GC	Logblo**	
64	<i>Ficus sur</i> Forsk.	Moraceae	mp	GC-SZ	Aloma**	
65	<i>Ficus thonningii</i> Blume	Moraceae	mp (Ep)	GC-SZ	Crô*	
66	<i>Ficus umbellata</i> Vahl	Moraceae	mp	GC	Douwélé*; Django**	
67	<i>Ficus vallis-choudae</i> Del.	Moraceae	mp	SZ		
68	<i>Ficus variifolia</i> Warb.	Moraceae	mP	GC		
69	<i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf	Apocynaceae	mP	GC	Poyè**	
70	<i>Garcinia afzelii</i> Engl.	Clusiaceae	mp	GC-SZ	Tirouangaga***	
71	<i>Garcinia kola</i> Heckel	Clusiaceae	mP	GC		Pétit cola
72	<i>Garcinia livingstonei</i> T.Anderson	Clusiaceae	mp	SZ	Alapkadjo**	
73	<i>Gossypium arboreum</i> L.	Malvaceae	np	i		
74	<i>Grossera vignei</i> Hoyle	Euphorbiaceae	mp	GC		
75	<i>Guibourtia ehie</i> (A.Chev.) J.Léonard	Caesalpiniaceae	MP	GC	Gbanéssa	
76	<i>Holarrhena floribunda</i> (G.Don) Dur. & Schinz var. <i>floribunda</i>	Apocynaceae	mP	GC-SZ	Sêbê**	
77	<i>Hoslundia opposita</i> Vahl	Lamiaceae	np	GC-SZ		Boboro
78	<i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill.	Irvingiaceae	MP	GC	Sakôtou*	

Annexes

79	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	np	GC-SZ		
80	<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.	Bignoniaceae	mp	GC-SZ		
81	<i>Lannea nigritana</i> (Sc. Elliot) Keay var. <i>nigritana</i>	Anacardiaceae	mp	GC-SZ	Glépêchê*	
82	<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Engl.	Anacardiaceae	MP	GC	Englêbêtrouman**	
83	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i> Planch.	Sapindaceae	mp	GC	Gayezana*	
84	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	mP	i		Manguier
85	<i>Mansonia altissima</i> (A.Chev.) A.Chev.var. <i>altissima</i>	Sterculiaceae	mP	GC		Bois bété
86	<i>Maranthes glabra</i> (Oliv.) France	Chrysobalanaceae	mP	GC		
87	<i>Mareya micrantha</i> (Benth.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	mp	GC	Tchamou*	
88	<i>Margaritaria discoidea</i> (Baill.) G.L.Webster	Euphorbiaceae	mp	GC-SZ	Kpékpéssia**	
89	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg	Moraceae	MP	GC	Guiguié	Iroko
90	<i>Millettia zechiana</i> Harms	Fabaceae	mp	GC		
91	<i>Monodora tenuifolia</i> Benth.	Annonaceae	mp	GC	Kpémolo**	
92	<i>Morinda longiflora</i> G.Don	Rubiaceae	Lmp	GC-SZ		
93	<i>Morinda lucida</i> Benth.	Rubiaceae	mp	GC-SZ	Koya**	
94	<i>Moringa oleifera</i> Lam	Moringaceae	mp	i		Moringa
95	<i>Morus mesozygia</i> Stapf	Moraceae	mp	GC	Gnakatou*	
96	<i>Motandra guineensis</i> (Thonn.) A.DC.	Apocynaceae	Lmp	GC		
97	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	G	i		Banane plantain
98	<i>Musa sapientum</i> L.	Musaceae	G	i		Banane douce
99	<i>Musanga cecropioides</i> R.Br.	Moraceae	mP	GC		Parassolier
100	<i>Myrianthus arboreus</i> P.Beauv.	Moraceae	mp	GC		Tikiliti
101	<i>Napoleonaea vogelii</i> Hook. & Planch.	Lecythidaceae	mp	GC		
102	<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	Rubiaceae	Lmp (mp)	GC-SZ	Atrèlè**	
103	<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A.Chev.) Capuron ex N.Hallé	Sterculiaceae	MP	GC		
104	<i>Newbouldia laevis</i> (P.Beauv.) Seem. ex Bureau	Bignoniaceae	mp	GC	Blogbayê*	
105	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Solanaceae	Th	i		Tabac
106	<i>Pancovia bijuga</i> Willd.	Sapindaceae	mp	GC		

Annexes

107	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R.Br.ex G.Don.	Mimosaceae	mp	SZ		Néré
108	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	mp	i		Avocatier
109	<i>Piper umbellata</i> L.	Piperaceae	L	i	Moumougna**	
110	<i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook.f.) Brenan	Mimosaceae	MP	GC		
111	<i>Pouteria altissima</i> (A.Chev.) Baehni	Sapotaceae	MP	GC	Pla*	
112	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	mp	i		Goyavier
113	<i>Psychotria psychotrioides</i> (DC.) Roberty	Rubiaceae	mp	GC-SZ		
114	<i>Pterygota macrocarpa</i> K. Schum.	Sterculiaceae	MP	GC		Koto
115	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb	Myristicaceae	mP	GC	Guessuê*	
116	<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	Apocynaceae	mp	GC-SZ		
117	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex Heckel	Euphorbiaceae	mP	GC		Akpi
118	<i>Rothmannia longiflora</i> Salisb.	Rubiaceae	mp	GC		
119	<i>Rothmannia whitfieldii</i> (Lindl.) Dandy	Rubiaceae	mp	GC		
120	<i>Saba comorensis</i> (Bojer ex A.DC.) Pichon	Apocynaceae	Lmp	GC-SZ	Wêrê***	
121	<i>Salacia owabiensis</i> Hoyle	Celastraceae	Lmp	GC	Zaoulè*	
122	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	Anacardiaceae	mp	SZ	Norboka***	
123	<i>Solanum rugosum</i> Dun.	Solanaceae	mp	GC	Koumossi**	
124	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	Bignoniaceae	mP	GC	Gbayizéblé* ; Abiésserélé**	
125	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	mp	GC-SZ		Mirabellier
126	<i>Sterculia oblonga</i> Mast.	Sterculiaceae	MP	GC	Bouléyiri***	
127	<i>Sterculia rhinopetala</i> K.Schum.	Sterculiaceae	MP	GC		Lotofa
128	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Sterculiaceae	mP	GC-SZ		Poréporé
129	<i>Strychnos aculeata</i> Soler.	Loganiaceae	LMP	GC		
130	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Myrtaceae	mp	i		Pomme à eau
131	<i>Tamarindus indica</i> L.	Caesalpiaceae	mp	GC-SZ		Tomi
132	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Verbenaceae	mP	i		Teck
133	<i>Terminalia ivorensis</i> A.Chev.	Combretaceae	MP	GC		Framiré
134	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Combretaceae	MP	GC	Flaa**	
135	<i>Thaumatococcus daniellii</i> (Benn.) Benth.	Maranthaceae				

Annexes

136	<i>Treculia africana</i> subsp. <i>madagascariensis</i> (N.E.Br.) C.C.Berg	Moraceae	mP	GC	Mémlédou**	
137	<i>Trema guineensis</i> (Schum. & Thonn.) Ficalho	Ulmaceae	mp	GC-SZ	Assien**	
138	<i>Trichilia prieureana</i> A.Juss	Meliaceae	mp	GC		
139	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum.	Malvaceae	MP	GC	Zian*	Samba
140	<i>Turraea heterophylla</i> Sm.	Meliaceae	np	GC		
141	<i>Vernonia colorata</i> (Willd.) Drake	Asteraceae	mp	GC-SZ	Aborvi**	
142	<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	Sapotaceae	mp	SZ		Bois de karité
143	<i>Vitex rivularis</i> Gürke	Verbenaceae	mp	GC	Têdêflifouê*	
144	<i>Voacanga africana</i> Stapf	Apocynaceae	mp	GC	Tintouè*	
145	<i>Xylia evansii</i> Hutch.	Mimosaceae	mP	GCW	Ninintouê*	
146	<i>Xylopiya aethiopica</i> (Dunal.) A.Rich.	Annonaceae	mP	GC-SZ		Poivre long
147	<i>Xylopiya parviflora</i> (A.Rich.) Benth.	Annonaceae	mp	GC-SZ		
148	<i>Zanthoxylum leprieurii</i> Guill. & Perr.	Rutaceae	mp	GC-SZ		
149	<i>Zanthoxylum Zanthoxyloides</i> (Lam.) Zepern. & Timler	Rutaceae	mp	GC-SZ	Tchégé**	
150	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	Zingiberaceae	Gr	i		
151	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Rhamnaceae	mp	SZ		

*: représente les noms en langues locales (Niaboua, Niédéboua et Gouro), **: Noms en Baoulé, *** : Noms en Moré

LISTE DES PUBLICATIONS

Liste des publications

1. Bamba I., **Zanh G.G.**, Kambiré B., Sangne Y.C. & Barima Y.S.S. (2019). Agrosystèmes et conservation de la diversité végétale dans la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 154 (4) : 443-457.
2. **Zanh G.G.**, Kpangui K.B., Barima Y.S.S. & Bogaert J. (2019). Migration and Agricultural Practices in the Peripheral Areas of Côte d'Ivoire State-Owned Forests. *Sustainability*, 11(22): 6378.
3. **Zanh G.G.**, Koua K.A.N., Kouakou K.A. & Barima Y.S.S. (2018). Saturation foncière à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) durant la période de 1990 à 2016. *Tropicultura*, 36(2) : 35-46.

Publication 1

Bamba I., **Zanh G.G.**, Kambiré B., Sangne Y.C. & Barima Y.S.S. (2019).
Agrosystèmes et conservation de la diversité végétale dans la périphérie
de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire).
European Journal of Scientific Research, 154 (4) : 443-457.

Agrosystèmes et Conservation de la Diversité Végétale dans la Périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)

Issouf Bamba

*Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire
E-mail: bambisso@yahoo.fr
Tel: +22547935503*

Golou Gizèle Zanh

*Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

Beh Kambiré

*Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

Yao Charles Sangne

*Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

Yao Sadaïou Sabas Barima

*Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

Résumé

Les agrosystèmes constituent des milieux anthropisés caractérisés généralement par une faible proportion de la biodiversité terrestre. Cependant, face aux pressions anthropiques croissantes sur les aires protégées, entraînant la raréfaction ou la disparition des espèces vulnérables, les agrosystèmes pourraient être un apport considérable dans la conservation de la biodiversité. En Côte d'Ivoire, la Forêt Classée du Haut-Sassandra située dans la région du Centre-Ouest, a subi une occupation illégale et anarchique ayant pour conséquence la dégradation de ce milieu. Pourtant cette aire était réputée pour sa richesse en espèces végétales très utiles pour le quotidien des populations riveraines. Face à cette situation, les paysans vivant dans la périphérie de la FCHS ont tendance à préserver ou à introduire plus d'espèces dans leur plantation. Cette étude a consisté à analyser la diversité des espèces associées aux agrosystèmes à base de cultures pérennes à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra. Un inventaire floristique a été réalisé à travers des relevés de surface et itinérants dans différents agrosystèmes afin d'apprécier leur composition. De plus, une enquête a été réalisée auprès des paysans pour apprécier leur perception du rôle des espèces conservées dans leur plantation. Ainsi, 152 espèces végétales ont été recensées. Elles se répartissent en 74 genres et 45 familles. Concernant leur usage, 52 % des espèces ont été identifiées comme médicinales, 27 % interviennent

dans l'alimentation, 14 % dans la construction, 4 % dans l'artisanat et 3 % dans la fourniture d'énergie. Les rôles écologiques identifiés sont : l'ombrage (72 %) et la fertilisation du sol (28 %). Les agrosystèmes s'avèrent ainsi comme des sites qui permettent de conserver la biodiversité.

Motsclés: périphérie de la FCHS, agrosystèmes, biodiversité, usages des plantes

Abstract

Agrosystems are humanized environments usually characterized by a low proportion of terrestrial biodiversity. However, in the face of increasing anthropogenic pressures on protected areas, leading to the depletion or disappearance of vulnerable species, agrosystems could make a significant contribution to biodiversity conservation. In Côte d'Ivoire, the Haut-Sassandra Classified Forest, located in the Centre-West region, has been illegally and uncontrolledly occupied, resulting in degradation of this environment. Yet this area was reputed for its diversity of plant species, which were very useful for the daily life of the local populations. Faced with this situation, farmers living on the periphery of the FCHS tend to preserve or introduce more species into their plantations. This study consisted in analyzing the diversity of species associated with agrosystems based on perennial crops on in the periphery of the Upper Sassandra Classified Forest. A floristic inventory was carried out through surface and itinerant surveys in various agrosystems in order to assess their composition. In addition, a survey was conducted among farmers to assess their perception of the role of conserved species in their plantations. As a result, 152 plant species have been identified. They are grouped in 74 genres and 45 families. Regarding their use, 52% of the species have been identified as medicinal, 27% are involved in food, 14% in construction, 4% in crafts and 3% in energy supply. The ecological functions identified are: shading (72%) and soil fertilization (28%). Agrosystems are therefore seen as sites that make it possible to conserve biodiversity.

Keywords: FCHS periphery, agrosystems, biodiversity, plants use

Introduction

Les forêts sont considérées comme le premier réservoir mondial de la diversité biologique terrestre, aussi bien en termes d'espèces que d'écosystèmes. Celles des zones tropicales jouent un rôle capital dans les grands équilibres climatiques et constituent le plus grand réservoir de biodiversité de la planète (Tchatat *et al.*, 1999 ; Demangeot, 1997). L'Afrique de l'Ouest abrite une diversité faunistique et floristique exceptionnelle liée à la variabilité des écorégions (Lauginie, 2007). La grande partie de cette biodiversité est concentrée dans des formations originelles telles que les forêts naturelles et les savanes qui n'occupent que 5 % de la couverture végétale (Myers *et al.*, 2010). Ces formations originelles sont essentielles pour la conservation de la biodiversité, car elles protègent les espèces contre l'extinction, les menaces d'origine humaine et fournissent des services écosystémiques à l'humanité.

Malheureusement, ces formations connaissent diverses pressions anthropiques liées à une occupation illégale et anarchique, entraînant la dégradation voire la raréfaction ou la disparition de certaines espèces végétales (Aké-Assi, 2001 ; 2002). Ainsi, les formations originelles sont de plus en plus transformées en des zones de cultures (Balaguru *et al.*, 2006). L'installation de ces cultures se fait au détriment des formations originelles. Les pratiques agricoles constitueraient l'un des principaux

moteurs de la dégradation du couvert forestier (N'guessan *et al.*, 2006 ; Clough *et al.* 2011). En effet, la mise en place de ces cultures nécessite un défrichage absolu du couvert forestier. En Côte d'Ivoire des études ont révélé une perte importante de la biodiversité due à l'agriculture (Dro *et al.*, 2013 ; Kpangui, 2015).

Située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, la Forêt Classée du Haut-Sassandra (FCHS) ne reste pas en marge de cette forte dégradation. En effet, des études ont montré que les îlots de forêt qui étaient présents dans l'espace de la FCHS dans les années 1990 et 2002 ont quasiment disparu au profit des cultures principalement de la cacao-culture (Barima *et al.*, 2016 ; Koua *et al.*, 2017 ; Zanh *et al.*, 2018). Cette situation a entraîné la raréfaction voire la disparition de certaines espèces forestières importantes dans le quotidien des populations jadis présentes dans la zone telles que *Irvingia gabonensis*, *Ricinodendron heudelotii*, *Carapa procera*, *Erythrophleum ivoirense* (Kouakou *et al.*, 2017). Face à ce constat, les paysans ont mis en place des mesures de protection telles que la préservation ; la domestication des espèces dans les agrosystèmes et dans leur environnement immédiat (Kouakou *et al.*, 2017). Cependant, les études traitant de la diversité de ces agrosystèmes en général et des agrosystèmes à base de cultures pérennes dans l'espace rural de la Forêt Classée du Haut-Sassandra en particulier sont presque inexistantes.

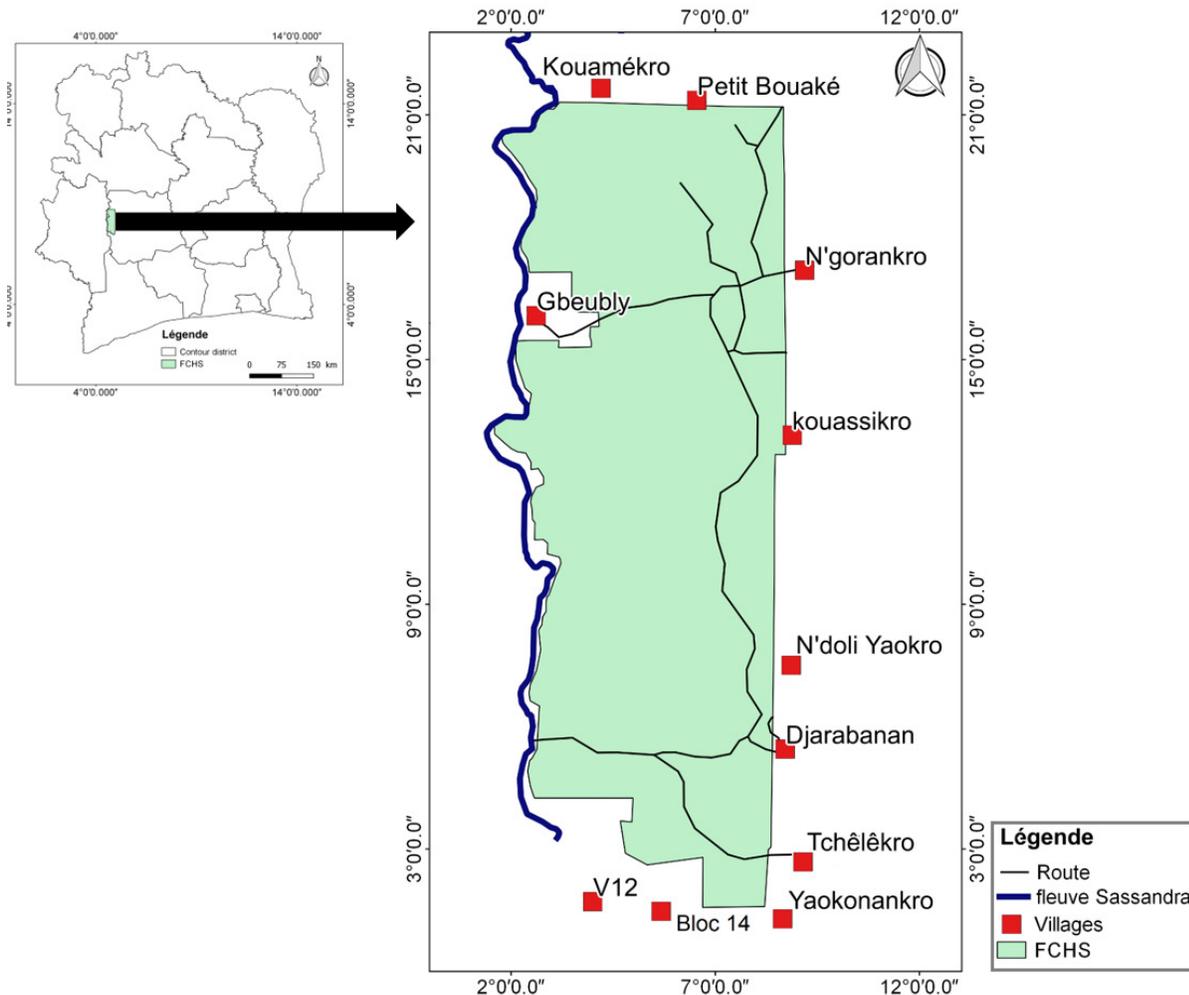
L'objectif de cette étude a été d'évaluer la diversité végétale présente dans les agrosystèmes à base de cultures pérennes à la périphérie de la FCHS. Il s'agit donc d'identifier les principaux agrosystèmes à la périphérie de la FCHS, d'évaluer la diversité des espèces associées aux principaux agrosystèmes à la périphérie de la FCHS et de déterminer le rôle des espèces associées aux cultures pérennes.

I. Matériel et Methodes

I.1. Site D'étude

L'étude concerne l'espace rural de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (FCHS), localisé dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, plus particulièrement dans la région du Haut-Sassandra (figure 1). Le fleuve Sassandra constitue la limite occidentale de la FCHS. Sa zone périphérique abrite plusieurs villages. La région de la FCHS est marquée par un climat à deux saisons : une saison sèche et une saison pluvieuse. La saison sèche s'étend de Novembre à Février et la saison des pluies de Mars à Octobre. Le pic de précipitation est atteint en avril avec 107,25 mm de pluie. Les températures de la zone sont comprises entre 23,87 °C et 27,83 °C. Cette région appartient dans sa majeure partie à la zone de forêt dense humide semi-décidue à *Celtis spp* et *Triplochiton scleroxylon* (K. Schum) du secteur mésophile caractérisée par la chute quasi-simultanée des feuilles des grands arbres pendant une partie de l'année (Guillaumet & Adjanohoun, 1971). Les populations riveraines de la forêt classée s'adonnent à l'agriculture de subsistance et depuis quelques décennies principalement à la culture de cacaoyer (*Theobroma cacao*) et de caféier (*Coffea canephora*) (Kouakou, 2017).

Figure 1: Localisation de la Forêt Classée du Haut-Sassandra et des villages périphériques enquêtés au centre-ouest de la Côte d'Ivoire



I.2. Matériel de Collectes de Données

Le matériel utilisé est constitué de matériel biologique et de matériel technique. Le matériel biologique utilisé est constitué des échantillons d'espèces végétales récoltés sur le terrain et ceux contenus dans l'herbier de l'Université Jean Lorougnon Guédé. Le matériel technique est constitué de matériel de terrain et de matériel de traitement des données. Le premier type de matériel comprend un GPS (Système de Positionnement Géographique) pour la prise des coordonnées des différents villages et des placettes ; deux cordes pour la délimitation des parcelles ; un décamètre de 50 mètres pour la délimitation des lignes de base des placettes ; un appareil photographique pour la prise de vue ; des fiches de collecte de données ; un sécateur pour le prélèvement des spécimens végétaux ; du papier journal pour la confection d'herbiers. Concernant le matériel de traitement des données, il s'est agi du tableur Excel pour les traitements statistiques et du logiciel MVSP pour le calcul des indices de diversité.

I.3. Typologies des Agrosystèmes

Des travaux antérieurs ont permis d'identifier plusieurs types d'agrosystèmes majeurs (cacao-caféier, hévéa-anacardier, café-anacardier, café-maïs, cacao-haricot, anacarde-hévéa, etc.) dans la zone d'étude (Oswald, 2007). Les agrosystèmes ont été identifiés sur le terrain en suivant les pistes villageoises

dans 11 villages situés à la périphérie de la FCHS. Dans chacun de ces villages, deux pistes menant dans les champs ont été choisies dont l'une située dans la direction de la FCHS et l'autre dans la direction opposée ont été suivies sur une longueur de 2000 m chacune. A chaque distance de 25 m parcouru, le type d'occupation du sol a été décrit. Lorsque cette occupation du sol était un agrosystème, les caractéristiques agronomiques et le type de culture ont été précisés. Nos travaux de terrains ont consisté à réaliser des inventaires floristiques au sein des principaux agrosystèmes à base de cultures pérennes qui ont été plus représentatif (Nzigou, 2014).

I.4. Inventaires Floristiques

Un inventaire floristique a été réalisé à travers des relevés de surface et itinérants dans différents agrosystèmes afin d'apprécier leur composition comme utilisé par Kouamé *et al.* (1998). Les indices de diversité (Shannon-weaver) et d'équitabilité (Pielou) ont été calculés pour apprécier la valeur floristique de ces agrosystèmes (Adou Yao et N'guessan, 2006). La ressemblance entre les agrosystèmes a été évaluée au moyen de l'indice de similitude de Sorensen (Kpangui *et al.*, 2015). De plus, une enquête a été réalisée auprès des paysans vivant dans les villages périphériques de la FCHS pour apprécier leur perception du rôle des espèces conservées dans leur plantation.

I.5. Traitement et Analyses des Données

Les principaux agrosystèmes ont été identifiés en calculant leur fréquence d'apparition (FA) dans chacun des agrosystèmes échantillonnés dans les différents villages, selon l'équation suivante:

$$FA = (n_i/N) \times 100,$$

avec n_i : nombre de fois que l'agrosystème a été observé et N : nombre total d'agrosystèmes.

Lorsque la fréquence d'apparition a une valeur limite supérieure ou égal à 3 %, cet agrosystème est considéré comme dominant.

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Microsoft Office Excel 2016 afin d'effectuer la statistique descriptive (somme, moyenne, pourcentage et tableaux croisés de listes) et les graphes illustratifs. Pour le calcul des indices de diversité, le logiciel MVSP a été utilisé.

I.6. Détermination du Rôle des Espèces Associées

La fréquence d'utilisation (FU) de chaque espèce associée aux agrosystèmes a été déterminée sur la base de la fréquence d'utilisation notée FU. Il s'agit du nombre de fois qu'une espèce est dite être utilisée par les paysans lors de l'enquête (Kouakou, 2017). La FU est déterminée suivant l'équation ci-après :

$$FU = (n_i/N) \times 100$$

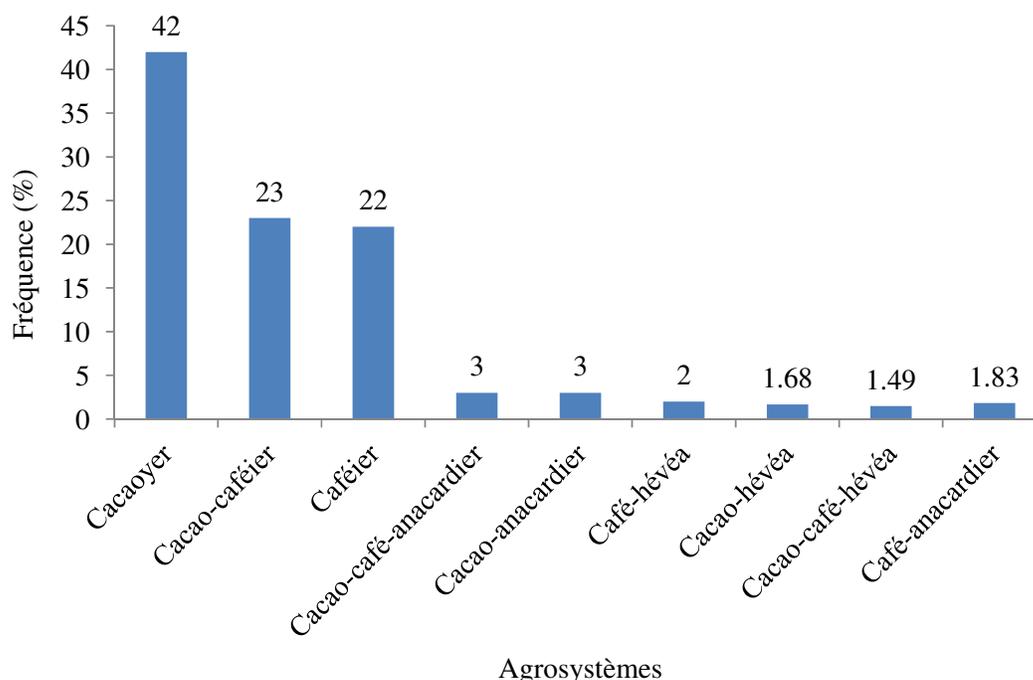
Avec n_i , le nombre de citation de l'espèce i et N , le nombre total de répondants.

II. Resultats et Discussion

II.1. Types D'agrosystèmes Rencontrés à la Périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra

Au total neuf (9) types d'agrosystèmes à base de cultures pérennes ont été identifiés autour de la FCHS (Figure 2). Les agrosystèmes à base de cacaoyers sont les plus représentés, avec une fréquence de 42 %. Ceux à base de cacaoyers et caféiers et ceux à base de caféiers uniquement viennent ensuite, avec respectivement 23 % et 22 %. Les agrosystèmes cacaoyers-caféiers-anacardiens et cacaoyers-anacardiens se rencontrent à la fréquence de 3 % chacun. Les quatre autres agrosystèmes sont très peu présents à la périphérie de la FCHS, avec des fréquences de moins de 3 % chacun. Ainsi, ces cinq (5) agrosystèmes représentant 93 %, constituent les principaux agrosystèmes autour de la FCHS.

Figure 2: Répartition des agrosystèmes à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra



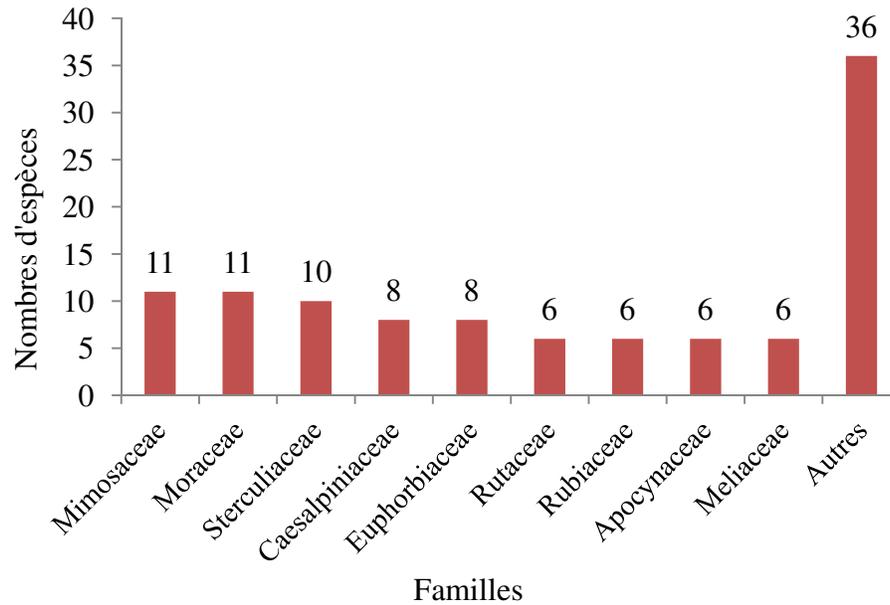
II.2. Composition floristique des agrosystèmes à la périphérie de la FCHS

L'inventaire floristique a permis de recenser un total de 152 espèces végétales dans les agrosystèmes. Ces espèces sont regroupées en 74 genres et 45 familles (Tableau I). L'agrosystème à base de Cacaoyers-caféiers est la plus riche avec 75 espèces. Suivent ensuite, les agrosystèmes à monoculture Cacaoyers et Caféiers avec respectivement 70 et 61 espèces. Par contre l'agrosystème Cacaoyers-caféiers-anacardiens est le moins riche avec 39 espèces.

Les familles les plus représentées dans les agrosystèmes, en termes d'espèces, sont les Mimosaceae et les Moraceae (11 espèces chacune), suivies des Sterculiaceae (10 espèces), des Caesalpiniaceae et des Euphorbiaceae (8 espèces chacune) et enfin des Rutaceae, Rubiaceae, Apocynaceae et Meliaceae avec 6 espèces chacune (Figure 3).

Tableau I: Richesse floristique des principaux agrosystèmes de la périphérie de la FCHS

	Agrosystèmes				
	Cacaoyers	Caféiers	Cacaoyers-caféiers	Cacaoyers-anacardiens	Cacaoyers-caféiers-anacardiens
Nombre d'espèces	70	61	75	50	39
Nombre de genres	57	50	59	41	32
Nombre de familles	26	25	27	20	19

Figure 3: Richesse des familles les plus représentées dans les agrosystèmes autour de la FCHS

II.3. Diversité Floristique des Agrosystèmes

L'indice de diversité de Shannon-weaver (H') des différents agrosystèmes varie faiblement d'un milieu à un autre (Tableau II), avec des valeurs passant de 1,45 Cacaoyers-caféiers-anacardiens à 1,67 Cacaoyers-caféiers.

L'indice d'équitabilité de Pielou varie de 0,84 dans les agrosystèmes Cacaoyers à 0,88 dans les agrosystèmes Caféiers (Tableau II). Ainsi, les taxons rencontrés dans nos différents milieux d'étude sont équitablement répartis dans les agrosystèmes.

Tableau II: Paramètres de diversité d'Equitabilité des différents agrosystèmes

Indice	Agrosystèmes				
	Cacaoyers	Caféiers	Cacaoyers-caféiers	Cacaoyers-anacardiens	Cacaoyers-caféiers-anacardiens
Shannon	1,63	1,63	1,67	1,55	1,45
Equitabilité de Pielou	0,84	0,88	0,86	0,86	0,85

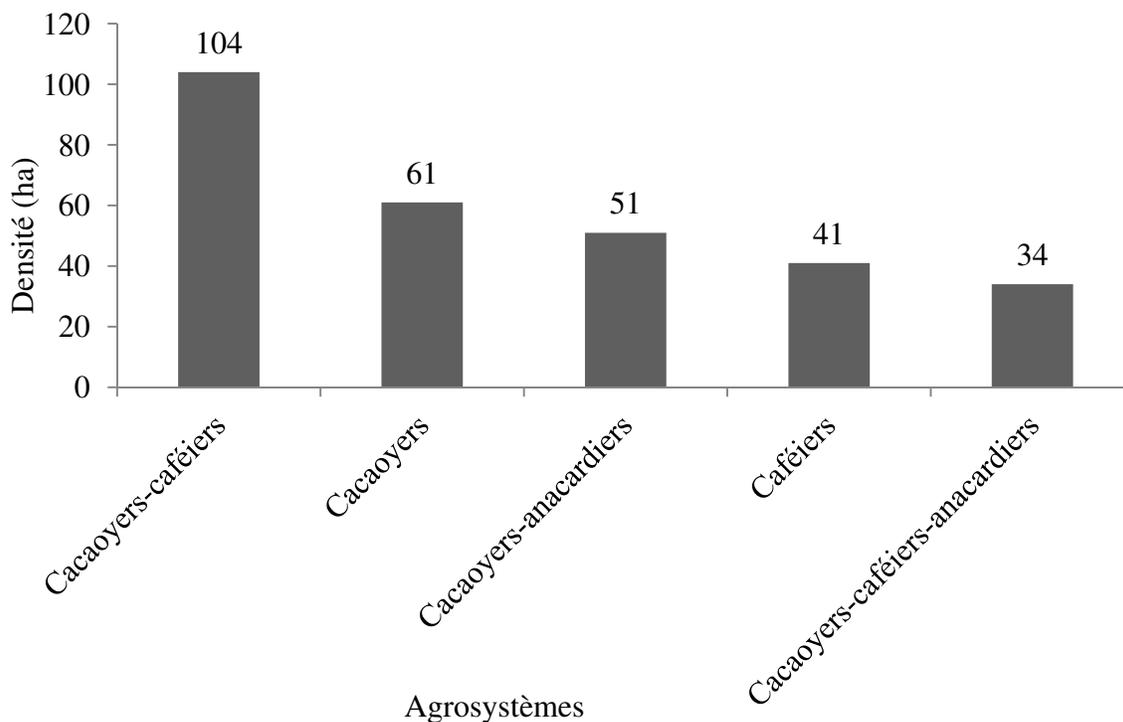
Le coefficient de similitude de Sørensen a permis de révéler des ressemblances floristiques entre différents agrosystèmes inventoriés (Tableau III), car il varie de 51,9 à 67,4 %. La ressemblance floristique a été plus élevée entre les agrosystèmes Cacaoyers et de Cacaoyers-caféiers ($C_s = 67,4 \%$) et plus faible entre ceux à base Cacaoyers et Cacaoyers-Caféiers-anacardiens ($C_s = 51,9 \%$).

Tableau III: Coefficient de similitude de Sørensen entre les différents agrosystèmes

	Cacaoyers	Cacaoyers-anacardiens	Cacaoyers-caféiers	Cacaoyers-caféiers-anacardiens	Caféiers
Cacaoyers	100	-	-	-	-
Cacaoyers-anacardiens	58,1	100	-	-	-
Cacaoyers-caféiers	67,4	60,0	100	-	-
Cacaoyers-caféiers-anacardiens	51,9	54,9	54,0	100	-
Caféiers	60,8	63,2	65,0	56,9	100

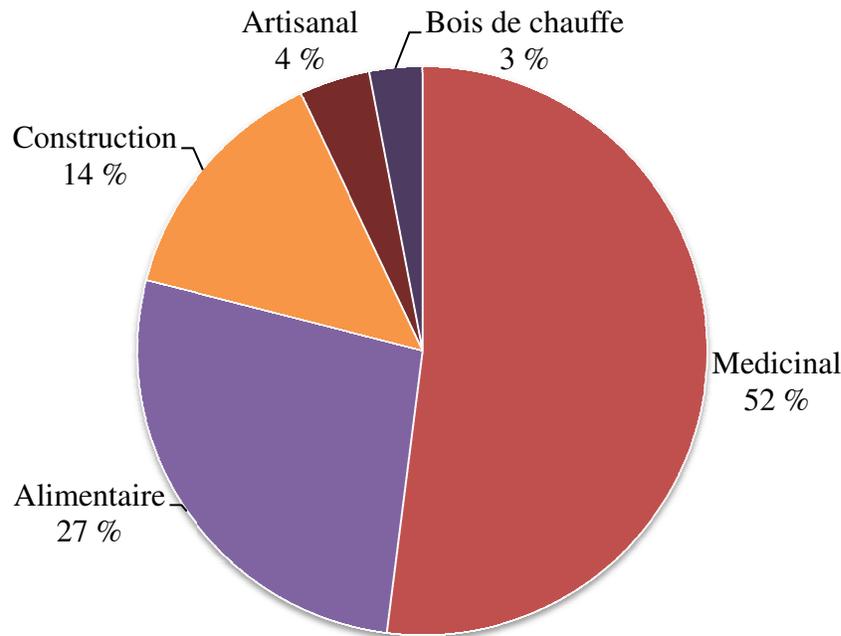
La densité moyenne des espèces associées aux agrosystèmes inventoriés est de 155 espèces / ha. Cependant, elle varie d'un agrosystème à un autre (Figure 4). En effet, l'agrosystème de Cacaoyers-caféiers contient plus d'espèces (104 espèces associées / ha) par rapport aux autres agrosystèmes.

Figure 4: Variation de la densité des espèces par agrosystèmes



II.4. Services de Productions des Espèces Inventoriées

Les enquêtes réalisées auprès des paysans ont permis de déterminer cinq (5) types de services de production rendus par les agrosystèmes. Il s'agit de l'usage médicinal, alimentaire, énergétique (bois de chauffe), artisanal et de construction (Figure 5). Les espèces médicinales et alimentaires (52 % et 27 % respectivement) sont les plus conservées dans les plantations. Les espèces servant de bois de chauffe (3 %) sont les moins présentes dans les agrosystèmes.

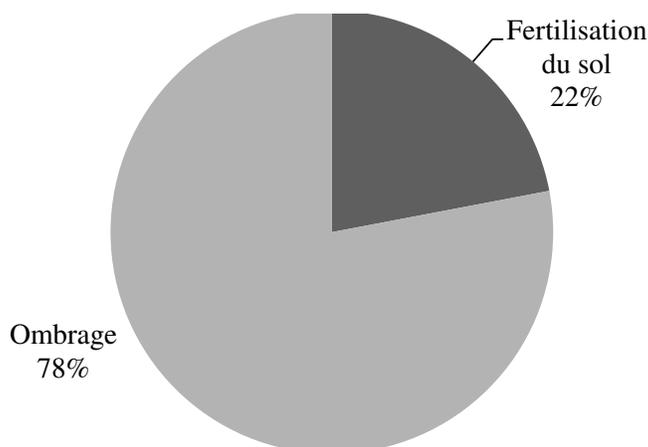
Figure 5: Fréquences d'utilisation des espèces associées aux agrosystèmes

II.5. Services Écologiques des Espèces Préservées

Les enquêtes ont permis de noter que plusieurs espèces couramment associées aux cultures pérennes par les paysans ont une incidence généralement positive sur le développement de la culture à travers des services écologiques (Figure 6). Certaines espèces fournissent de l'ombrage (78 %) aux cultures et protègent les jeunes plants contre les rayons incidents du soleil. D'autres contribuent plutôt à l'amélioration de la fertilité du sol (22 %). Les espèces d'ombrage citées sont, entre autres *Terminalia superba*, *Terminalia ivorensis*, *Triplochiton scleroxylon*. L'espèce *Musa parasidiaca* est la seule plante non ligneuse utilisée pour l'ombrage pour les jeunes plants de cacaoyer. D'autres espèces laissées par les paysans dans leur agrosystème participent à la fertilisation du sol. Il s'agit notamment de *Persea americana*, *Albizia adianthifolia*, *Musanga cecropioides*.

Par ailleurs, les paysans ont aussi révélé que certaines espèces telles que *Alstonia boonei*, *Ficus exasperata* livrent une compétition d'ordre trophique ou interspécifique à la culture. Les espèces préservées pour des rôles écologiques (ombrage) en fonction des agrosystèmes sont généralement en nombre plus important dans les Caféiers, Cacaoyers-caféiers et Cacaoyers avec respectivement 5, 10 et 12 espèces.

Figure 6: Proportion des espèces associées aux agrosystèmes selon leur rôle écologique



III. Discussion

III.1. Diversité des Agrosystèmes

L'ensemble des 152 espèces recensées a été regroupé en 74 genres et 45 familles. Ces espèces appartiennent majoritairement à des familles telles que les Mimosaceae et les Moraceae avec 10,8 % soit 11 espèces. Par ailleurs, la flore de ces différents agrosystèmes appartient également à des familles tels que les Sterculiaceae, les Caesalpiniaceae, Euphorbiaceae, les Rubiaceae, les Apocynaceae et les Meliaceae. Ce cortège de familles a déjà été signalé comme caractéristique de la zone forestière du continent africain et des forêts ivoiriennes (Kouamé, 1998 ; Adou Yao & N'guessan, 2006 ; Vroh, 2013). Ainsi, la présence de ces espèces pourrait s'expliquer par la localisation des agrosystèmes à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra en zone de forêt semi-décidue (région Guinéo-Congolaise) qui est le domaine de prédilection de ces familles (Aké-Assi, 2002). Malgré que l'on soit dans des agrosystèmes à base de cultures pérennes à la périphérie de la FCHS à fort impact anthropique, les espèces forestières constituent encore les espèces dominantes.

L'analyse des indices de diversité a permis de confirmer la richesse floristique des différents agrosystèmes étudiés. En tenant compte de l'abondance des espèces, l'indice de diversité de Shannon présente des valeurs élevées, synonymes d'une grande stabilité de la flore des agrosystèmes. Selon Loubier (2001), lorsque la diversité spécifique est grande, les liens entre les différentes composantes de la biocénose sont complexes. Cette complexité accroît la stabilité du système par le fait de nombreuses interactions entre les différentes populations. Dans notre étude, les agrosystèmes Cacaoyers-caféiers et Caféiers, avec respectivement $H' = 1,67$ et $H' = 1,63$, peuvent être considérés comme très stables mais faible car nous sommes dans un système agricole et la culture principale y est privilégiée, contrairement aux valeurs obtenues par Felfili *et al.* (2004) dans un milieu naturel. Les valeurs des indices de Shannon-weaver obtenus par ces auteurs permettent de qualifier leurs milieux d'études de très diversifiés. Dans notre étude, les indices de diversité de Shannon obtenus ont été significatifs dans les agrosystèmes Cacaoyer-caféier et caféier.

Les indices d'équitabilité de Pielou, avec des valeurs comprises entre 0,84 et 0,88, proche de 1, indiquent que les taxons rencontrés sont équitablement répartis dans les agrosystèmes. Ce résultat permet de dire qu'il s'agit d'un écosystème anthropisé et non naturel (Camara, 2007). En effet, l'impact de l'homme sur l'écosystème a tendance à accentuer la destruction des espèces.

Le coefficient de similitude de Sørensen, supérieur à 50 % entre les différents agrosystèmes, montre qu'il y a une ressemblance entre la liste floristique des différents agrosystèmes (Sørensen, 1984). Cette ressemblance pourrait s'expliquer par les activités agricoles qui se déroulent dans ces agrosystèmes. Les espèces de l'agrosystème Cacaoyers ressemblent à celles de l'agrosystème

Cacaoyers-anacardiens. Cette ressemblance pourrait s'expliquer par la présence dans le sol des plantations, de semences des espèces de la forêt originale lors de sa mise en place (Kouakou *et al.* 2015). Malgré l'état actuel de l'utilisation des terres à la périphérie de la FCHS, des espèces forestières sont tout de même mieux préservées dans les plantations cacaoyères et autres types de plantations à base de cultures pérennes. Ainsi, l'on pourrait vulgariser ces types de pratiques culturelles afin d'obtenir une bonne reconstitution du couvert végétale sans la destruction des cultures pérennes

La composition floristique varie dans l'ensemble des agrosystèmes étudiés. Les mégaphanérophytes sont les plus abondants avec 85,4%. En effet, les paysans préfèrent conserver les grands arbres (plus de 32 m de hauteur) au détriment des plus petits (arbustes de 2 à 8 m de hauteur), car les grands arbres sont soit difficiles à abattre, soit produisent déjà des fruits pour la consommation. Par contre, les géophytes, les microphanérophytes et les thérophytes avec de faibles proportions, sont très menacés par les pratiques agricoles. En outre, l'inventaire floristique a permis de dénombrer 20 espèces à statut particulier, soit 13,15 % de l'ensemble des espèces des agrosystèmes. La présence de certaines espèces particulières dans les zones de cultures permet de constater que certains paysans conservent quelques arbres ou arbustes en vue de protéger des jeunes plants de cultures (cacaoyers, caféiers, etc.) contre les rayonnements solaires (Koulibaly, 2008). Par ailleurs, les agrosystèmes participent à la protection des espèces à statut particulier car un nombre important d'espèces endémiques au bloc forestier Ouest-africain ou appartenant à la liste rouge UICN y a été recensé. Cependant, avec les pressions anthropiques et l'exploitation souvent incontrôlée à diverses fins (médecine traditionnelle, alimentations, cosmétiques, etc.), ces espèces sur la liste rouge de l'UICN sont menacées (Barima *et al.*, 2016 ; Aké-Assi, 1998).

III.2. Importances des Espèces Végétales Conservées dans les Agrosystèmes

Les espèces conservées dans les agrosystèmes sont importantes non seulement pour leur usage par les populations, mais aussi pour leur rôle écologique dans le système agricole. L'enquête réalisée auprès des paysans a montré que la majorité des espèces préservées dans les plantations ont un usage médicinal (58 %). L'abondance des espèces à usage médicinal témoigne de la bonne connaissance des vertus thérapeutiques des plantes par les paysans. Selon l'OMS (2002), plus de 80% des populations du continent africain ont recours aux plantes médicinales pour se soigner. En Côte d'Ivoire, les plantes occupent une place importante dans la pharmacopée traditionnelle des différentes communautés. Cette observation est confirmée par de nombreux travaux dont ceux de Tra Bi (1997), de Djah & Danho (2011), de N'guessan *et al.* (2011), de Aké-Assi (2012), de Dro *et al.* (2013), de Piba *et al.* (2015) qui ont permis d'inventorier plus de 1500 espèces de plantes médicinales.

Les plantes à usage alimentaire occupent le deuxième rang des espèces utilisées par les populations dans la zone d'étude. Les plantes alimentaires répertoriées lors des enquêtes concernent à la fois des espèces dont les fruits ou des parties sont consommés directement ou sont utilisés dans la confection de divers repas. En effet, pour ces espèces, les fruits, les graines, la sève, la noix ainsi que les feuilles sont utilisés en alimentation, comme l'ont montré Kouakou *et al.* (2017). De plus, il a été montré que la valeur nutritionnelle de certaines espèces dont *Elaeis guineensis* (Arecaceae) et *Ricinodendron heudelotii* (Euphorbiaceae), permettait aux populations de couvrir leurs besoins en énergie et en vitamines (Herzog, 1992).

Avec une proportion de 14 %, les espèces utilisées pour la construction constituent une ressource non négligeable dans les agrosystèmes car elles sont utilisées par les paysans pour la construction de leurs habitations, des appartâmes. En effet, la plupart des habitations de la zone d'étude sont faites à base de bois, de lianes, de rameaux, de pailles, provenant des espèces préservées dans les plantations. Le choix des espèces végétales en artisanat est souvent guidé par la valeur et l'importance sociale de l'objet fabriqué (Ganaba *et al.*, 2005).

Les espèces utilisées comme le bois de chauffe (10 %) sont des sources d'énergie pour les ménages qui les utilisent pour cuir des aliments. L'agrobiodiversité dans les plantations joue un rôle

écologique et un rôle dans le fonctionnement des écosystèmes naturels. En effet, les systèmes agricoles contribuent à de plus grandes fonctions écosystémiques telles que le maintien de la qualité de l'eau, l'élimination des déchets, à l'infiltration de l'eau, la rétention de l'humidité du sol, la lutte contre l'érosion, la fixation du carbone et la pollinisation des cultures (Pélissier, 1980). De plus, la préservation des espèces utiles dans les agrosystèmes, réduira l'infiltration des populations dans la FCHS et donc contribue à la sauvegarde de cet espace domaniale.

Parmi les rôles des espèces préservées sur les cultures, le rôle écologique de l'ombrage avec un taux de 78 %. Avec l'expérience, les paysans arrivent à identifier l'incidence des espèces sur tous les aspects des différentes cultures pratiquées. L'identification des incidences sur les cultures est dû au fait que certaines espèces ont un ombrage léger et perdent leurs feuilles pendant la saison sèche constituant ainsi des engrais verts. Puis avec l'évolution de la plantation, il commence à prendre en compte et à privilégier d'autres espèces à utilisation domestique d'où un compromis de choix (Sonwa *et al.*, 2007). En plus du rôle d'ombrage, les espèces laissées dans les champs, contribuent aussi à la fertilisation du sol avec un pourcentage de 22 %. Les espèces laissées participent à l'amendement et à une augmentation du rendement de la production. Selon Mollet *et al.* (2000), les paysans mentionnent également la décomposition facile des feuilles et des semences des espèces préservées. Selon les paysans, certaines espèces telles que *Milicia excelsa*, *Terminalia superba* et *Ricinodendron heudelotii* ont été identifiées comme étant favorables à la bonne augmentation du rendement et d'autres non compatibles comme *Ceiba pentandra*, *Ficus exasperata* et *Celtis zenkeri* qui assèchent le sol en consommant une très grande quantité d'eau. Ces résultats confirment ceux de Kébé *et al.* (2011) qui ont travaillé sur certains de ces espèces qui sont des porteurs de la maladie du Swollen shoot du cacaoyer à Bazré (Côte d'Ivoire).

Conclusion

La présente étude a permis de déceler cinq (5) principaux types d'agrosystèmes à base de cultures pérennes (Cacaoyers, Caféiers, Cacaoyers-caféiers, Cacaoyers-anacardiens, Cacaoyers-caféiers-anacardiens). Les inventaires réalisés au cours de cette étude ont permis de recenser 152 espèces végétales réparties en 74 genres et 45 familles. Ces espèces sont laissées dans les plantations par les paysans pour plusieurs usages. Les paysans ont créé des agrosystèmes à travers l'introduction ou la conservation d'espèces ligneuses exotiques ou locales. Les espèces associées aux agrosystèmes à base de cultures pérennes fournissent des services de productions tels que les plantes médicinales avec une proportion de 52 %, alimentaires (27 %), de bois de construction (14 %), de bois artisanal (4 %), de bois de chauffage (3 %) ainsi que des services écologiques tels que l'ombrage (78 %) et la fertilisation du sol (22 %). Ainsi, ils permettent d'assurer une sécurité alimentaire et sanitaire aux populations riveraines de la FCHS et l'augmentation de la productivité des agrosystèmes. Grâce à ces pratiques culturelles (associations d'arbres et cultures pérennes), les espèces utiles aux populations (santé, alimentation, revenus par la vente, construction) sont disponibles. Les agrosystèmes permettent également de conserver la biodiversité. Ce qui contribue à la lutte contre le changement climatique par l'absorption des gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et d'ozone (O₃) etc. Au vue de ces résultats, nous recommandons aux structures d'encadrement des paysans d'encourager ceux-ci à associer plus d'espèces végétales à leurs agrosystèmes afin de restaurer les terres pour une production durable et rentable dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire.

Remerciements

La présente étude a été possible grâce au soutien de la SODEFOR et la collaboration des populations riveraines de la Forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS). Les auteurs remercient plus particulièrement

les Chefs des villages ci-après de Petit Bouaké, Gbeubly, Kouassikro, V12, Djarabanan, N'gorankro, qui ont, par leur collaboration, contribué à la bonne conduite de nos travaux.

References

- [1] Adou Yao C.Y & N'Guessan E.K. ,2006. Diversité floristique spontanée des plantations de café et de cacao dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 157 (2) : 31-36.
- [2] Aké-Assi L., 2012. Abrégé de médecine et pharmacopée africaines : Quelques plantes employées traditionnellement dans la couverture des soins de santé primaire, *NEI-CEDA*, Abidjan (Côte d'Ivoire), 157 p.
- [3] Aké-Assi L., 2002. Flore de Côte d'Ivoire, catalogue systématique, biogéographie et écologie, Tome II. *Conservatoire et Jardin Botaniques, Boissera 58*, Genève (Suisse), 401 p.
- [4] Aké-Assi L., 2001. Flore de Côte d'Ivoire, catalogue systématique, biogéographie et écologie, Tome I. *Conservatoire et Jardin Botaniques, Boissera 57*, Genève (Suisse), 396 p.
- [5] Aké-Assi L., 1998. Impact de l'exploitation forestière et du développement agricole sur la conservation de la biodiversité biologique en Côte d'Ivoire. *Le flamboyant*, 46 : 20-21.
- [6] Asare R., 2005. Cocoa agroforests in West Africa: a look at activities on preferred trees in the farming systems. Copenhagen: Forest & Landscape Denmark (FLD), p 89.
- [7] Balaguru B., Britto S.J., Nagamurugan N., Natarajan D. & Soosairaj S., 2006. Identifying conservation priority zones for effective management of tropical forest in Eastern Ghats of India. *Biodiversity and Conservation*, 15 : 1529–1543.
- [8] Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Bamba I., Sangne Y.C., Godron M., Andrieu J. & Bogaert J., 2016. Cocoa crops are destroying the forest reserves of the classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast). *Global Ecology and Conservation*, 8 : 85–98.
- [9] Camara A., 2007. Dynamiques régionales et systèmes ruraux en Guinée forestière, Vers la conception d'un observatoire pour le développement. Thèse de géographie, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, 269 p.
- [10] Clough Y., Barkmann J., Jührbandt J., Kessler M., Wanger T.C., Anshary A., Buchori D., Cicuzza D., Darras K., Putra D., Erasmi S., Pitopang R., Schmidt C., Schulze C.H., Seidel. D., Steffan-Dewenter I., Stenchly K., Vidal S., Weist M., Wielgoss A.C. & Tschardt T., 2011. Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (20) : 8311-8316.
- [11] Deheuvels O., 2011. Compromis entre productivité et biodiversité sur un gradient d'intensité de gestion de systèmes agroforestiers à base de cacaoiers de Talamanca, Costa Rica. Thèse unique de doctorat de SUPAGRO Montpellier, France, 185 p.
- [12] Demangeot J., 1997. La Biodiversité Tropicale. *Finisterra XXXII*, 63 : 107–113.
- [13] Djah M.F. & Danho N.F.,2011. Traditional practices and medicinal plants use during pregnancy by Anyi-Ndenye women (Eastern Côte d'Ivoire). *African Journal of Reproductive Health*, 15 (1) : 85-93.
- [14] Dro B., Soro D., Koné M.W., Bakayoko A. & Kamanzi K.,2013. Evaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17 (3) : 2631-2646.
- [15] Felfili J.M., Silva Júnior M.C., Sevilha A.C., Fagg C.W., Walter B.M.T., Nogueira P.E. & Rezende A.V., 2004. Diversity floristic and structural patterns of cerrado vegetation in central Brazil. *Plant ecologic*, 175 : 37-46.
- [16] Ganaba S., Ouadba J.M. & Bognounou O., 2005. Exploitation traditionnelle des végétaux spontanés en région sahéenne du Burkina Faso. *VertigO la revue électronique en sciences de l'environnement*, 6 (2) : 20-30.

- [17] Guillaumet J.L. & Adjanohoun E., 1971. La végétation. In : le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. *Mémoire ORSTOM*, 50, Paris (France): 157-263.
- [18] Herzog F.M.,1992. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. *Agroforestry systems*, 27 : 259-267.
- [19] Kébé I., N'guessan K., Tahi G., Assiri A., Aka R., N'guessan W. & Koko L.K.,2011. Guide de la lutte contre la maladie du Swollen shoot du cacaoyer à bazré (Côte d'Ivoire), 43 p.
- [20] Koua K.A.N., Bamba I., Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Kouakou A.K. & Sangne Y.C.,2017. Echelle spatiale et dynamique de la forêt classée du haut-sassandra (Centre-Ouest de la côte d'ivoire) en période de conflits. *Revue de l'Environnement et de la Biodiversité-PASRES*, 2 (1): 54-68.
- [21] Kouakou A.T.M., Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Bamba I., Konate S., Bogaert J. & Kouadio J.Y., 2017. Gestion des forêts domaniales en période de conflits : cas des 46 forêts classées du Haut-Sassandra, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *The International Journal of Biological and Chemical Science*, 11 (1) : 333-349.
- [22] Kouakou A.T.M., Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Kouamé F.N., Bogaert J. & Kouadio J.Y.,2015. Forest Dynamics in the North of the Classified Forest of Haut-Sassandra during the Period of Armed Conflicts in Ivory Cost. *Américan Journal of life Sciences*, 3 (5) : 375-382.
- [23] Kouamé N.F.,1998. Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat 3e Cycle, UFR Biosciences, Université Cocody- Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 227 p.
- [24] Kouamé N.F., Tra Bi H.F., Etien T.D. & Traoré D.,1998. Végétation et flore de la forêt classée du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire. *Revue CAMES*, 00 : 28-35.
- [25] Koulibaly A.V., 2008. Caractéristique de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïque forêts-savanes, des Région de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 151 p.
- [26] Kpangui K.B., Kouamé D., Goné B.Z.B., Vroh B.T.A., Koffi B.J.C. & Adou Yao C.Y. ,2015. Typology of cocoa-based agroforestry systems in a forest-savannah transition zone : case study of Kokumbo (Centre, Côte d'Ivoire). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6 (3) : 36-47.
- [27] Lauginie F.,2007. Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire. NEI et Afrique Nature, Abidjan (Côte d'Ivoire), 668 p.
- [28] Loubier J.C., 2001. Ecologie et sig : un outil de gestion, Patrimoniaire appliqué aux espaces naturels touristiques. Actes des Vè rencontres Théo Quant, 23 : 14p.
- [29] Mollet M., Téré H. & Herzog F.,2000. Ligneux à usages multiples dans les systèmes agraires tropicaux : une étude de cas de Côte d'Ivoire. *Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen.*, 151 (10) : 355-364.
- [30] Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A.B. & Kent J.,2010. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 : 853-858.
- [31] N'guessan K.E, Fofie N.B.Y. & Zirihi N.G.,2011. Effect of aqueous extract of Terminalia catappa leaves on the glycaemia of rabbits. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1 (8) : 59-64.
- [32] N'guessan K.E., N'DA D.H., Bellan M. & Blasco F.,2006. Pression anthropique sur une réserve forestière en Côte d'Ivoire. *Téledétection*, 5 (4) : 307-323.
- [33] Nzigou B. F.,2014. Dynamique d'utilisation des terres et types d'occupation du sol des villages de la Scierie, Massaha et Nzé-Vatican dans la région de Makokou au Gabon. Mémoire de Master en Fonctionnement Spatial des Milieux, Département de Géographie et Aménagement, Université Rennes 2 (France), 35 p

- [34] OMS ,2002. Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. WHO/EDM/TRM/2002, Genève, 65 p.
- [35] Oszwald J., Atta J.M.K., Kergomard C. & Robin M.,. Représenter l'espace pour structurer le temps: approche des dynamiques de changements forestiers dans le sud-est de la Côte d'Ivoire par télédétection. *Télédétection*, 7(1-2-3-4) : 271-282.
- [36] Péliissier P., 1980. L'arbre dans les paysages agraires de l'Afrique noire. *Cah. ORSTOM, série Science humaine*, 17 (3-4) : 131-136.
- [37] Piba C.S., Tra Bi F.H., Konan D., Bitignon B.G.A. & Bakayoko A.,2015. Inventaire et disponibilité des plantes médicinales dans la forêt classée de Yapo-Abbé, en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 11 (24) : 161-181.
- [38] Schumann B., Seidler A., Latza U., Rossnagel K. & Backé E.M.,2012. The role of psychosocial stress at work for the development of cardiovascular diseases: a systematic review. *International archives of occupational and environmental health*, 85 (1): 67-79.
- [39] Sonwa D.J., Nkongmeneck B.A., Weise S.F., Tchatat M., Adesina A.A. & Janssens M.J.J.,2007. Diversity of plants in cocoa agroforests in the humid forest zone of Southern Cameroon. *Biodiversity and Conservation*, 16 : 2385-2400.
- [40] Sørensen T.,1948. A method of establishing groups of amplitude in sociology based on similarity of content, and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Biologisfter*, 5 : 1-34.
- [41] Tchatat M., Ndoïye O. & Nasi R.,1999. Produits forestiers autres que le bois d'oeuvre: place dans l'aménagement durable des forêts denses humides d'Afrique Centrale. Projet FORAFRI, rapport d'étude pour le compte du programme de la région de l'Afrique Central pour l'Environnement. 88 p.
- [42] Tra Bi F.H.,1997. Utilisation des plantes par l'homme dans les forêts classées du Haut Sassandra et de Scio, en Côte-d'Ivoire, Thèse de Doctorat, Faculté des Art et Sciences Technique, Université de Cocody-Abidjan, 212 p
- [43] Vroh B.T.A.,2013. Évaluation de la dynamique de la végétation dans les zones agricoles d'Azaguié (sud-est, Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat, UFR Biosciences, Université Cocody, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 208 p.
- [44] Zanh G.G., Koua K.A.N., Kouakou K.A. & Barima Y.S.S.,2018. Saturation foncière à la périphérie de la Forêt Classée du Haut Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) durant la période de 1990 à 2016. *Tropicultura*, 36 (2) : 35-46.

Publication 2

Zanh G.G., Kpangui K.B., Barima Y.S.S. & Bogaert J. (2019). Migration and Agricultural Practices in the Peripheral Areas of Côte d'Ivoire State-Owned Forests. *Sustainability*, 11(22): 6378.

Communication

Migration and Agricultural Practices in the Peripheral Areas of Côte d'Ivoire State-Owned Forests

ZANH Golou Gizèle ^{1,*}, KPANGUI Kouassi Bruno ¹, BARIMA Yao Sadaïou Sabas ¹
and Bogaert Jan ²

¹ Biodiversity and Sustainable Management of Tropical Ecosystems (BioEco Trop), Jean Lorougnon Guédé University, Daloa BP 150, Cote D'Ivoire; Kpanguikb@gmail.com (K.K.B.); byssabas@gmail.com (B.Y.S.S.)

² Biodiversity and Landscape of Deportees Unit, University of Liege/Gembloux Agro-BioTech, 2B-5030 Gembloux, Belgium; j.bogaert@ulg.ac.be

* Correspondence: zanhgoloug@gmail.com

Received: 30 September 2019; Accepted: 5 November 2019; Published: 13 November 2019



Abstract: Côte d'Ivoire's rural areas adjacent to the state-owned areas of the southern half of the country, such as classified forests, are experiencing significant migratory flows due to their agricultural potential. The population movements in these rural areas have changed the rural landscape. The general objective of this study was to identify the peasant innovations implemented in these rural areas adjacent to the state's forest domains in a context of land saturation caused by migratory flows. This objective was elucidated from the case of the classified forest of Haut-Sassandra (CFHS). To achieve this, surveys were conducted in 11 villages on the periphery of the CFHS to determine the profile of planters and the main crops grown. Subsequently, floristic inventories were carried out on farms to analyse the diversity of associated species. Analyses showed that the rural populations of the CFHS are mainly composed of Allochthones (64%). Four innovative production systems were identified: a cashew-based production system, a cocoa-based production system, a coffee-based production system and a coffee- and cocoa-based production system. These farmer innovations based on agroforestry practices make it possible to restore impoverished lands and fight against climatic hazards. Consequently, these local practices deserve to be popularised in areas of strong land pressure as strategies to overcome the shortage of arable land and fluctuating prices of agricultural production.

Keywords: agroforestry; plantation economy; perennial crops; farmer innovations; Côte d'Ivoire

1. Introduction

In tropical regions, family farming is the main source of income for rural populations [1]. In Africa, this agriculture mobilises more than 70% of the population in rural areas and contributes 50–70% of the countries' gross domestic product [2,3]. Particularly in Côte d'Ivoire, agriculture is one of the main pillars of economic development. Indeed, before independence, Côte d'Ivoire focused its economic development on agriculture, mainly coffee and then cocoa. After independence, public policies contributed to farmers' preference for cocoa, which became the main source of agricultural income for both the Ivorian population and the State. There, agriculture, which is mainly dominated by cocoa cultivation (or cocoa farming), has caused a major change in the Ivorian forest landscape and social fabric since the early 1960s [4,5]. Indeed, cocoa farming is still manual and subject to the availability of forests, leading to massive deforestation in Côte d'Ivoire. This decrease in forest cover, combined with the ageing of orchards and the proliferation of cocoa swollen shoot viruses, is causing the cocoa economy to shift from the southeast to the southwest through the central-west, depending on the availability of forests in these regions. This shift in the cocoa economy has exacerbated pressures on

arable land and remaining forests [6]. The migratory flow generated by the displacement of the cocoa economy also increased during the decade of politico-military crisis of 2002–2011 in the central-west region [7] and would have led to a saturation of rural areas [8].

Faced with ageing orchards, the proliferation of cocoa swollen shoot viruses and land saturation in rural areas, many producers have infiltrated most protected areas and converted large areas into cropland [7]. This is the case of the classified forest of Haut-Sassandra (CFHS) in central-western Côte d'Ivoire, which lost more than 70% of its forest area during the politico-military crisis [9].

To confront these constraints (ageing orchards, proliferation of cocoa shoot viruses and land saturation), what adaptation or bypass strategies do farmers use to recover or capture forest rents? Similarly, is there a link between these current innovations and the recent or old origin of farmers?

In order to address these concerns, the overall objective of this study was to identify farmer innovations in rural areas of protected forest areas, in a context of land saturation as a result of migration flows, based on a case study of the CFHS. Thus, understanding these farmer innovations will ensure sustainable agriculture in Côte d'Ivoire.

2. Methodology

2.1. Study Site

Côte d'Ivoire is located in West Africa in the humid intertropical zone. It is bordered to the east by Ghana, to the north by Burkina Faso and Mali and to the west by Guinea and Liberia. It is bordered to the south by the Gulf of Guinea. The soils found there are ferralitic soils, ferruginous soils (lateritic armour) occupying tropical climate zones and hydromorphic soils in swampy formations and some river plains. While the forest occupied 24% of the country's surface area in 1960, it has now fallen below 11% in favour of farms dominated by cocoa cultivation. Côte d'Ivoire is the world's largest producer of cocoa beans, with more than 2 billion t per year. Apart from cocoa, Côte d'Ivoire is the leading producer of cashew nuts, with 700,000 t, and the third largest coffee producer in the world, with more than 120,000 t. Authors have noted that most of Côte d'Ivoire's cocoa production comes from protected areas [9,10].

This current work was carried out in the CFHS rural area of central-west Côte d'Ivoire between 6°50 and 7°24 north latitude and 6°51 and 7°05 west longitude (Figure 1). Located in the second cocoa production area of Côte d'Ivoire, the vegetation belongs to the semideciduous dense rainforest domain characterised by *Celtis* spp. and *Triplochiton scleroxylon* (K. Schum) [11]. The CFHS is an area managed for satisfying the purpose of timber production. In this protected area, hunting, animal capture, and destruction as well as collection of plants are prohibited, except for scientific reasons or for the need of management.

The population bordering the CFHS is composed of indigenous people (belonging to the Niédéboua, Niaboua and Gouro ethnic groups); Allochtones, dominated by the Baoulé ethnic group, who came mainly from the central region; and Allogenes from the hinterland countries neighbouring Côte d'Ivoire, mainly Burkina Faso [12]. The relief is largely made up of a plateau with many valleys. Soils of ferralitic composition are suitable for agriculture. These natural conditions suitable for agriculture have resulted in a strong settlement of populations in this region practicing perennial crops, such as cocoa, coffee, rubber, cashew nuts and so forth, and food crops.

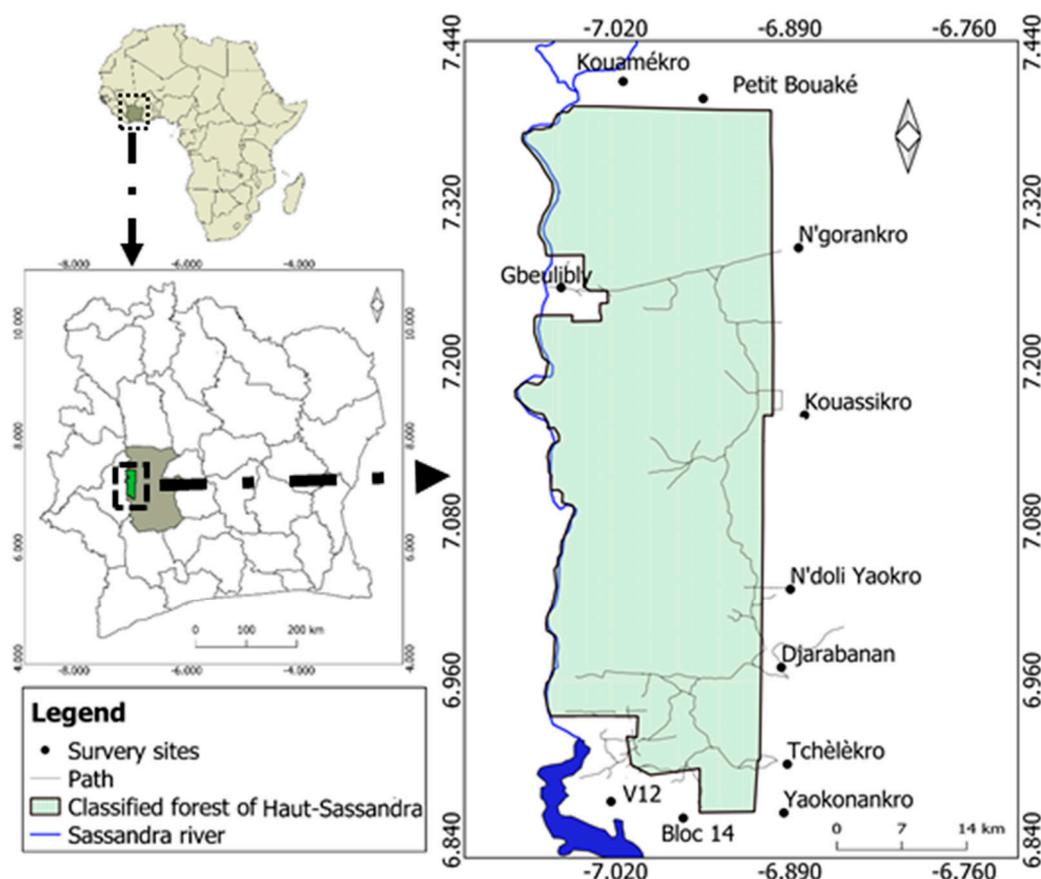


Figure 1. Location of the classified forest of Haut-Sassandra and the villages surveyed in the central-west region of Côte d'Ivoire.

2.2. Method of Collecting Data in the Field

Two methods were used to collect data in the study area: socio-agronomic surveys and floristic inventories in plantations. The surveys were carried out among peasant heads of households in the 11 villages bordering the CFHS using a questionnaire. These individual surveys focused on the sociodemographic characteristics of farmers (age of the farmer, level of education, origin of planters and marital status) and the characteristics of agrosystems (crops grown, age of crops and associated tree species).

Six villages were selected to carry out botanical inventories on the farms of the populations previously surveyed. The combination of surface exploration and itinerant prospecting was used for floristic inventories. The area surveys consisted of arranging 625 m² (25 × 25 m) plots in the various agrosystems [13]. A total of 156 plots were placed in 91 agricultural plantations on the periphery of the CFHS. All plant species found in the plots were identified. Then, all individuals of perennial agricultural species and associated non-agricultural woody species were counted in each plot to assess the horizontal structure (density) of the plots. Subsequently, mobile surveys were carried out to establish the general floristic list. These surveys consisted of browsing the plantations visited in different directions and identifying all plant species not inventoried in the plots, without considering their abundance or size [14,15]. In addition, information on the use of species associated with perennial crops was provided to plantation owners.

2.3. Analysis of Sociodemographic Characteristics and Species Diversity Associated with Cultures

The collected data were entered and encoded using Sphinx 2.5 and Excel 2016 software. The cross-referencing of the information received during these surveys made it possible to highlight the frequencies of the variables of the sociodemographic characteristics of the farmers.

The classification of plant species used was that of Angiosperm Phylogeny Group III (APG III) [16]. Agro-biodiversity was assessed by calculating specific wealth and the Shannon diversity index [17], and the distribution of associated species in different environments was assessed on the basis of the Pielou equitability index [18]. Species richness is the number of plant species present on a site. The Shannon diversity index reflects the diversity of the species that make up stands in an environment. It establishes a link between the number of species and the number of individuals in the same ecosystem or community. The Pielou equitability index makes it possible to measure the even distribution of the species in the stand in relation to an equal theoretical distribution for all species. It varies from 0 to 1. Structural diversity was determined from the calculation of the density of cultivated and associated species. Similarly, the relative frequency (F), expressed as a percentage, was determined for a given species in order to determine the most represented species in the plantations (Table 1).

Table 1. Mathematical formulas of the calculated floristic and structural indices.

Indices	Equations
Relative frequency (%)	$F = (n_i/N)*100$
Shannon index (H)	$H = - \sum (n_i/N) * \ln(n_i/N)$
Pielou equitability index (E)	$E = \frac{H}{\ln S}$
Individual density (d) indiv/ha	$d = \frac{N}{s}$

n_i : number of individuals of a species i ; N : total number of individuals; S : total number of species of a biotope; d : density of individuals; s : area in hectares.

To compare the different categories of plantations, analysis of variance (ANOVA) tests with a factor were carried out on the floristic parameters (richness, composition and diversity indices) and the structural parameters (density) calculated. When a significant difference was observed between the means for a given parameter, Tukey's test was performed to identify homogeneous classes. The R software was used for all statistical tests.

2.4. Identification of Agricultural Production Systems Adopted by Farmers

To understand the relationships between the origin of planters and agricultural practices, a multiple factor analysis (MFA) coupled with a hierarchical ascending classification (HAC) was conducted. This analysis is recommended to evaluate the relationships between several contingency tables with common lines [19]. The descriptive variables considered were, on the one hand, qualitative parameters such as the origin of the populations and the culture practiced, and on the other hand, quantitative parameters such as the age and density of the cultures practiced and the species associated (i.e., richness and species diversity). For each of the variables, a multiple comparative test was performed between the mean values of each group and the overall mean to identify those which best characterised the group. All these analyses were carried out using the FactoMine Package of the R software [20].

3. Results

3.1. Profile of Producers and Characteristics of the Plantations Located in the Area

The surveys conducted made it possible to interview 264 heads of households on the periphery of the CFHS. The respondents were 64% Allochthones, 27% Aboriginal and 9% Allogenes. The age of the respondents varied from 18 to 85 years. Most of the growers surveyed were adults (56.82%) aged between 35 and 59 years. Regarding the level of education of farmers, 48% of respondents were

illiterate. The people who attended school mainly had primary (27%) or secondary (23%) education. Only 1% of people had completed higher and Koranic education level. The educational level of the heads of households interviewed was very low.

The perennial crops grown on the periphery are mainly cocoa trees, which occupy 41% of the land, followed by coffee trees (34%) and cashew (25%). Considering the average age of the crops, the analyses indicated that on the periphery, cocoa and coffee farms are the oldest, with an average age of 22 years for each. Cashew is a recent crop, with an average age of 3 years (Table 2).

Table 2. Summary of variables of sociodemographic characteristics of actors and main cultures practiced.

Variables	Modality	Proportion (%)
Origin	Aboriginal people	29.55
	Allochtone	60.98
	Allogenic	9.47
Age	<35 years	23.86
	[35–59] years	56.82
	≥60 years	19.32
Educational level	Illiterate	48
	Primary school	27
	Secondary school	23
	Superior	1
	Koranic school	1
Main crops practiced	Cocoa	41
	Coffee	34
	Cashew	25
Average age of crops	Cocoa	22
	Coffee	22
	Cashew	3

3.2. Specific and Structural Diversity of Cocoa Plantations

The inventories carried out made it possible to identify 148 plant species introduced or conserved in the plantations. They are divided into 88 genera and 38 plant families. Of these species, six are represented in almost all plots with a frequency of occurrence greater than 30%. This is *Elaeis guineensis* which was found in all plots with a rate of 100%. In contrast, *Citrus sinensis*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Ficus exasperata*, were found in 59%, 53%, 47%, 38%, 33% of the plots respectively (Figure 2).

The diversity of the flora present in the plantations varies according to the origin of the owners of the plots (Table 3). Thus, 70 species were recorded in native plantations, 68 species in Allochtones and 66 species in Allogenes. Regarding the average specific richness, the highest average was observed in plantations held by nonindigenous and indigenous people, with eight and seven species, respectively. For the Shannon index, the calculated average values were very low. They varied from 1.22 to 1.42 in the Allochtone and Allogenic plantations, respectively. No significant difference was observed between the value of the Shannon index at the level of farms in the different communities. The average value of the equity index was very relevant in the plantations of the different communities. The different equity indices calculated revealed that species are equitably spread across plantations in the three communities. It varied from 0.81 to 0.87, with the highest value in Allochtone plantations. However, there was no statistical difference between these values. Crop density was found to vary according to

speculation and the origin of producers. At the level of cocoa farms, the density varies from 678 to 913 individuals per hectare. The highest average density of cocoa stems was observed among indigenous peoples. In coffee plantations, the average stem density varies from 280 to 709 individuals per hectare. The average density of coffee stems is high in Allogetic plantations, with an average of 709 individuals per hectare. In cashew plantations, the average stem density varies from 68 to 220 individuals per hectare. The highest average stem density was observed in Allochtones.

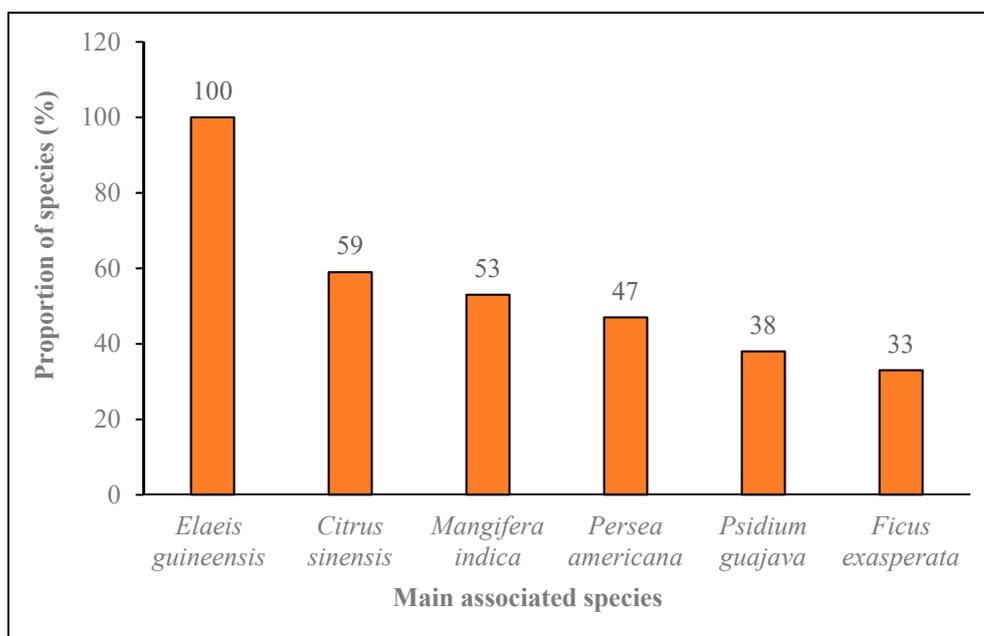


Figure 2. Distribution of the most common species found in plantations.

Table 3. Diversity indices calculated in the plots according to the origin of the producers.

Floral and Structural Parameters		Allochtone	Aboriginal People	Allogetic	Total
Number of species	Total	68	70	66	152
	Average/625 m ²	5b	7a	8a	6
Diversity indices	Shannon's index	1.22a	1.28a	1.42a	1.36
	Pielou equitability	0.87a	0.81a	0.84a	0.85
	Density of cashew trees (indiv/ha)	94a	220b	68a	152
	Density of cocoa trees (indiv/ha)	913a	678a	867a	785
	Density of coffee trees (indiv/ha)	441a	280a	709b	411

indiv/ha: individual per hectare. For each line, the values followed by the same letter are not significantly different at the 5% threshold.

3.3. Use Values of Species Found in Cocoa Plantations

The plantation surveys identified six main types of use of the species (Figure 3): medicinal use (*A. boonei*, *G. kola*, etc.), food use (*P. americana*, *E. guineensis*, etc.), timber use (*T. superba*, *C. pentandra*, etc.), shading use (*M. excelsa*, *B. costatum*, etc.), soil fertility (*Albizia* sp., *L. nigriflora*, etc.) and other uses (cultural, firewood, craft and support for the yams' stems). The list of species and their uses can be found in the supplementary document (Table S1).

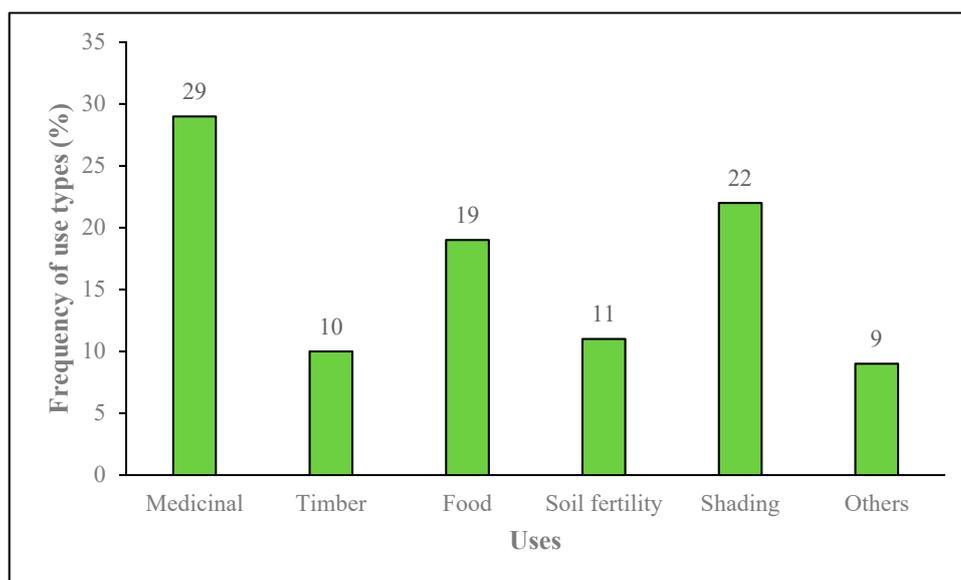


Figure 3. Distribution of uses of species associated with plantations.

3.4. Typology of Agroforestry Systems in the Rural Areas of the CFHS

The objective of creating a typology is to gather in the same group (class) plots with floral, structural and human similarities. This analysis allows for exploration of the relationships between the different variables collected in the plots. A data matrix was developed to describe the plots surveyed according to the different variables collected. Thus, four variables (age of cultivation, density of species and crops, plant diversity and origin of farmers) made it possible to define the typology of agroforestry systems according to communities. Four production systems have been identified (Figure 4).

The first system (G1) is represented by a cashew-based agroforestry system that is practiced mainly by Allochtones (38%). The average age of a cashew tree is 10 years, with an average density of 414 individuals per hectare. Farmers combine cocoa and coffee on the same plot. The average age of cocoa and coffee is 7 years. The average density of cocoa trees is 916 individuals per hectare and that of coffee is 258 individuals per hectare. The average density of associated species is 65 individuals per hectare. In this system, farmers first make cashew nuts, then introduce cocoa and coffee.

The second system (G2) is represented by a cocoa-based agroforestry system, held mainly by indigenous people (55.3%). The average age of a cocoa farm is 22 years, with an average density of 1086 individuals per hectare. The farmers combine coffee and cashew trees. The average age of coffee trees is 2 years and that of cashew trees is 1 year. The average density of coffee trees is 107 individuals per hectare and that of cashew trees is 100 individuals per hectare. The average density of associated species is low in this system, with a value of 79 individuals per hectare. This system corresponds to a conversion of old cocoa orchards into coffee and, recently, into cashew.

The third system (G3) is an agroforestry system based on coffee, set up mainly by Allochtones (60.5%). The average age of coffee trees is 28 years, with an average density of 726 individuals per hectare. The associated crops are cocoa and cashew. The average density of cocoa trees is 228 individuals per hectare and that of cashew trees is 54 individuals per hectare. The average age of cocoa is 11 years and that of cashew is 1 year. The density of associated species is low, with 83 individuals per hectare. Originally, this system corresponded to a conversion of old coffee orchards into cocoa trees, but recently, farmers have introduced cashew.

The fourth system (G4) is mainly represented by a cocoa–coffee-based agroforestry system led by Allogenes (48.1%) and indigenous peoples (44.4%). The average age of cocoa is 16 years and that of coffee is 12 years, with an average density of 940 individuals per hectare for cocoa and 679 individuals per hectare for coffee. There are also young cashew trees with an average age of 2 years. The average

density of associated species is very high, with 288 individuals per hectare (Table 4). This system corresponds to a diversification of crops.

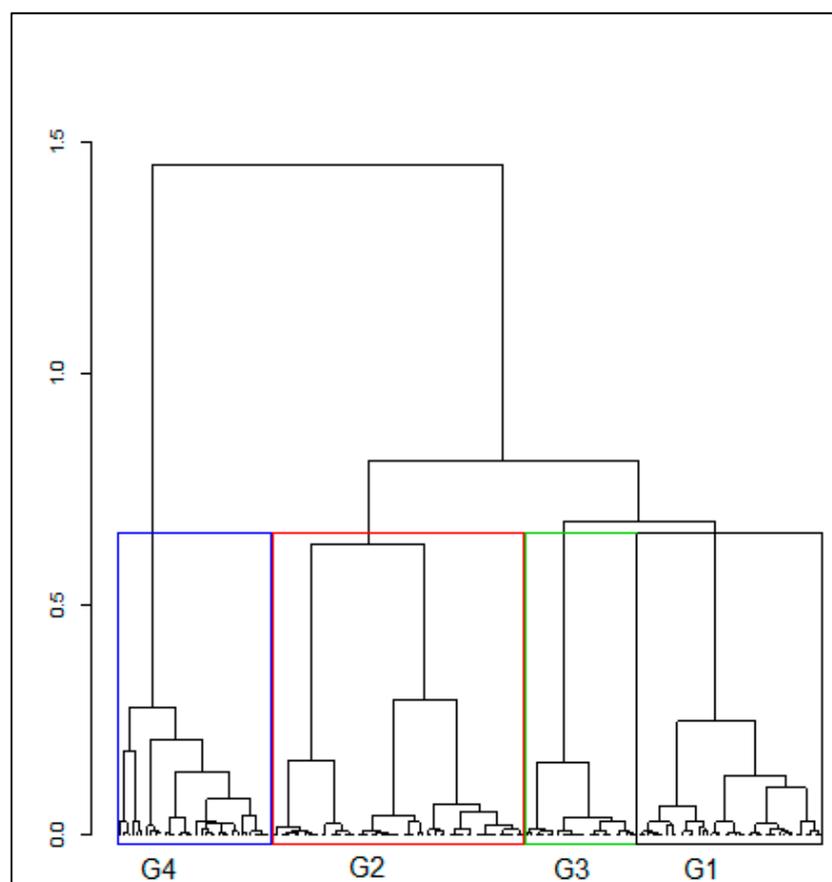


Figure 4. Ascending hierarchical classification of the 156 plots studied.

Table 4. Summary of qualitative and quantitative variables from the CFHS ascending hierarchical classification in rural areas.

Variables	Category	G1	G2	G3	G4	Test Statistics
Origin	Allochtone	83.30	42	60.50	7.40	56.62 ***
	Allogenic	13.90	6	20.90	48.10	
	Aboriginal people	2.80	52	18.60	44.40	
Age	Cocoa	7a	22c	11ab	16bc	0.18 ***
	Coffee	7a	3a	28c	12b	0.53 ***
	Cashew	10b	1a	1a	2a	0.49 ***
Density (indiv/ha)	Cocoa	916b	1086b	228a	940b	0.34 ***
	Coffee	258a	107a	726b	679b	0.37 ***
	Cashew	414b	100a	54a	56a	0.32 ***
	Associated species	65a	79a	83a	288b	0.53 ***
Floral diversity	Shannon's Index	1.08a	1.31b	1.28b	1.95c	0.45 ***
	Equitability Index	0.89b	0.86b	0.88b	0.75a	0.15 **
	Specific Richness	3.92a	4.94a	4.81a	13.89b	0.65 ***

indiv/ha: individuals per hectare. For each line, the values followed by the same letter (a, b, c) are not significantly different at the 5% threshold; significance level of the Fisher's tests: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

4. Discussion

4.1. Profile of Farmers in the Rural Areas of the CFHS

The surveys revealed a high proportion of Allochthones in rural areas. This proportion was caused by the displacement of the pioneer front from the central-eastern region to the central-western part of Côte d'Ivoire. Indeed, this pioneering front caused a significant movement of populations, mainly from the central region of the country, which led to the foundation of many villages and camps on the periphery of the CFHS. The analyses also showed that most cocoa farmers are adults. The dominance of adults in plantations is attributable to the fact that when family land is shared, the beneficiaries of arable land are exclusively adults [21]. According to the respondents, the young people serve as labour and will not be able to take possession of a plot until they are judged to be adults or they inherit the plantation after their father's death. These same findings have been observed in other regions of Côte d'Ivoire [21,22]. Moreover, research has already shown that young workers were the most numerous during the migration of the pioneer front from the centre-east to the centre-west of Côte d'Ivoire [6].

4.2. Variety of Species Knowledge Associated with Cocoa Plantations

Field investigations have shown that at the time of planting, farmers associate or preserve exotic or local fruit species such as *P. americana* (avocado), *C. sinensis* (orange), *M. indica* (mango), *P. guajava* (guava), *E. guineensis* (oil palm) and so forth. These species enable farmers to diversify their source of income and ensure their food security during the lean season. During this period, the fruits of these species are either consumed directly in the field or sold to traders or villagers who do not have any in their immediate environment. This work is similar to that of [23] in the long-term analysis and evaluation of complex agroforestry systems in central Cameroon. This researcher showed that, in addition to providing shade for cocoa, the related species provide farmers with a multitude of products (fruits, wood, leaves, bark, etc.), whether or not they are commercialised, contributing to self-sufficiency in food and household balance. The results also showed that the presence of a species in a plantation depends on the importance that the farmer attaches to it. Indeed, farmers preserve species that have symbolic or social value for them. This same observation was observed by [24] in the Bamiké countries. This author argues that the presence of a species in a plot or forest technical systems or its dynamics depends on the farmer's technical choices. Thus, the choice and number of species to be conserved depend on the farmer's origin. This situation has been observed in the savannah forest transition zone of Central Côte d'Ivoire [25] and in the semideciduous dense forest zone of central-west Côte d'Ivoire [21]. These authors argue that these preserved species are used for food, fuelwood and traditional medicine. According to them, this approach strongly influences the floristic composition of farms according to the origin of the communities [21]. Thus, our analyses have shown that Allogene and Aboriginal plantations are the most diversified. This high diversity of species in the plantations held by the Aboriginals could be explained by the fact that, being native to the study area, they have better control over the local flora. As a result, when they set up their farms, they spare several local species that are useful to them, as already pointed out in [21]. On the other hand, the high density of species observed in the plantations maintained by Allogenes is because they generally share the same plot with their Aboriginal guardian. In addition to the local species conserved by the natives on the plot, Allogenes prefer to add exotic species or adopt species from their area of origin instead.

The analyses also showed that the species preserved in the plantations are used for a variety of purposes, including medicine, food, timber, soil fertility and shade. Medicinal use is the most important, as already pointed out [26] in the Sudanese zone of Côte d'Ivoire and [27] in the humid forest zone in southern Cameroon. These authors demonstrate the perfect use of medicinal species by local populations. In addition to medicinal use, there is also food use. Species for food use occupy a special place. Indeed, when setting up the planting or selection of fruit species, farmers only retain species that are part of their diet or that can generate additional income.

4.3. Reconstruction of Traditional Agroforestry Systems by Communities

The typology of production systems has shown that the farming practices of populations differ according to both their origin and location. The production systems identified are characterised by the combination of three perennial crops (cocoa, cashew and coffee) in the same area. Four production systems have been identified, taking into account the various floristic and structural characteristics of perennial plantations in relation to the origins of populations. There are cashew-based production systems (G1), cocoa-based production systems (G2), coffee-based production systems (G3) and commercial polycultures (G4). Our results are similar to those obtained by [28] in traditional Mexican coffee systems. These authors identified in their work monocultures and commercial polycultures. These results reflect an evolution in cocoa replanting techniques in former production areas [29]. Using a similar analytical method, four agroforestry systems had been identified in Central Côte d'Ivoire [13]. Compared with these authors, coffee-based production systems and commercial polycultures are present in our work. The differences could be due to the fact that these authors carried out inventories in plantations maintained only by Allochtones.

Considering the age of perennial crops in these systems, it is thought that some may be a conversion from old to new crops or a diversification of crops. Indeed, in the first system (G1) held by Allochtones, cashew trees are the oldest, with a low density of associated species. This low density of associated species observed could be due to the fact that these are old rehabilitated plantations in which cashew is used as shade for young cocoa plants. Indeed, according to the Allochtone populations interviewed, cashew is a crop that is more resistant to drought and helps to protect young cocoa plants from climatic hazards.

The analyses also show that in the second and third systems (G2 and G3), maintained by the indigenous and Allochtone peoples respectively, there are cashew and coffee seedlings for the second system (G2) and cocoa and cashew seedlings for the third system (G3). This is explained by the fact that in the second system (G2), farmers convert cocoa trees into coffee trees, then recently, into cashew. Similarly, for the third production system (G3), old coffee plants are being converted into cocoa trees, and recently, farmers have been introducing cashew. However, the conversion of old cocoa and coffee orchards into cashew observed in production systems G2 and G3 is not occurring simultaneously, as Ruf [30] pointed out in Côte d'Ivoire. According to this author, in addition to protecting cocoa and coffee plants from climate change, this conversion is intended to combat swollen shoot disease. In systems G2 and G3, the average density of associated species is also low. This low average density of associated species is the result of the ageing of cocoa and coffee plantations. Indeed, the gradual decrease in the diversity of species associated with the ageing of orchards observed in these systems (G2 and G3) is explained by the fact that farmers select the species they consider useful when the plantation is in production. This same observation was noted in southern Cameroon [31,32] and in the classified Monogaga forest in southern Côte d'Ivoire [33]. These authors pointed out that reducing species density with the increasing age of cocoa plantations is a process common to tropical agroforestry systems to increase the production of young cocoa and coffee plants.

In the last system (G4), which is a mixture of coffee and cocoa seedlings and is mainly held by Allochtonic and indigenous people, cashew seedlings with a high density of associated species appear. There are two possible reasons for the appearance of cashew seedlings. The first would concern the introduction of cashew used by farmers to restore soil fertility and control cocoa swollen shoot virus. The presence of cashew seedlings would also be a way for farmers to diversify their farms and sources of income, as had already been mentioned in Côte d'Ivoire [30]. In addition, the diversification of cocoa and coffee farms by the cashew tree would also be a response to climatic hazards and low yields [30].

All these cultural practices based on the association of perennial crops are the consequences of the depletion of forest reserves, as some authors had pointed out in the department of Oumé, in the central-western part of Côte d'Ivoire [34]. According to Ruf [30], in addition to the decline in forest rents, the practice of diversification or reconversion is a response of populations to droughts, fire risks

and the difficulties of replanting cocoa. The introduction of the cashew tree is, therefore, an agroforestry innovation in response to these constraints.

5. Conclusions

The results obtained in this study made it possible to identify the peasant innovations implemented in the rural space of protected forests, in a context of land saturation caused by migratory flows. These innovations have been linked to the different indigenous, Allochtone and Allogenic origins of farmers. The analyses indicate that the different communities associate species with their exploitation and that the diversity of these species varies according to the communities.

This study also showed that these different communities have implemented innovative agricultural strategies based on the introduction of cashew nut cultivation, normally adapted to savannah areas, used by farmers in the southern forest as an alternative crop to restore impoverished land. These innovations are represented by four production systems, namely: cashew nut-based production system, aged cocoa-based production system, aged coffee-based production system and young coffee and cocoa-based production system. In addition, cashew cultivation is not only a total conversion of old cocoa or coffee orchards but also serves, in addition to restoring soil fertility, on the one hand, as shading useful to juvenile cocoa trees for their growth and development and, on the other hand, as a barrier to the spread of the cocoa swollen shoot virus and diversification of farmers' sources of income.

Finally, these peasant innovations need to be improved and promoted. It is therefore useful to integrate them into various agricultural development plans in order to ensure sustainable agriculture in Côte d'Ivoire in response to the increasing pressure on arable land.

Supplementary Materials: The following are available online at <http://www.mdpi.com/2071-1050/11/22/6378/s1>, Table S1: List of species and uses (a species can have several types of uses).

Author Contributions: The four coauthors contributed substantially to the study. They all participated in the field data collection and various analyses. The writing was done by Z.G.G. All authors read and approved the final manuscript.

Funding: This research was funded by the Interdisciplinary Research Group in Landscape Ecology and Environment (GRIPE) of the Jean Lorougnon Guédé University (Daloa, Côte d'Ivoire).

Acknowledgments: The authors would like to thank all the farming communities for their hospitality and assistance in collecting data at the various study sites.

Conflicts of Interest: There are no conflicts of interest.

References

1. Nepad. *Revue Documentaire du Secteur Agricole du Congo: Appui à la Communauté Economique des Etats d'Afrique Centrale (CEEAC) Pour la Mise en Œuvre du Processus PDDAA en Afrique Centrale*; Project Report; Congo Ministry of Agriculture: Brazaville, Congo, 2013.
2. Clavel, D.; Barro, A.; Belay, T.; Lahmarn, R.; Maraux, F. Changements techniques et dynamique d'innovation agricole en Afrique Sahélienne: le cas du Zaï mécanisé au Burkina Faso et l'introduction d'une cactée en Ethiopie. *VertigO* **2008**, *8*. [[CrossRef](#)]
3. Kouadio, H.; Desdoigts, A. Déforestation, migration, saturation et réformes foncières: la Côte d'Ivoire entre résilience rurale et litiges fonciers. *MPRA Paper* **2012**, *49938*, 52.
4. Brou Yao, T.; Servat, E.; Paturol, J.E. Contribution à l'analyse des inter-relations entre activités humaines et variabilité climatique: cas du Sud forestier ivoirien. *Earth Plan. Sci. Letter.* **1998**, *327*, 833–838. [[CrossRef](#)]
5. Bigot, S.; Brou, T.Y.; Oszwald, J.; Diedhiou, A. Facteurs de la variabilité pluviométrique en Côte d'Ivoire et relations avec certaines modifications environnementales. *Sci. Chang. Planétaires Sécheresse* **2005**, *16*, 5–13.
6. Ruf, F. *Booms et crises du cacao. Les Vertiges de L'Or Brun*; Karthala: Paris, France, 1995; 459p.
7. Kouakou, A.T.M.; Barima, Y.S.S.; Kouakou, K.A.; Kouamé, F.N.; Bogaert, J.; Kouadio, J.Y. Forest dynamics in the north of the Classified Forest of Haut-Sassandra during the period of armed conflicts in Ivory Coast. *Am. J. Life Sci.* **2015**, *3*, 375–382. [[CrossRef](#)]

8. Zanh, G.G.; Koua, K.A.N.; Kouakou, K.A.; Barima, Y.S.S. Saturation foncière à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) durant la période de 1990 à 2016. *Tropicultura* **2018**, *36*, 171–182.
9. Barima, Y.S.S.; Kouakou, A.T.M.; Bamba, I.; Sangne, Y.C.; Godron, M.; Andrieu, J.; Bogaert, J. Cocoa crops are destroying the forest reserves of the classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast). *Glob. Ecol. Cons.* **2016**, *8*, 85–98. [[CrossRef](#)]
10. Ruf, F. *De la Rente Forêt aux Engrais et Pesticides Pour le Cacao de Côte d'Ivoire? Rapport Préparé Pour le Ministère des Affaires Étrangères*; Cirad-Tera: Montpellier, France, 1998.
11. Guillaumet, J.L.; Adjanohoun, E. La végétation de la Cote d'Ivoire. In *Le Milieu Naturel de Côte d'Ivoire*, 50; Avenard, J.M., Eldin, E., Girard, G., Sircoulon, J., Touchebeuf, P., Guillaumet, J.L., Adjanohoun, E., Perraud, A., Eds.; Mémoires ORSTOM: Paris, France, 1971; pp. 161–263.
12. Zanh, G.G.; Barima, Y.S.S.; Kouakou, K.A.; Sangne, Y.C. Usages des produits forestiers non-ligneux selon les communautés riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Int. J. Pure App. Biosci.* **2016**, *4*, 212–225. [[CrossRef](#)]
13. Kpangui, K.B.; Kouamé, D.; Goné, B.Z.B.; Vroh, B.T.A.; Koffi, B.J.C.; Adou Yao, C.Y. Typology of cocoa-based agroforestry systems in a forest-savannah transition zone: Case study of Kokumbo (Centre, Côte d'Ivoire). *Int. J. Agron. Agric. Res.* **2015**, *6*, 36–47.
14. Aké-Assi, L. Flore de la Côte d'Ivoire: Étude Descriptive et Biogéographique avec Quelques Notes Ethnobotaniques. Ph.D. Thesis, University of Cocody, Abidjan, Cote D'Ivoire, 1984.
15. Adou Yao, C.Y.; Kpangui, K.B.; Kouao, K.J.; Adou, L.M.D.; Vroh, B.T.A.; N'guessan, K.E. Diversité floristique et valeur de la forêt sacrée Bokasso (Est de la Côte d'Ivoire) pour la conservation. *VertigO* **2013**, *13*. [[CrossRef](#)]
16. Angiosperm Phylogeny Group III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Bot. J. Linn. Soc.* **2009**, *161*, 105–121. [[CrossRef](#)]
17. Shannon, C.E. The mathematical theory of communications. *Bell Syst. Tech. J.* **1948**, *27*, 379–423. [[CrossRef](#)]
18. Piélou, E.C. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Boil.* **1966**, *10*, 370–383. [[CrossRef](#)]
19. Bouxin, G. Evolution de la végétation macrophytique et trophie dans les deux ruisseaux du bassin hydrographique de la moliénée (Condroz, Belgique). *Water Sci. Rev.* **2011**, *24*, 253–266. [[CrossRef](#)]
20. Husson, F.; Josse, J.; Pagès, J. Principal component methods-hierarchical clustering-partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data? *Appl. Math. Dep.* **2010**, 1–17.
21. Cissé, A.; Aka, J.C.K.; Kouamé, D.; Vroh, B.T.A.; Adou Yao, C.Y.; N'guessan, K.E. Caractérisation des pratiques agroforestières à base de cacaoyers en zone de forêt dense semi-décidue: cas de la localité de Lakota (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *Eur. Sci. J.* **2016**, *12*, 50–69. [[CrossRef](#)]
22. Kpangui, K.B. Dynamique, Diversité Végétale et Valeurs Écologiques des Agroforêts à Base de Cacaoyers de la Sous-Préfecture de Kokumbo (Centre de la Côte d'Ivoire). Ph.D. Thesis, Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Cote D'Ivoire, 2015.
23. Jagoret, P. Analyse et Évaluation de Systèmes Agroforestiers Complexes sur le Long Terme: Application aux Systèmes de Culture à Base de Cacaoyer au Centre Cameroun. Ph.D. Thesis, Montpellier SupAgro, Montpellier, France, 2011.
24. Gautier, D. Valeur d'usage des arbres en pays Bamiléké. *Bois For. Trop.* **1994**, *241*, 39–51.
25. Adou Yao, C.Y.; Kpangui, K.B.; Koffi, B.J.C.; Vroh, B.T.A. Farming practices, diversity and utilizations of associated species of cocoa plantations in a forest savannah transition zone, Center Côte d'Ivoire. *Glob. J. Wood Sci. For. Wildl.* **2015**, *3*, 94–100.
26. Tiébré, M.S.; Ouattara, D.; Vroh, B.T.A.; Gnagbo, A.; N'Guessan, K.E. Diversité floristique et disponibilité des plantes utilitaires en zone soudanienne de la Côte d'Ivoire. *J. Appl. Bios.* **2016**, *102*, 9699–9707. [[CrossRef](#)]
27. Sonwa, D.J.; Nkongmeneck, B.A.; Weise, S.F.; Thatat, M.; Adesina, A.A.; Janssens, M.J. Diversity of plants in cocoa agroforests in the humid forest zone of Southern Cameroon. *Biodivers. Conserv.* **2007**, *16*, 2385–2400. [[CrossRef](#)]
28. Moguel, P.; Toledo, V.M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Cons. Biol.* **1999**, *13*, 11–21. [[CrossRef](#)]
29. N'Goran, K. Réflexions sur un système de production durable du cacaoyer: Cas de la Côte d'Ivoire, Afrique. In Proceedings of the International Conference on Sustainable Cocoa Production, Panama City, Panama, 29 March–3 April 1998.

30. Ruf, F. Crises politico-militaires et climatiques en Côte d'Ivoire, 2000–2017. Du cacao à l'anacarde, de la rente forêt à la fumure animale. *Tropicultura* **2018**, *36*, 281–298.
31. Carrière, S. Les Orphelins de la Forêt. Influence de L'agriculture Itinérante sur Brûlis des Ntumu et des Pratiques Agricoles Associées sur la Dynamique Forestière du sud Cameroun. Ph.D. Thesis, University of Montpellier, Montpellier, France, 1999.
32. Sonwa, D.J.; Weise, S.F.; Tchatat, M.; Nkongmeneck, B.A.; Adesina, A.A.; Ndoye, O.; Gockowski, J. Rôle des agroforêts à cacao dans la foresterie paysanne et communautaire au sud-Cameroun. *RDFN Doc.* **2001**, *25*, 12.
33. Adou Yao, C.Y.; N'Guessan, E.K. Diversité floristique spontanée des plantations de café et de cacao dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire. *Schweiz. Z. Forstwes.* **2006**, *157*, 31–36. [[CrossRef](#)]
34. Piba, S.C. Apport de la Flore Naturelle dans la vie de la Population d'une Région Cacaoyère en Côte d'Ivoire: Cas du Département d'Oumé. Master's Thesis, Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Cote D'Ivoire, 2008.



© 2019 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Publication 3

Zanh G.G., Koua K.A.N., Kouakou K.A. & Barima Y.S.S. (2018). Saturation foncière à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) durant la période de 1990 à 2016. *Tropicultura*, 36(2) : 35-46.

Saturation foncière à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) durant la période de 1990 à 2016

G.G. Zanh^{1*}, K.A.N. Koua¹, K.A. Kouakou¹ & Y.S.S. Barima¹

Keywords: Deforestation- Land saturation- Upper Sassandra classified forest- Rural area- Land pressure- Côte d'Ivoire

Résumé

La Forêt Classée du Haut-Sassandra (FCHS) a connu une dégradation accélérée avec la crise de 2002 qui a secoué la Côte d'Ivoire. L'installation des cultures et habitats au sein de cette forêt pourrait sous-entendre que les terres à la périphérie de cette forêt seraient épuisées. Cependant, les études traitant de la saturation foncière dans le domaine autour de cette FCHS sont presque inexistantes. L'objectif visé par cette étude est d'évaluer la disponibilité des terres dans la zone rurale de la FCHS. Pour y arriver, cinq images satellites de type Landsat couvrant la période de 1990 à 2016 ont été acquises et traitées. La validation de ces traitements a été couplée à des enquêtes socio-économiques et des observations participatives réalisées dans 11 villages riverains à cette forêt. Il ressort des différentes analyses que les cultures pérennes, représentées principalement par le cacaoyer occupaient déjà 73,9% de la zone en 1990. Avec la disparition des forêts, le vieillissement des vergers et certaines contraintes parasites, la cacaoculture a connu une régression pendant et après la décennie de crise au profit de l'hévéa et de l'anacarde. Tout cela affecte les modes d'acquisition des terres, dominées avant la crise par la donation ou la location mais qui ont disparu aujourd'hui au profit de l'héritage et de l'achat.

Summary

Land Saturation at the Periphery of the Haut-Sassandra Classified Forest (Central-West of Côte d'Ivoire) During the Period 1990 to 2016

The Haut-Sassandra Classified Forest (HSCF) experienced an accelerated deterioration with the 2002 crisis that shook Côte d'Ivoire. The establishment of crops and habitats within this forest may suggest that the land on the periphery of this forest would be depleted. However, studies dealing with land saturation in the area around this FCHS are almost non-existent. The purpose of this study is to determine the dynamics of land use and land management in the peripheral zone of the HSCF. To achieve this, five Landsat satellite images covering the period 1990 to 2016 were acquired and processed. The validation of these treatments was coupled with socio-economic surveys and participatory observations carried out in 11 villages bordering this forest. The various analyze show that perennial crops, mainly cocoa trees, already occupied 73.9% of the area in 1990. With the disappearance of forests, aging orchards and certain parasitic constraints, cocoa cultivation experienced a regression during and after the decade of crisis in favor of rubber and cashew nuts. All this affects the land acquisition methods dominated before the crisis by donation or leasing but witch have disappeared today to the benefit of inheritance and purchase.

Introduction

Estimée à 2,5 milliards d'habitants en 1950, la population mondiale a dépassé le cap des 7 milliards fin 2011 et pourrait atteindre d'après la plupart des projections 9 milliards d'habitants en 2050 (4). Cette croissance démographique vertigineuse contribuant à rendre la planète trop exiguë pour de tels effectifs de population, soulève de façon fréquente la question du manque d'espace. Ce manque d'espace pourrait occasionner au sein des pays pauvres ou en voie de développement une déforestation accélérée du fait de l'appauvrissement des sols cultivables et de l'épuisement des ressources forestières et foncières. En Afrique Sub-saharienne, malgré l'impressionnante rapidité de la croissance de la population en milieu urbain (36% en 2007), il est important de signaler que les effectifs de population vivant en milieu rural n'ont cessé d'augmenter en valeur absolue (4). Cette croissance démographique en milieu rural est exacerbée souvent par les crises politico-militaires qui, entraînent un afflux de population des zones urbaines vers celui-ci. Cette combinaison de croissance démographique naturelle associée au mouvement des populations en zone rurale a entraîné une forte pression sur la ressource foncière. A l'instar des autres pays d'Afrique Subsaharienne, la Côte d'Ivoire ne fait pas l'exception. En effet, la zone rurale ivoirienne est le domaine où se développe l'installation des cultures qui, repose sur l'exploitation extensive des terres et des ressources naturelles. Cette activité agricole est orientée essentiellement vers le binôme café-cacao, cultures destinées à l'exportation. Le profit émanant de la pratique de ces cultures augmente la convoitise sur les terres, en particulier sur celles situées dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire. En effet, cette zone du pays à dominance forestière est propice à l'installation des cultures.

La Forêt Classée du Haut Sassandra (FCHS) située au centre-ouest de la Côte d'Ivoire, a vu la diminution de sa superficie s'accélérer avec la décennie de crise (2002-2012). En effet, durant cette décennie, la zone rurale de la FCHS a connu plusieurs mouvements de populations allochtones ivoiriennes venant d'autres régions de la Côte d'Ivoire et des pays de l'hinterland à la recherche de terres propices à la cacaoculture (12).

De nombreuses études menées par certains auteurs (2, 11, 12, 22), portant sur la FCHS ont montré qu'à la faveur de la décennie de crise politico-militaire, cette forêt classée a connu une régression de sa couverture forestière, une fragmentation et une perte de sa diversité biologique. Barima *et al.* (2), notaient que le taux de cette couverture forestière qui de 93% en 2002 a régressé pour atteindre 28% en 2015. Selon Barima *et al.* (2) et Assalé *et al.* (1), les activités anthropiques sont responsables de 95% de la déforestation de la FCHS.

Avec plus de 81,96% de présence sur les transects, la cacaoculture est la principale activité qui entraîne la dégradation de la FCHS (1). Cette anthropisation importante de la FCHS pourrait sous-entendre que les terres à la périphérie de cette forêt seraient épuisées. Cependant, les études traitant de la saturation foncière dans le domaine autour de cette FCHS sont presque inexistantes.

L'objectif visé par cette étude est d'évaluer la disponibilité des terres dans la zone rurale de la FCHS. De façon spécifique, il s'agira de

- déterminer les différents types d'occupation du sol,
- caractériser les principales cultures légions de la zone d'étude et
- analyser les différentes modalités d'accès à la terre dans la zone d'étude.

Méthodologie

Présentation de la zone d'étude

L'étude a été conduite à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra, sur une zone couvrant les 11 villages ayant fait l'objet d'enquête dont trois au Sud, cinq à l'Est, deux au Nord et un à l'Ouest (Figure 1). Le climat est de type tropical humide avec une pluviométrie oscillant entre 1200 et 1600 millimètres de hauteur de pluie par an. La forêt dense semi décidue constituant l'essentiel de la végétation naturelle du site d'étude a fait place à des zones de cultures pérennes et vivrières et à des jachères. Au plan hydrographique, la FCHS et les villages à proximité de celle-ci sont sous l'influence du fleuve Sassandra et ses affluents. Tout comme la FCHS, le sol est de type ferrallitique remanié et se prête à tous les types de cultures. La population vivant autour de la FCHS est composée en grande partie d'autochtones Niaboua et Niédéboua, d'allochtones et d'allogènes. La population allochtone est composée à majorité de baoulé venant du centre de la Côte d'Ivoire et d'allogènes dominés par les ressortissants du Burkina Faso (26). Les populations riveraines de cette forêt s'adonnent à l'agriculture de subsistance mais également à la culture de rente telle que la culture du cacao et du café.

Dynamique d'occupation de la zone rurale

Cinq scènes d'image LANDSAT d'une résolution spatiale de 30 m ont été utilisées dans le cadre de ce travail pour déterminer la dynamique de l'occupation du sol de la zone riveraine à la FCHS (Tableau 1). L'essentiel des traitements numériques a consisté à

- extraire la zone d'étude de la scène entière de sorte à inclure les villages enquêtés dans celle-ci,
- procéder à la composition colorée de ces extraits,
- réaliser une classification supervisée à partir de l'algorithme du maximum de vraisemblance en tenant compte des points de relevés de terrain.

Cinq grandes classes ont été identifiées à travers ces traitements radiométriques: Forêt, Cultures pérennes, Mosaïque Cultures et jachère, Sol nu et habitat et la classe Eau.

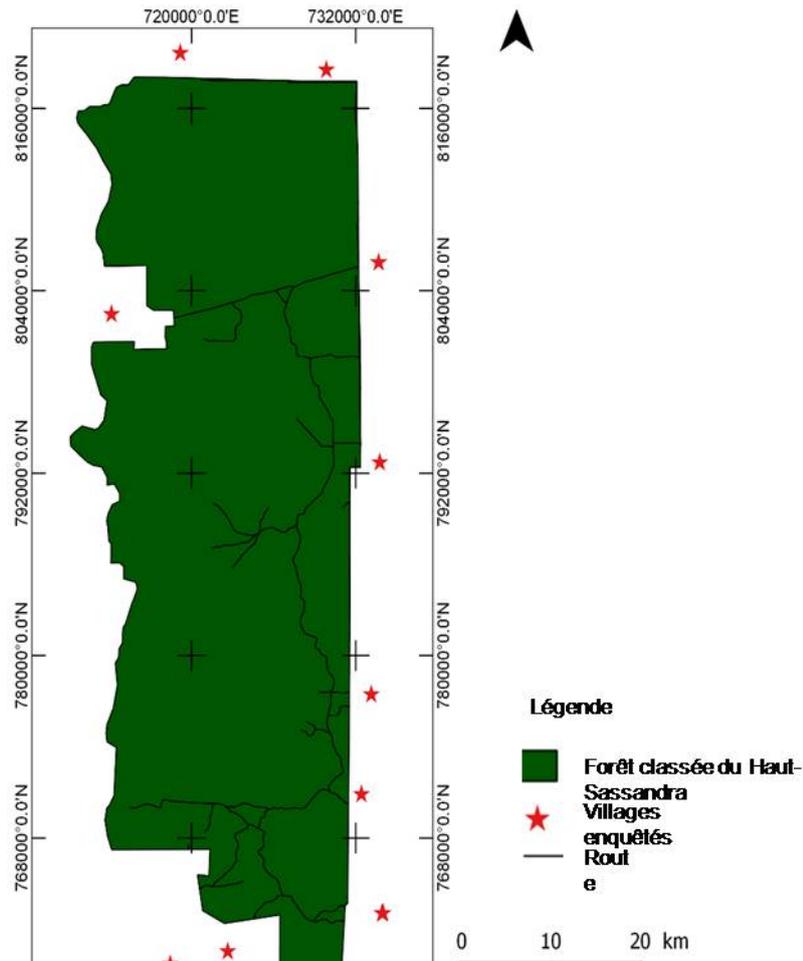


Figure 1: Localisation des villages enquêtés à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS).

Tableau 1
Caractéristiques des images utilisées.

Capteurs	Date d'acquisition	Identité de la scène	Résolution
Landsat 4 TM	28-12-90	L41AAA1090362100100HDF	30
Landsat 5 TM	06-02-97	LT51980551997037MPS00	30
Landsat 7 ETM	13-12-02	LE71980552002347EDC00	30
Landsat 7 ETM+	08-12-06	L71198055_05520061208	30
LANDSAT 8 OLI TIRS	11-02-16	LC81980552016042LGN00	30

Ces classes ont été définies après des visites de terrain. La classe 'Cultures pérennes' concerne les plantations matures, majoritairement de cacaoyer-caféier et autres (âge supérieur ou égale à 10 ans). Aussi, la classe 'Mosaïque cultures et jachère' est constituée de cultures pérennes non matures (vergers de cacaoyer/caféier et cultures d'hévéa/anacarde nouvellement installées et, cacaoyers/caféiers en renouvellement) associées aux cultures annuelles et jachère. L'inclusion des cultures annuelles dans la mosaïque cultures et jachère, serait due à leur exploitation saisonnière et à leur mise en culture sous cacaoyer, ce qui les rend 'invisible' sur l'imagerie satellitaire (18). Pour ne tenir compte que de la zone périphérique, un masque a été appliqué à la FCHS. Les changements au sein des types d'occupation du sol de la zone d'étude, pendant la période définie, ont été mis en évidence grâce à des matrices de transitions.

Enquêtes Socio-économique et environnementales auprès de la population riveraine

Des enquêtes socio-économiques et environnementales ont été effectuées au moyen d'entretiens directs auprès des personnes âgées d'au moins 18 ans, dans les 11 villages ciblés dans la zone d'étude. Ces enquêtes visaient à caractériser l'activité agricole des populations de ces villages. Elles visaient également à déterminer les superficies des cultures ainsi que des réserves de terres, et à analyser les différentes modalités d'accès à la terre. Dans chaque village, nous avons procédé par des interviews individuelles, à l'aide d'un questionnaire administré aux personnes âgées d'au moins 18 ans et ayant une plantation.

Les questions ont porté principalement sur les variables quantitatives et qualitatives relatives aux cultures pérennes et cultures vivrières, aux réserves de terres et aux modes d'accès à la terre telles que les principales cultures pérennes et vivrières, la surface des cultures (pérennes et vivrières), l'âge des principales cultures, la date de création des plantations et les modes d'accès à la terre. Ce questionnaire a été également administré aux paysans se trouvant directement dans leur plantation.

Traitement de données

Les données d'enquêtes ont été traitées à l'aide du logiciel Sphinx et Excel. En effet, toutes les données ont été saisies aux logiciels Sphinx² version 5.1. Après l'encodage des données sur Sphinx, tous les graphes présentés dans la partie résultat ont été construits. Ensuite pour une meilleure visibilité des images, ces graphes ont été copiés dans le logiciel Excel. Pour l'analyse des données deux méthodes ont été utilisées. Il s'agit de la méthode quantitative et la méthode qualitative.

Pour la méthode quantitative nous nous sommes basés sur les informations chiffrées. Cette méthode tente, ici, de déterminer la superficie des surfaces cultivées et non cultivées, l'âge des cultures, les fréquences des planteurs en fonction de la culture pratiquée. Ensuite, la méthode qualitative, quant à elle, est destinée à appuyer les constats effectués grâce à l'étude quantitative (25). Elle vise également à rendre compte de ce qu'ont dit les interviewés de la façon la plus fiable possible, en se basant sur le traitement des informations recueillies à travers la relecture des notes d'entretiens individuels avec les enquêtés.

Au niveau cartographique, la qualité des classifications, le pourcentage des superficies et les taux d'évolutions des différentes unités d'occupations ont été obtenus après un traitement post-classification dans le logiciel ENVI.

Résultats

Occupation du sol à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra

La classification radiométrique des images multispectrales a permis d'obtenir des cartes de l'occupation du sol à la périphérie de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (FCHS) des années 1990, 1997, 2002, 2006 et 2016. De façon visuelle, de 1990 à 2006, on enregistre une régression des superficies de forêt au profit majoritairement des surfaces cultivées mais aussi des zones habitées. En 2016, celles-ci tendent à disparaître (Figure 2). En s'appuyant sur les statistiques des cartes d'occupation du sol (Tableau 2), déjà en 1990, la pression humaine à la périphérie de la FCHS était très importante. En effet, en 1990, les surfaces en cultures occupaient 73, 9% soit près des 3/4 de la superficie totale de la périphérie. La pression humaine s'est accentuée au point où en 2016, les surfaces cultivées occupent près de 80% de la périphérie. Cette anthropisation s'est faite au détriment des surfaces forestières qui, de 16% d'occupation de la périphérie en 1990, sont passées à 8, 2% en 2016.

Répartition des terres à la périphérie de la FCHS en fonction du mode d'emploi.

Il ressort de ces enquêtes que, la quasi-totalité des terres est occupée par les cultures avec un taux de 80% dans la zone d'étude. Ces surfaces agricoles se répartissent entre cultures pérennes (70%) et cultures vivrières (10%) (Figure 3). Les enquêtes ont aussi révélé que les cultures vivrières sont incluses dans les cultures pérennes (système agroforestier) et, que les parcelles essentiellement vivrières sont rares. Par ailleurs, les autres types d'occupations du sol sont répartis entre jachères, forêt et bas-fond avec respectivement un taux de 17%, 2%, et 1%.

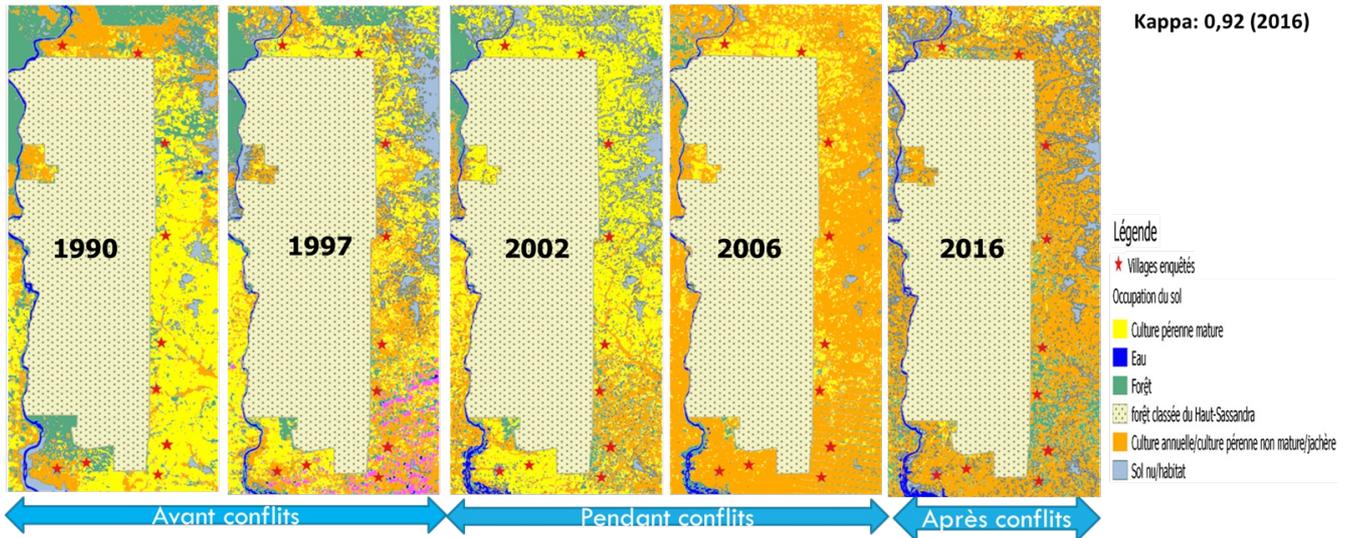


Figure 2: Carte d'occupation du sol de la périphérie de la FCHS de 1990 à 2016.

Tableau 2
Superficie (en pourcentage) des occupations du sol à la périphérie de la FCHS.

	1990	1997	2002	2006	2016
Forêt	16	16	6,8	7,4	8,2
Culture pérenne	53,8	26,5	47,3	19,7	10,3
Cultures /jachère	20,1	43,1	29,9	66,2	68,9
Sol nu/habitat	9,8	13,8	14,7	5,5	11,8
Eau	0,3	0,6	1,3	1,2	0,8

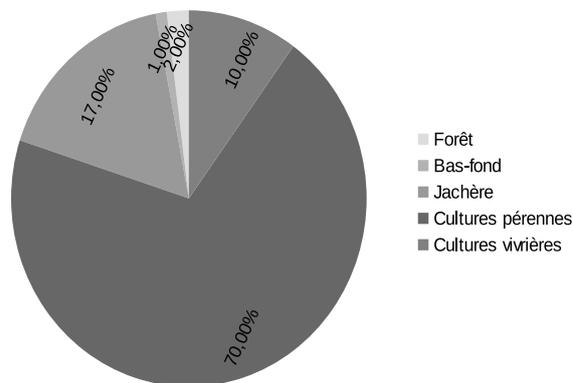


Figure 3: Mode d'emploi des terres à la périphérie de la FCHSa.

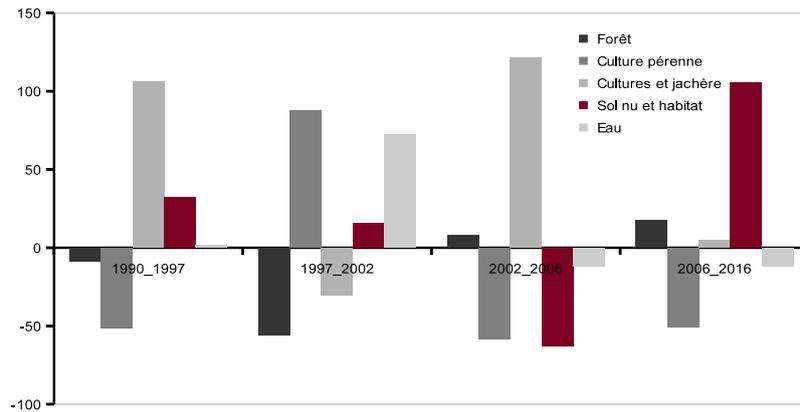


Figure 4: Taux d'évolution des types d'occupation du sol entre 1990 et 2016a

Dynamique de l'occupation du sol de 1990 à 2016

La figure 4 nous renseigne sur le taux d'évolution des types d'occupations du sol de 1990 à 2016 à la périphérie de la FCHS.

Des pertes notables de surface au niveau de la forêt sont enregistrées sur les deux premières périodes d'études, c'est-à-dire de 1990 à 1997 et de 1997 et 2002 avec respectivement des taux de -8,8% et -56,0%. Puis elle reprend peu à peu sa surface d'autrefois de 8,2% de 2002 à 2006 et 17,6% entre 2006 et 2016.

Au niveau des cultures pérennes, on note de façon globale, une régression de celles-ci durant la période d'étude, à l'exception de la période 1997-2002. Quant aux surfaces de cultures et jachère, elles ont connu une progression de 106,1%; 121,5% et 5% respectivement sur les périodes 1990-1997; 2002-2006 et 2006-2016. A l'opposé, ces surfaces ont régressé de -30,5% entre 1997-2002. La régression des surfaces de cultures pérennes s'accompagne d'une progression des surfaces de cultures et jachère et vice versa.

Concernant les sols nu/habitat, leurs surfaces ont connu une progression de 1990-1997, 1997-2002 et 2006-2016, contrairement à la période de 2002-2006 où l'effet opposé a été observé. Inversement à la forêt, l'eau connaît une progression de sa surface durant les deux premières périodes de l'étude suivie d'une régression durant les deux dernières périodes (2002-2006 et 2006-2016).

Sur l'ensemble de la période d'étude, nous avons pu noter une conversion des surfaces forestières en cultures majoritairement pérennes puis une conversion de ces cultures pérennes en cultures mixtes (pérennes et annuelles) associées à de la jachère.

Caractérisation des principales cultures

Principales cultures pérennes et vivrières pratiquées dans la zone rurale de la FCHS.

Les enquêtes ont été réalisées auprès de 264 personnes réparties dans les 11 villages environnants la FCHS. Sur les personnes interrogées, 262 personnes sont détentrices de parcelles de cultures pérennes associées aux cultures vivrières et, deux personnes détiennent exclusivement des parcelles de cultures vivrières.

Les résultats de ces enquêtes ont montré que les principales cultures pérennes à la périphérie de la FCHS sont, par ordre d'importance, le cacao, le café, l'anacarde et l'hévéa. De même les principales cultures vivrières sont l'igname, le maïs, le manioc et le riz.

La taille moyenne totale des surfaces cultivées est de 25, 22 ha réparties en 21, 46 ha pour les cultures pérennes soit 85% et 3,76 ha pour les cultures vivrières, soit 15% (Tableau 3). La superficie moyenne des surfaces en cultures vivrières n'atteint pas le quart de la superficie des plantations de cultures pérennes à la périphérie de la FCHS.

Tableau 3
Les principales cultures de la zone et leur superficie.

Principales cultures	Cacao	Café	Anacarde	Hévéa	Igname	Maïs	Manioc	Riz	Autres vivriers
Nombre de planteurs concernés	257	211	156	73	185	168	182	99	141
Fréquence des planteurs concernés(%)	97	70	59	28	70	64	64	38	53
Superficie moyenne (ha)	8,59	1,9	9,23	1,74	0,62	0,94	0,72	1,06	0,52

*Autres vivriers: Gombo, piment, taro, banane, etc.

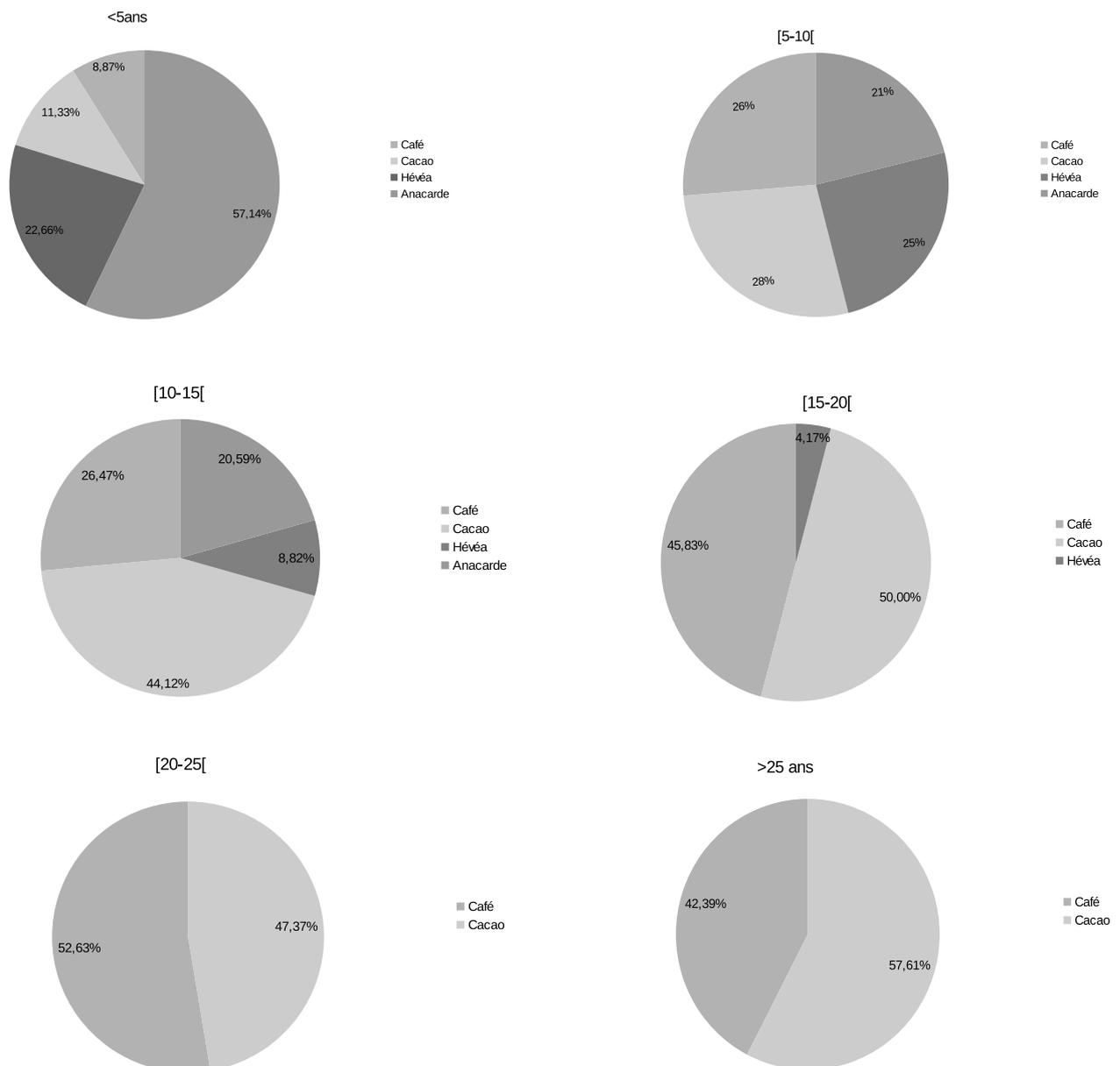


Figure 5: Répartition des principales cultures pérennes par classes d'âge.

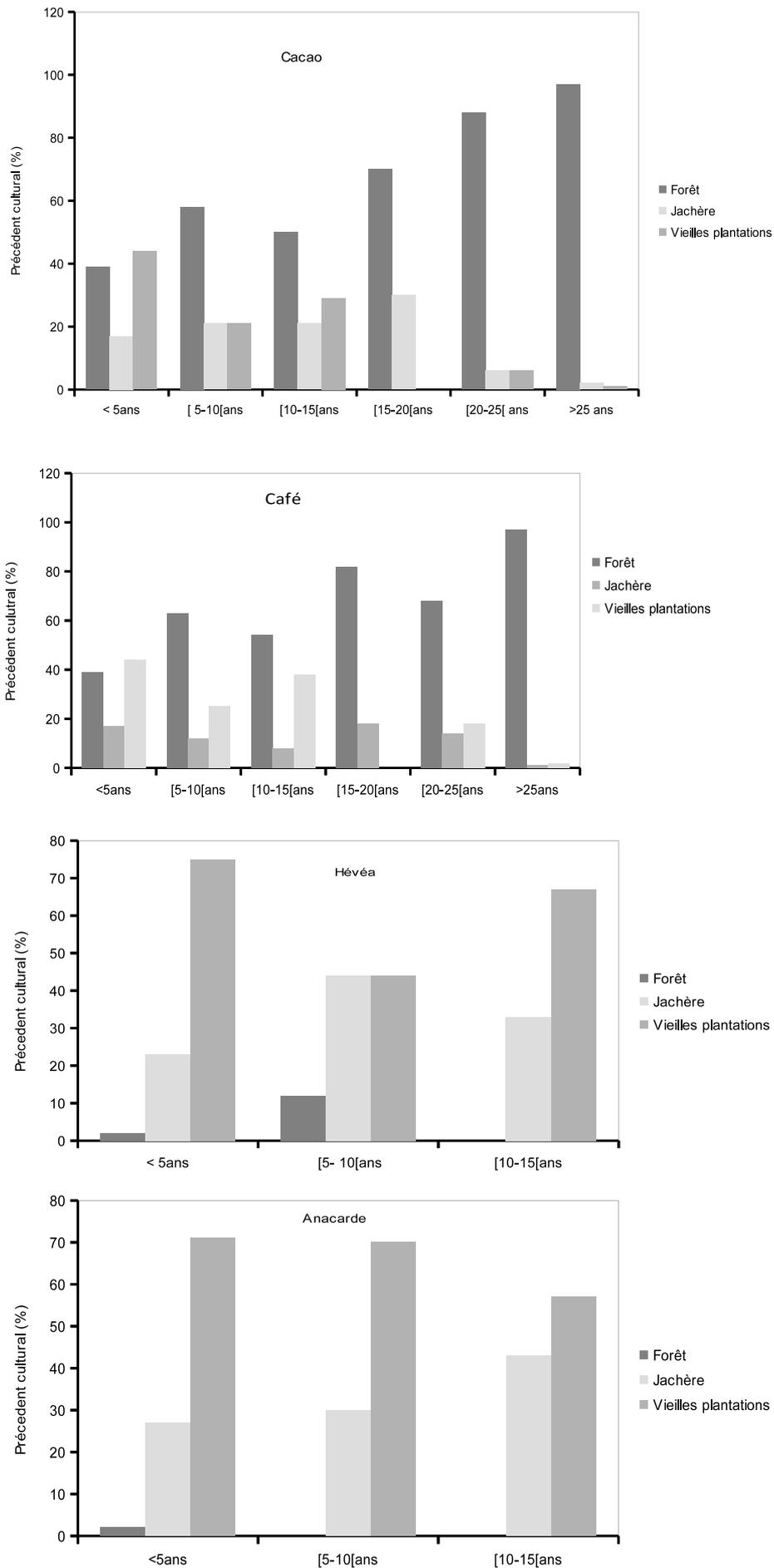


Figure 6: Précédents cultureux des principales cultures pérennes en fonction de leur âge.

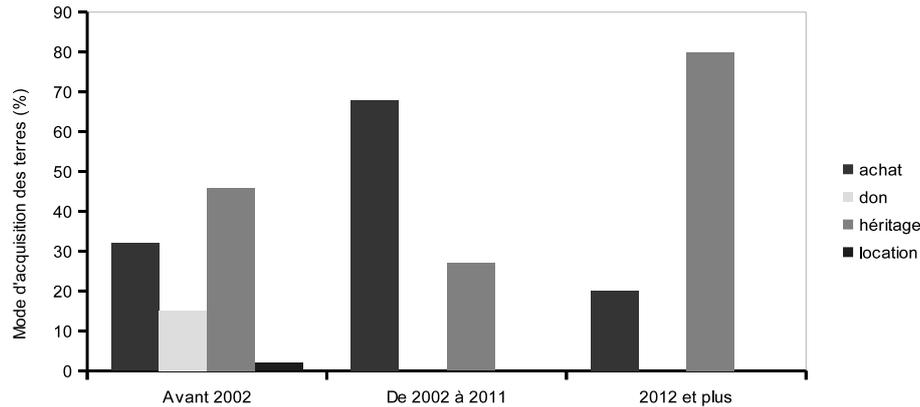


Figure 7: Proportion des modes d'acquisition des terres en fonction des différentes dates.

Âge des principales cultures pérennes

La figure 5, présente les différentes classes d'âge des principales cultures pérennes. Les enquêtes ont révélé que les plantations de cacao et de caféier sont les plus anciennes. On peut distinguer trois périodes d'installation de ce binôme dans la zone. On note également que la majorité de ces plantations de cacao et de caféier ont été installées avant la décennie de crise c'est-à-dire avant 2002 (âge de la plantation > 15 ans), les plantations datant de la période de crise (âge de la plantation < 15 ans) et les plantations nées après la crise (âge de la plantation < 5 ans). Quant à l'hévéa, il existait dans la zone avant la crise mais en moindre proportion. Sa proportion a augmenté pendant et après la crise. Culture venant du nord de la Côte d'Ivoire, l'anacarde a fait son apparition dans la zone pendant la crise (entre 2002 et 2011) et est devenue une culture importante après la crise (après 2011). Contrairement aux binômes café-cacao, l'anacarde est une culture relativement jeune.

Précédent culturel des principales cultures pérennes

Il ressort des enquêtes que les plantations cacaoyères/caféières nées avant la crise ont été mises en place après déforestation. Celles datant de la période de crise (2002-2011) ont été installées dans la forêt en grande proportion mais aussi dans la jachère et les vieilles plantations. Après la crise, les plantations de caféier-cacaoyer proviennent majoritairement des vieilles plantations. L'hévéa et l'anacarde, qui ont pris de l'importance dans la zone pendant et après la crise ont été installés dans la jachère et dans les vieilles plantations de caféiers et de cacaoyers (Figure 6).

Relation entre modalité d'accès à la terre et période de création des plantations

La figure 7 présente les principales modes d'accès à la terre en fonction des différentes périodes (avant la crise, pendant la crise et après la crise). Les enquêtes ont révélé que les principaux modes d'accès à la terre dans la zone d'étude sont articulés autour de l'héritage, l'achat, la donation et la location. Avant la crise de 2002, la majorité des parcelles ont été acquises en ordre décroissant par héritage, achat, donation et location. Pendant la période de crise c'est-à-dire entre 2002 et 2011, certaines formes anciennes de transactions telles que la donation et la location presque ou quasiment disparu. L'achat a pris de l'ampleur pendant cette période avec un taux d'environ 70%. Après la crise c'est-à-dire qu'à partir de 2012, les autres formes de transactions (location, donation), ont totalement disparu. Par contre, ceux qui ont de nouvelles parcelles, ont hérité, environ 80% des planteurs pour certains et seulement 20% des parcelles ont été acquises par achat pour d'autres (Figure 7).

Discussion

Occupation du sol à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

En Afrique, les ressources naturelles protégées sont généralement sujettes à des pressions anthropiques qui concourent à leur dégradation. Par ailleurs l'existence des pressions sur ces espaces protégés sous-entend que les ressources naturelles à la périphérie de ceux-ci seraient en voie d'épuisement. Les traitements numériques d'images satellites couvrant la périphérie de la FCHS ont fait ressortir le comportement des occupations du sol de celle-ci dans le temps. Les périodes allant de 1990 à 1997 et 1997 à 2002 sont marquées par un recul de la forêt, une progression des surfaces de cultures et, de sol nu et habitat à la périphérie de la FCHS. Cette configuration obéit à la logique d'installation et

d'expansion des exploitations agricoles à la périphérie de la FCHS. En effet, installées autour des années 70 à la périphérie de la FCHS, les populations colonisent peu à peu le milieu en y installant des exploitations agricoles au détriment des surfaces forestières. Ce recul des surfaces forestières est intense hors des limites administratives de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 pour la mise en place des plantations de rente, notamment le café et le cacao (18). Ce mouvement agricole est le fait des migrants qui arrivent en masse pour exploiter cette nouvelle manne que constitue la forêt (13). Les espaces forestiers, de petites tailles observés avant 2002 à la périphérie de la FCHS doivent leur existence à la nature impropre de leurs sols (18). La succession de crises politico-militaires qu'a connue la Côte d'Ivoire à partir de septembre 2002 ne permettait pas toujours à l'État ivoirien d'étendre son autorité sur les espaces protégés, favorisant par conséquent une infiltration massive de la population dans ces espaces. Ce fut le cas de la forêt classée du Haut-Sassandra située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire (1, 2, 11, 12, 22, 26). Cette convergence des populations riveraines à l'intérieur de la FCHS pourrait expliquer la reprise des surfaces forestières à sa périphérie constatées pendant les périodes de 2002-2006 et 2006-2016. En effet, la surface forestière qui accusait des pertes de 8,8% et 56% respectivement entre 1990-1997 et 1997-2002, reprend peu à peu en superficie avec un taux de 8,2% entre 2002-2006 et 17,6% entre 2006-2016. Cette reprise de la forêt à la périphérie à ces périodes est suivie d'une régression des cultures pérennes et, d'une progression des surfaces de cultures et jachère et, Sol nu et habitat. Cette régression des cultures pérennes pourrait s'expliquer d'abord par le vieillissement de ces cultures pérennes étant donné que la plus ancienne installation humaine légale à la périphérie date de 1975 (18) puis, la baisse des précipitations suivie de la baisse de la fertilité des sols (5, 15, 16, 17), mais aussi par l'apparition du Swollen shoot en 2003 dans cette zone (9).

Les enquêtes ont révélé qu'à cause de cette maladie qui touche essentiellement les cacaoyers, plusieurs parcelles de cultures pérennes à majorité cacaoyère ont été réduites à l'état de jachère. Ainsi d'un espace anciennement colonisé par les cultures pérennes, l'on est passé à une association cultures et jachère comme occupation du sol dominante.

Utilisation et mode d'accès à la terre à la périphérie de la FCHS

Les enquêtes ont révélé que les terres des villages riverains de la FCHS enquêtés sont principalement occupées par les cultures, notamment pérennes et vivrières. Leur taux d'occupation s'élève à 80%. Ce taux de recouvrement des cultures pourrait indiquer une saturation foncière.

En effet, ce taux de recouvrement se rapproche de

92%, par Kangah *et al.* (8) dans le terroir villageois Odjoukrou, à l'Ouest d'Abidjan. Ces derniers ont, ainsi, conclu que ce terroir était en situation de saturation foncière. Avec un taux de 20%, les réserves de terres sont constituées, à majorité, de jachères qui tirent leur origine de vieilles plantations de cacaoyers abandonnées. Celles-ci sont moins propices au développement de cultures que les forêts dont les sols présentent la meilleure fertilité naturelle. Ces résultats sont similaires à ceux de Koumé (13). Ces derniers montrent qu'en zone rurale du parc national de Taï, les réserves de terres constituées de jachères sont moins propices à la cacaoculture. Les parcelles mises en culture sont principalement dominées par les cultures pérennes, notamment par les cultures historiques que sont le Cacao et le Café. Les cultures vivrières (igname, maïs, manioc etc.) sont généralement, associées aux jeunes plants de cultures pérennes. Ces cultures contribuent à la sécurisation des ménages, ce qui corrobore les résultats de Lawali (14). Selon ce dernier, les cultures maraîchères et fruitières, la canne à sucre, le manioc sont autant de cultures qui contribuent à la sécurisation des ménages et préservent les terres des spéculations. De même pour lui, l'association des céréales et des légumineuses permettent de diversifier la production et améliorer les rendements. Dans la zone d'étude, les premières plantations commerciales (cacao, café) sont très anciennes. La présence des jeunes plantations est due au renouvellement des anciennes plantations âgées de plus de 25 ans et qui se détériorent (10). En effet, dans la zone d'étude, la majorité des vergers sont très anciens et ils ont été également abandonnés pendant la décennie de crise politico-militaire qui a lieu en Côte d'Ivoire. Les vieilles plantations reçoivent moins d'investissement en termes d'entretien ou d'utilisation d'intrants et cela affecte les rendements agricoles de ces vergers. Face à cette contrainte, certains planteurs font la conversion d'importantes superficies de cacao en anacarde ou hévéa, car estimant que l'anacarde résiste mieux aux aléas climatiques et sert d'ombrage aux jeunes plants de cacao.

Aussi, d'autres planteurs font la culture de l'hévéa pour marquer leur terre avec cette plante (23). Les résultats de l'enquête ont révélé que les anciennes plantations de cultures pérennes comme le cacaoyer et le caféier ont été installées après défriche de la forêt, ce qui corrobore les travaux de certains auteurs (6, 7, 20, 21), qui ont montré dans leur travaux que les anciennes plantations cacaoyères ont pour précédent cultural la forêt. Avec l'accentuation de la régression de la forêt engendrée par la crise politico-militaire de 2002, les nouvelles cultures (hévéa, anacarde) apparues dans la zone trouvent refuge majoritairement dans la jachère et dans les vieilles plantations et rarement dans la forêt.

Les populations autochtones et allochtones,

installées à la périphérie de la FCHS depuis le temps de l'indépendance du pays, exercent un droit d'utilisation pérenne de la terre. Les chefs de ménages en âge avancé, cèdent leurs plantations aux enfants ayant été à leur côté durant la gestion de ces plantations. Ce fait justifie le taux très élevé de terres obtenues par héritage avant la crise de 2002. Le taux d'achat élevé constaté pendant la période de crise pourrait s'expliquer par une crise économique au niveau des ménages détentrices de parcelles de terres et, à une non réglementation de ces ventes de terres. En effet, avec un taux de pauvreté déjà élevé, la crise politico-militaire a considérablement amoindri les moyens financiers des ménages dans cette partie de la Côte d'Ivoire. Lesquels ménages marchandent une partie de leur terre. Aussi, cette situation de précarité engendre la vente des terres dans un cadre illégale. Un constat similaire a été fait par Babo et Droz (3) dans le département de Tabou au sud-ouest de la Côte d'Ivoire où les jeunes du village de Besséréké ont vendu une portion de terre sans l'accord des propriétaires terriens dudit village. La disparition des modes d'accès que sont la location et de la donation, après la crise (à partir de 2012), pourrait s'expliquer par une rareté de terres cultivables qui se fait progressivement ressentir dans cette zone.

Conclusion

La forte pression humaine constatée au niveau de la forêt classée du Haut-Sassandra est identique à celle exercée à la périphérie de cette forêt. La pression humaine à la périphérie de la FCHS déjà très élevée en 1990 (3/4 de la superficie totale de la périphérie en cultures) s'est accentuée au point où en 2016, les surfaces cultivées occupent près de 80% de la périphérie. Les plantations, autrefois, consacrées, exclusivement, au binôme café-cacao sont, aujourd'hui, associées aux cultures vivrières ou converties en cultures d'anacarde et d'hévéa. Le taux de recouvrement des cultures associées à une faible proportion de réserves de terre constituées à majorité de vieilles plantations est un indicateur de la situation de saturation foncière auquel la zone riveraine de cette forêt est confrontée.

Ce manque de terres, dans la zone, a entraîné une disparition des modes d'acquisition de terres que sont la location ou de la donation. De nombreuses superficies forestières sont détruites régulièrement à des fins agricoles. Cette situation s'est empirée avec la décennie de crise militaro-politique de 2002 à 2012. La périphérie de ces zones forestières, en effet, n'ont pas échappé aux conséquences désastreuses de cette crise.

Pour des études postérieures, il importe de définir les différentes stratégies d'adaptations ou de contournement mises en place par les paysans pour faire face à la rareté de la terre dans la zone rurale de la FCHS afin de garantir la sécurité alimentaire dans cette zone.

Références bibliographiques

1. Assalé A. A. Y., Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Kouakou A.T.M. & Bogaert J., 2016, Agents de dégradation d'une aire protégée après une décennie de conflits en Côte d'Ivoire: cas de la forêt classée du Haut-Sassandra, *Int. J. Innov. Sci. Res.*, **2**, 123-133.
2. Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Bamba I., Sangne Y.C., Godron M., Andrieu J. & Bogaert J., 2016, Cocoa crops are destroying the forest reserves of the classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast), *Glob. Ecol. Cons.*, **8**, 85-98.
3. Babo A., & Droz Y., 2008, Conflits fonciers. De l'ethnie à la nation. *Cahiers d'études africaines*, **4**, 741-764.
4. Cambrézy L. & Magnon Y., 2012, *La question foncière en milieu rural*. 109-128.
5. Colin J-P., 1990, *La dynamique des systèmes productifs agricoles en basse Côte d'Ivoire*. In: *Dynamique des systèmes agraires, la dimension économique*. Paris: ORSTOM et CNRS, pp. 165-190.
6. Dehevels O., 2007, *Dynamiques de plantation-replantation cacaoyères en Côte d'Ivoire: comparaison de choix techniques avec Olympe. Modélisation économique des exploitations agricoles : modélisation, simulation et aide à la décision avec le logiciel Olympe*. L'Harmattan, Paris, 49-61.
7. Freud E.H., Petithuguenin P. & Richard J., 2000, Les champs du cacao. Un défi de compétitivité Afrique-Asie – Ed. Karthala-Cirad, 216 p.
8. Kangah A., KONAN K.E., Alla A.D. & Ouattara M.A., 2016, Cartographie par télédétection et analyse de l'influence Des activités agricoles dans le terroir villageois odjoukrou (A l'Ouest d'Abidjan, Côte d'Ivoire), *RegardSud*, **29**, 15 p
9. Kébé B. & N'guessan K.F., 2003, *Rapport de la mission de prospection du swollen shoot*. 11 – 13 Septembre 2003. C.N.R.A –Divo, 7 pp.
10. Keli Z.J., Assiri A.A., 2001, *Essai de bilan et perspectives des systèmes de cultures associées à base de plantes pérennes en Côte d'Ivoire*. i: Conférence sur l'Avenir des Cultures Pérennes : Investissement et durabilité en zones tropicales humides, 5-9 Novembre 2001, Yamoussoukro (Côte d'Ivoire) – CD Rom.
11. Kouakou A.T.M., Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Kouamé N.F., Bogaert J. & Kouadio Y.J., 2015, Forest Dynamics in the North of the Classified Forest of Haut-Sassandra During the Period of Armed Conflicts in Ivory Coast, *Am. J. Life Sci.*, **3**, 5, 375-382.

12. Kouakou K.A., Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Sangne Y.C., Bamba I. & Kouamé N.F., 2015, Diversité végétale post-conflits armés de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire), *J. An. Plant Sci.*, **2**, 4058-4071.
13. Kouamé F.N.G., 1998, *Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte-d'Ivoire)* (Doctoral dissertation).
14. Lawali M.S., 2011, *Dynamique des transactions foncières et vulnérabilité rurale au Niger: cas des communes rurales de Tchadoua et Yaouri*. Thèse de doctorat. Université de Liège, Belgique, Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, 266 p.
15. Léonard E., 1997, *La reproduction de la société agraire dans la région de Sassandra*. In Guillaume A., Ibo J. & Koffi N.G., «*Croissance démographique, développement agricole et environnement à Sassandra*», ORSTOM, pp. 137-160.
16. Léonard E., Vimard P., 2005, *Crises et recompositions d'une agriculture pionnière en Côte d'Ivoire*. Paris, IRD-Karthala, 368 p.
17. Mollard E., 1993, La différenciation spatiale de l'économie de plantation. *Mappemonde*, **2**, 45-47.
18. Oszwald J., 2005, *Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) suivie 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.
19. Ruf F., 1991, Les crises cacaoyères. La malédiction des âges d'or? (Cocoa Crises: The Bust after the Boom?). *Cahiers d'études africaines*, 83-134.
20. Ruf F., 2000, Déterminants sociaux et économiques de la replantation. *OCL - Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, **7**, 2, 189-196.
21. Ruf F. & Allagba K., 2001, *Décisions de plantation et replantation cacaoyères. Le cas des migrants Baoulés à Oumé (Côte d'Ivoire)*. In: *Conférence sur l'Avenir des Cultures Pérennes: Investissement et durabilité en zones tropicales humides*, 5-9 Novembre 2001, Yamoussoukro (Côte d'Ivoire) – CD Rom.
22. Sangne Y.C., Barima Y.S.S., Bamba I., & N'Doumé C.T., 2015, Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire), *Vertigo*, **15**, 3.
23. Tano M., 2012, Conflits fonciers et stratégies de sécurisation foncière au Sud-ouest ivoirien (Land conflicts and strategies for land securing in Southwestern Ivory Coast), *Bull. Assoc. Geogr. Français.*, **89**, 3, 486-498.
24. Varlet F., Kouamé G., Caspary H.U., Shippam K. & Lago B., 2013, *Étude de la production de Cacao en zone riveraine du parc national de Taï*. Rapport final, 184 p.
25. Wanlin P., 2007, L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens: une comparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels. *Recherches qualitatives*. **3**, 243-272.
26. Zanh G.G., Barima Y.S.S., Kouakou K.A. & Sangne Y.C., 2016, Usages des produits forestiers non-ligneux selon les communautés riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire), *Int. J. Pure App. Biosci.*, **4**, 5, 212-225.

Zanh G.G., Ivoirienne, Doctorante, Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Daloa, Côte d'Ivoire.

Koua K.A.N., Ivoirien, Doctorant, Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Daloa, Côte d'Ivoire.

Kouakou K.A., Ivoirien, Doctorant, Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Daloa, Côte d'Ivoire.

Barima Y.S.S., Ivoirien, PhD, Enseignant-chercheur, Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Daloa, Côte d'Ivoire.