



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 : 027

**CANDIDAT**

Nom : ASSALE

Prénoms : Adjo Annie Yvette

Soutenue publiquement  
le 05 Décembre 2020

**THESE**

**Pour l'obtention du grade de Docteur de  
l'Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Mention : Ecologie, Biodiversité et Evolution**

**Spécialité : Ecologie Végétale**

**Dynamique des services écosystémiques fournis par  
les plantes d'une forêt domaniale : cas de la forêt  
classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte  
d'Ivoire)**

**JURY**

**Président : Monsieur KOUADIO Yatty Justin, Professeur Titulaire,  
Université Jean Lorougnon Guede**

**Directeur : Monsieur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de Conférences,  
Université Jean Lorougnon Guede**

**Rapporteur : Madame TIEBRE Marie-Solange, Professeur Titulaire,  
Université Félix Houphouët-Boigny**

**Examineur : Monsieur AKAFFOU Doffou Sélastique, Maître de  
Conférences, Université Jean Lorougnon Guede**

**Examineur : Madame KOULIBALY Annick Victoire, Maître de  
Conférences, Université Jean Lorougnon Guede**

**TABLE DES MATIERES**

	Pages
DEDICACE.....	ix
REMERCIEMENTS .....	xi
LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET ACRONYMES .....	xiii
LISTE DES TABLEAUX.....	xv
LISTE DES FIGURES.....	xviii
LISTE DES ANNEXES .....	xxii
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	7
Chapitre 1 : Notion d'écosystèmes et de services écosystémiques .....	8
1.1 Ecosystèmes.....	8
1.1.1 Définition et typologie des écosystèmes .....	8
1.1.2 Facteurs de changement des écosystèmes .....	9
1.1.2.1 Facteurs directs de changement des écosystèmes .....	9
1.1.2.2 Facteurs indirects de changement des écosystèmes .....	10
1.1.3 Notion de valeur économique totale d'un écosystème .....	12
1.1.3.1 Valeur d'usage.....	13
1.1.3.2 Valeur de non usage .....	14
1.2 Services écosystémiques.....	15
1.2.1 Origine et évolution du concept de services écosystémiques.....	15
1.2.2 Typologie des services écosystémiques .....	17
1.2.2.1 Services d'approvisionnement .....	18
1.2.2.2 Services de régulation .....	18
1.2.2.3 Services socioculturels .....	19

## Table des matières

---

1.2.2.4 Services de soutien .....	19
1.2.3 Evaluation des services écosystémiques .....	20
1.2.3.1 Objectifs de l'évaluation des services écosystémiques .....	21
1.2.3.2 Etat de l'art sur l'évaluation des services écosystémiques en Côte d'Ivoire.....	22
1.2.3.3 Méthodes d'évaluation des services écosystémiques .....	23
1.2.3.3.1 Evaluation biophysique des services écosystémiques .....	23
1.2.3.3.2 Evaluation socioculturelle des services écosystémiques .....	24
1.2.3.3.3 Evaluation économique des services écosystémiques .....	25
1.2.3.4 Limites des méthodes d'évaluation des services écosystémiques.....	30
Chapitre 2 : Généralités sur la forêt classée du Haut-Sassandra .....	32
2.1 Situation géographique .....	32
2.2 Historique de création .....	32
2.3 Caractéristiques abiotiques .....	34
2.3.1 Relief et sol.....	34
2.3.2 Climat .....	34
2.3.3 Hydrographie.....	35
2.4 Caractéristiques biotiques .....	36
2.4.1 Flore et végétation .....	36
2.4.2 Faune .....	36
2.5 Populations riveraines et activités socioéconomiques .....	37
PARTIE II : MATERIEL ET METHODES .....	39
Chapitre 3 : Matériel .....	40
3.1 Matériel biologique.....	40
3.2 Matériel technique .....	40
3.2.1 Images satellitaires .....	40
3.2.2 Données d'archives .....	41
3.2.3 Matériel de collecte des données.....	41

## Table des matières

---

3.2.4 Matériel de traitement des données .....	41
Chapitre 4 : Méthodes .....	42
4.1 Détermination des dynamiques spatiotemporelles de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019.....	42
4.1.1 Cartographie de l'utilisation du sol en 2000 et en 2019.....	42
4.1.1.1 Extraction de la zone d'étude et réalisation de la composition colorée .....	42
4.1.1.2 Classification supervisée des images .....	43
4.1.1.3 Détermination de la précision cartographique et validation des classifications .....	44
4.1.2 Détermination de la dynamique de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019 .....	45
4.2 Détermination des services de support de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019 .....	46
4.2.1 Méthodes de collecte des données .....	46
4.2.1.1 Choix des sites d'échantillonnage .....	46
4.2.1.2 Méthodes d'inventaire floristique.....	47
4.2.2 Méthodes d'analyse des données floristique .....	49
4.2.2.1 Diversité floristique .....	49
4.2.2.2 Composition floristique .....	52
4.2.2.3 Diversité structurale du peuplement .....	54
4.3 Estimation de certains services de régulation fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019.....	55
4.3.1 Estimation du taux de carbone séquestré .....	55
4.3.1.1 Estimation de la biomasse de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	56
4.3.1.1.1 Estimation de la biomasse de la forêt classée du Haut-Sassandra par hectare.....	56
4.3.1.1.2 Estimation de la biomasse totale de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019 .....	58
4.3.1.2 Estimation du taux de carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra.....	59

## Table des matières

---

4.3.1.2.1 Estimation du taux de carbone séquestré par hectare .....	59
4.3.1.2.2 Estimation du taux de carbone séquestré à l'échelle de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019 .....	59
4.3.2 Détermination de la valeur monétaire du carbone séquestré.....	59
4.4 Détermination des services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019.....	61
4.4.1 Détermination des services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra au Gestionnaire en 2000 et 2019 .....	61
4.4.1.1 Méthode de collecte des données .....	61
4.4.1.2 Méthodes d'analyse des données .....	61
4.4.1.2.1 Diversité floristique des essences exploitées en 2000 et 2019 .....	61
4.4.1.2.2 Composition floristique des essences exploitées en 2000 et 2019 .....	61
4.4.1.2.3 Volume et valeur économique du bois d'œuvre exploité en 2000 et 2019 ....	62
4.4.2 Détermination des services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines en 2000 et 2019.....	62
4.4.2.1 Méthode de collecte des données .....	62
4.4.2.1.1 Choix des localités enquêtées.....	62
4.4.2.1.2 Taille de l'échantillon.....	63
4.4.2.1.3 Administration du questionnaire aux ménages .....	64
4.4.2.2 Méthode d'analyse des données.....	65
4.4.2.2.1 Détermination des espèces de la forêt classée du Haut-Sassandra utilisées par les populations en 2000 et 2019.....	65
4.4.2.2.2 Détermination des services d'approvisionnement fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	66
4.4.2.2.3 Détermination du bilan de 2000 à 2019 des pertes et gains d'espèces citées pour chaque type de service d'approvisionnement.....	66
4.4.2.2.4 Détermination de la répartition des services d'approvisionnement fournis en 2000 et 2019 entre les couches socioculturelles .....	67
4.4.3 Détermination de la valeur économique des espèces agricoles cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines.....	67

## Table des matières

---

4.4.3.1	Méthode de collecte de données.....	67
4.4.3.2	Quantification des fèves de cacao et de la banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra .....	68
4.4.3.3	Détermination de la valeur économique de la production cacaoyère et de banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra .....	68
4.4.4	Détermination de la valeur économique totale de certains services d’approvisionnement fournis par la FCHS au gestionnaire et aux populations riveraines .....	69
PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....		70
Chapitre 5 : Dynamiques de l’utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....		71
5.1	Utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019.....	71
5.1.1	Description des types d’utilisation du sol en 2019.....	71
5.1.1.1	Classe forêt.....	71
5.1.1.2	Classe jachère.....	72
5.1.1.3	Classe culture .....	73
5.1.1.4	Classe sol nu et habitations .....	73
5.1.2	Validation des cartes d’utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	74
5.1.3	Composition de l’utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	74
5.2	Changements opérés entre les différentes classes d’utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra entre 2000 et 2019 .....	77
Chapitre 6 : Services de soutien de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019.....		80
6.1	Diversité floristique.....	80
6.1.1	Richesse floristique .....	80
6.1.2	Diversité spécifique.....	83
6.1.3	Ressemblance floristique.....	83
6.2	Composition floristique.....	84
6.2.1	Types morphologiques .....	84
6.2.2	Répartition phytogéographique des espèces .....	85

## Table des matières

---

6.2.3	Espèces à statut particulier .....	87
6.2.4	Espèces de bois d'œuvre .....	88
6.3	Diversité structurale .....	92
6.3.1	Densité des espèces .....	92
6.3.2	Aire basale.....	93
6.3.3	Distribution des individus par classe de diamètre .....	93
Chapitre 7 : Services de régulation fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019 .....		96
7.1	Carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra .....	96
7.1.1	Biomasse de la forêt classée du Haut-Sassandra.....	96
7.1.1.1	Biomasse aérienne, souterraine et totale de la forêt classée du Haut-Sassandra par hectare.....	96
7.1.1.2	Biomasse totale de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019 .....	98
7.1.2	Carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra.....	98
7.1.2.1	Carbone séquestré par hectare.....	98
7.1.2.2	Carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019.....	100
7.2	Valeur monétaire du carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra .....	101
7.2.1	Valeur monétaire du carbone séquestré par hectare .....	101
7.2.2	Valeur monétaire totale du carbone séquestré par la forêt classée du Haut- Sassandra... ..	101
Chapitre 8 : Services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....		103
8.1	Services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra au gestionnaire en 2000 et 2019 .....	103
8.1.1	Richesse des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	103
8.1.2	Composition floristique des espèces exploitées comme bois d'œuvre dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	104

---

8.1.3	Volume et valeur économique du bois exploité dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	105
8.2	Services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines en 2000 et 2019 .....	106
8.2.1	Caractéristiques socioculturelles des populations enquêtées .....	106
8.2.2	Services d’approvisionnement fournis en 2000 et 2019 .....	106
8.2.2.1	Cortège d’espèces floristiques utilisées par les populations riveraines.....	106
8.2.2.1.1	Richesse floristique.....	106
8.2.2.1.2	Espèces les plus citées par les populations riveraines en 2000 et 2019 .....	108
8.2.2.2	Typologie des services d’approvisionnement fournis par les espèces végétales.....	109
8.2.2.3	Cortège d’espèces végétales utilisées par les populations pour chaque type de service .....	110
8.2.2.4	Bilan des pertes et gains d’espèces utilisées pour chaque type de service d’approvisionnement.....	115
8.2.3	Répartition des services d’approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019 entre les couches socioculturelles.....	116
8.2.4	Valeur monétaire des espèces cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	117
8.2.4.1	Principales espèces cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	117
8.2.4.2	Quantité de fèves de cacao et de banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019.....	118
8.2.4.3	Valeur monétaire des fèves de cacao et de la banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019.....	119
8.3	Valeur monétaire totale des espèces agricoles cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019.....	120
Chapitre 9 : Discussion .....		121
9.1	Dynamiques de l’utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019	



## Table des matières

---

9.2 Variation par biotope des services de soutien fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra	122
9.3 Variation par biotope des services de régulation fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra .....	124
9.4 Variation des services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019 .....	125
9.4.1 Variation des services d’approvisionnement fournis au Gestionnaire .....	125
9.4.2 Variation des services d’approvisionnement fournis aux populations riveraines ....	126
9.5 Variation de la valeur pécuniaire des ressources tirées de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019 .....	131
CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES .....	134
REFERENCES .....	139
ANNEXES	
PUBLICATION	

**DEDICACE**

*A la famille ASSALE*

## **AVANT-PROPOS**

La présente étude a bénéficié du soutien du Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire (PASRES). Les différents travaux ont été possibles grâce à la collaboration de la Société de Développement des Forêts (SODEFOR) qui a autorisé l'accès à la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS). Cette étude a également bénéficié de l'appui technique du Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement (GRIEPE).

## **REMERCIEMENTS**

Nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de cette thèse.

Nous remercions l'équipe dirigeante de l'université Jean Lorougnon Guede (UJLoG) avec à sa tête la Présidente, le Professeur TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE. Nos remerciements vont également à l'endroit du Professeur KONE Tidiani, Vice-Président chargé de la Pédagogie, de la Recherche, de la Vie universitaire et de l'Innovation Technologique et du Professeur AKAFFOU Doffou Sélastique, Vice-Président chargé de la Planification, de la Programmation et des Relations Extérieures pour leur dévouement à la formation des étudiants.

Nous remercions tout le personnel administratif de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) Environnement, en particulier au Directeur, le Docteur KOUASSI Kouakou Lazarre, Maître de Conférences, pour le bon déroulement de nos travaux dans cette institution.

Notre reconnaissance va à l'endroit du Directeur du laboratoire Biodiversité et Ecologie Tropicale auquel nous appartenons, le Docteur KOFFI Béné Jean Claude, Maître de Conférences, pour tous ses conseils depuis notre formation en Master et pour avoir initié la formation en Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes.

Nos remercions particulièrement le Docteur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de Conférences, Directeur Scientifique de cette thèse, pour sa rigueur scientifique qui nous a aidé à la réalisation de ce document. Sa disponibilité, son esprit d'ouverture et ses conseils ont permis à beaucoup d'entre nous de lui emboîter le pas dans la recherche.

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux rapporteurs de cette thèse, pour leur contribution à l'amélioration du document. Il s'agit des Professeurs N'GUESSAN Kouakou Edouard et TIEBRE Marie-Solange et du Docteur KOUAME Djaha, Maître de Conférences.

Nous disons merci aux membres du jury de la soutenance qui ont fait sien le présent mémoire de sorte à rehausser la qualité du document. Il s'agit des Professeurs KOUADIO Yatty Justin et TIEBRE Marie-Solange ainsi que des Docteurs BARIMA Yao Sadaïou Sabas, AKAFFOU Doffou Sélastique et KOULIBALY Annick Victoire, Maîtres de Conférences.

Nos remerciements vont aussi à l'endroit de tous les membres du GRIEPE, pour nous avoir suivi durant cette thèse. Il s'agit des Docteurs, Maître de Conférences SANGNE Yao Charles et

## Remerciements

---

BAMBA Issouf, Maître Assistant KPANGUI Kouassi Bruno et Assistants N'GOURAN Kobenan Pierre, KOFFI N'Guessan Achile, KOUAKOU Akoua Tamia Madeleine épouse ATSIN et KOUAKOU Kouassi Apollinaire. Notre gratitude va également à l'endroit de Messieurs KOUA Kadio Attey Noel, KOUMAN Kouame Jean Marc et Mesdemoiselles ZANH Golou Gizèle et TIMITE Nakouana, pour leur soutien.

Nous remercions également tous les étudiants qui ont effectué leur stage de Master au GRIEPE, particulièrement Messieurs KAMBIRE Beh, KONAN Damo Gislain, AKAFFOU Tangui, BLEU Kamin Deffan Christ Richmond et ADIKO Anombrou Franck Anderson pour leur contribution à la collecte des données de terrain.

Nous disons merci à tous les membres de notre famille qui n'ont jamais cessé de nous faire confiance et de nous apporter leur soutien spirituel, financier et moral. Qu'ils reçoivent ici notre reconnaissance sincère pour tous les efforts consentis.

Notre gratitude va également à l'endroit de Monsieur ZAMBLE Bi Zamblé Hubert pour sa patience, son soutien moral et financier qui ont été pour nous une aide précieuse.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Monsieur KROU Marcel, notre tuteur à Daloa et toute sa famille, pour l'hospitalité et leurs différentes prières.

Nous remercions particulièrement Messieurs ATCHO Konan Julien, KELY Maley Roger et N'DO Bi Boly Valérie ainsi que Mademoiselle KONAN Amino Anne Marie pour leur amitié depuis le début de notre cursus universitaire.

Nous disons merci à tous les étudiants inscrits en Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes qui, par leurs encouragements et conseils, ont permis la réalisation de ce travail.

Enfin, nous adressons nos profonds remerciements aux populations des villages riverains de la forêt classée du Haut-Sassandra pour le bel accueil et leur participation active aux activités de terrain.

**LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET ACRONYMES**

ACM	:	Analyse des Correspondances Multiples
AGB	:	Biomasse aérienne
BGB	:	Biomasse souterraine
CAS	:	Centre d'Analyse Stratégique
CBD	:	Convention de la Diversité Biologique
CGDD	:	Commissariat Général au Développement Durable
CICES	:	Classification Internationale Commune des Services Ecosystémiques
CREDOC	:	Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie
DEFRA	:	Département de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales
EFESE	:	Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques
ETM+	:	Mappeur Thématique d'Amélioration
EVRI	:	Inventaire de Référence de l'Evaluation Environnementale
FAO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FCHS	:	Forêt Classée du Haut-Sassandra
FRB	:	Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
GCI	:	Espèce endémique de la Côte d'Ivoire
GCSZ	:	Espèces des zones Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne
GCW	:	Espèce endémique de l'Afrique de l'Ouest
GIEC	:	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIZ	:	Agence Allemande de Coopération Internationale
GPS	:	Système de Positionnement Global
GRIEPE	:	Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement
HG	:	Espèce endémique aux forêts de la région de Haute Guinée
I	:	Espèce introduite
IPBES	:	Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Ecosystémiques
L	:	Liane
MDP	:	Mécanismes de Développement Propre
MEA	:	Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire

## Liste des sigles, abréviations et acronymes

---

MEDD	:	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
OCDE	:	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OLI	:	Imageur terrestre opérationnel
PASRES	:	Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire
PNUE	:	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
REDD	:	Réduire les Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts
SIFCI	:	Société Industrielle Forestière de Côte d'Ivoire
SODEFOR	:	Société de Développement des Forêts
TEEB	:	Économie des Ecosystèmes et de la Biodiversité
TIRS	:	Capteur Infrarouge Thermique
TM	:	Cartographe Thématique
UFR	:	Unité de Formation et de Recherche
UICN	:	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UJLoG	:	Université Jean Lorougnon Guede
VET	:	Valeur Economique Totale
WBCSD	:	Conseil Mondial des Entreprises pour le Développement Durable
WRI	:	Institut des Ressources Mondiales

**LISTE DES TABLEAUX**

	Pages
<b>Tableau I</b> : Biens et services écosystémiques fournis par différents écosystèmes .....	17
<b>Tableau II</b> : Quelques exemples d'indicateurs biophysiques (MEA, 2005a) .	25
<b>Tableau III</b> : Liste des grands mammifères recensés dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 1993, 2009 et 2019 .....	37
<b>Tableau IV</b> : Affinités chorologiques des espèces .....	53
<b>Tableau V</b> : Matrice de confusion (%), précision globale (%) et coefficient Kappa évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2000 de la forêt classée du Haut-Sassandra ...	76
<b>Tableau VI</b> : Matrice de confusion (%), précision globale (%) et coefficient Kappa évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2019 de la forêt classée du Haut-Sassandra ...	76
<b>Tableau VII</b> : Matrice de transition des classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019 .....	78
<b>Tableau VIII</b> : Nombre d'espèces, de genres et de familles dans les différentes classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra.	80
<b>Tableau IX</b> : Indices de diversité calculés dans les différentes classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	83
<b>Tableau X</b> : Indice de similarité calculés entre les différentes classes d'occupation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	84
<b>Tableau XI</b> : Proportion des espèces à statut particulier recensées dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	87
<b>Tableau XII</b> : Nombre d'espèces, de genres et de familles des essences de la forêt classée du Haut-Sassandra couramment exploitées .....	88
<b>Tableau XIII</b> : Proportions (%) des catégories d'espèces à forte valeur commerciale par biotopes .....	88



## Liste des tableaux

---

<b>Tableau XIV</b>	: Liste des espèces de bois d’œuvre inventoriées dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	89
<b>Tableau XV</b>	: Indices de diversité calculés des espèces commerciales présentes dans les parcelles inventoriées de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	91
<b>Tableau XVI</b>	: Matrice de similarité des espèces exploitables présentes dans les différents types d’utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	91
<b>Tableau XVII</b>	: Taux de carbone total séquestré dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019.....	100
<b>Tableau XVIII</b>	: Valeur monétaire du carbone séquestré dans la forêt classée du Haut-Sassandra par unité de surface dans chaque type de biotope..	101
<b>Tableau XIX</b>	: Valeur monétaire totale de la forêt classée du Haut-Sassandra estimée à partir du carbone séquestré .....	102
<b>Tableau XX</b>	: Richesse des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	103
<b>Tableau XXI</b>	: Catégories et statut de conservation des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	105
<b>Tableau XXII</b>	: Volume et valeur économique du bois exploité dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	105
<b>Tableau XXIII</b>	: Richesse floristique des espèces végétales issues de la forêt classée du Haut-Sassandra utilisées par les populations riveraines	107
<b>Tableau XXIV</b>	: Espèces végétales les plus utilisées en 2000 et 2019 par les populations riveraines .....	108
<b>Tableau XXV</b>	: Espèces les plus utilisées par les populations riveraines de la forêt classée en 2000 et 2019 dans la médecine traditionnelle, les affections traitées et leur fréquence de citation .....	112
<b>Tableau XXVI</b>	: Liste des espèces cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019 .....	118

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau XXVII</b> : Quantité de fève de cacao et de banane plantain cultivés dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	119
<b>Tableau XXVIII</b> : Valeur monétaire des fèves de cacao et de la banane plantain cultivé dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 ..	120
<b>Tableau XXIX</b> : Valeur monétaire totale des services d’approvisionnement de la forêt classée du Haut-Sassandra évaluée en 2000 et 2019 .....	120

**LISTE DES FIGURES**

	Pages
<b>Figure 1</b> : Illustration de la valeur économique totale d'un écosystème .....	13
<b>Figure 2</b> : Représentation schématique du cadre conceptuel WAL-ES (Modifié selon Maebe <i>et al.</i> (2015)) .....	21
<b>Figure 3</b> : Localisation de la forêt classée du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire .....	33
<b>Figure 4</b> : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1989 à 2019 .....	35
<b>Figure 5</b> : Répartition spatiale des points de départ des transects inventoriés dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	48
<b>Figure 6</b> : Représentation schématique des placettes sur un transect .....	48
<b>Figure 7</b> : Localisation des localités enquêtées à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	63
<b>Figure 8</b> : Administration de questionnaire dans un village riverain de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	64
<b>Figure 9</b> : Sous-bois d'une forêt dans la forêt classée du Haut-Sassandra.....	72
<b>Figure 10</b> : Jachère dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	72
<b>Figure 11</b> : Cacaoyère dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	73
<b>Figure 12</b> : Sol nu et habitation dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	73
<b>Figure 13</b> : Cartes d'utilisation du sol de 2000 (gauche) et 2019 (droite) de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	75
<b>Figure 14</b> : Proportions des classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	77
<b>Figure 15</b> : Carte de changement des classes d'occupation de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019 .....	79
<b>Figure 16</b> : Proportion des classes de changements de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra entre 2000 et 2019 .....	79

## Liste des figures

---

<b>Figure 17</b> : Familles spécifiques les plus représentées dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	81
<b>Figure 18</b> : Familles spécifiques les plus représentées dans les différentes classes d'utilisation du sol de la forêts classée du Haut-Sassandra .....	82
<b>Figure 19</b> : Répartition des types morphologiques des espèces inventoriées dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	84
<b>Figure 20</b> : Répartition des types morphologiques des espèces recensées dans chaque type d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	85
<b>Figure 21</b> : Affinité chorologique des espèces recensées dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	86
<b>Figure 22</b> : Affinité chorologique des espèces recensées dans chaque type d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	86
<b>Figure 23</b> : Densité des espèces présentes dans les types d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	92
<b>Figure 24</b> : Aire basale des espèces inventoriées dans les différents biotopes de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	93
<b>Figure 25</b> : Distribution générale des individus par classes de diamètre dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	94
<b>Figure 26</b> : Distribution des individus par classes de diamètre dans les différents types de milieux inventoriés dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	95
<b>Figure 27</b> : Valeurs des biomasses aérienne, souterraine et totale dans les différents biotopes .....	97
<b>Figure 28</b> : Bilan des pertes de la biomasse des jachères et cacaoyères par rapport aux reliques forestières de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	97
<b>Figure 29</b> : Biomasse totale de chaque type d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	98
<b>Figure 30</b> : Taux de carbone aérien, souterrain et total séquestré par unité de surface dans les différents types d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	99

## Liste des figures

---

<b>Figure 31 :</b> Bilan des pertes du carbone des jachères et cacaoyères par rapport aux reliques forestières de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	100
<b>Figure 32 :</b> Fréquence des familles botaniques des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	104
<b>Figure 33 :</b> Proportion des enquêtés de la zone riveraine de la forêt classée du Haut-Sassandra selon leur origine .....	106
<b>Figure 34 :</b> Fréquence des familles botaniques des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	107
<b>Figure 35 :</b> Typologie des services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 aux populations riveraines .....	109
<b>Figure 36 :</b> Espèces végétales les plus utilisées pour l’alimentation en 2000 et 2019 par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	110
<b>Figure 37 :</b> Espèces végétales les plus utilisées pour la pharmacopée traditionnelle en 2000 et 2019 par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	111
<b>Figure 38 :</b> Fréquence de citation des espèces les plus utilisées dans l’artisanat par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	113
<b>Figure 39 :</b> Espèces les plus utilisées dans la construction par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	113
<b>Figure 40 :</b> Espèces les plus utilisées en 2000 comme bois de chauffe par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	114
<b>Figure 41 :</b> Espèce végétale utilisée en 2000 et 2019 pour l’emballage par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra .....	114
<b>Figure 42 :</b> Bilan des pertes et gains des services d’approvisionnement fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines .....	115

<b>Figure 43 :</b> Bilan des pertes et gains des services d’approvisionnement fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines .....	116
<b>Figure 44 :</b> Carte factorielle de distribution des services d’approvisionnement en fonction de l’origine des enquêtés et de l’année .....	117

**LISTE DES ANNEXES**

	Pages
Annexe 1 : Fiche d'enquête destinée aux populations riveraines .....	175
Annexe 2 : Liste des espèces végétales inventoriées dans la forêt classée du Haut-Sassandra .....	178
Annexe 3 : Liste des essences exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 .....	194
Annexe 4 : Liste des espèces végétales de la forêt classée du Haut-Sassandra utilisées par les populations riveraines et leurs usages.....	195

# **INTRODUCTION**



La notion d'écosystème se traduit comme étant un ensemble dynamique formé par une communauté d'êtres vivants (biocénose) en interrelation avec son environnement (biotope) (MEA, 2005a ; Commission Européenne, 2008 ; TEEB, 2008). Ces écosystèmes offrent différents bénéfices, « directs » et « indirects » par leur fonctionnement à la société. Ces bénéfices sont connus sous le vocable de « services écosystémiques » (Costanza *et al.*, 1997 ; MEA, 2005a ; Fisher & Turner, 2008 ; TEEB, 2008 ; IPBES, 2015 ; Maes *et al.*, 2016). En 2005, le Millenium Ecosystem Assessment (MEA), rassemblant plus de 1300 experts provenant de 95 pays, achevait d'entériner le concept de services écosystémiques et de propulser son essor hors des sphères scientifiques (MEA, 2005b). Il propose une typologie de quatre grandes catégories de services écosystémiques que sont les services de soutien, d'approvisionnement, de régulation et les services socioculturels (MEA, 2005a). Plusieurs personnes dépendent de ces services. Dans la plupart des pays en voie de développement, la capacité de ces écosystèmes à fournir du bois, du gibier, de l'eau, etc., permet à plusieurs personnes de se nourrir, de construire des habitations, de se soigner (UNEP-WCMC, 2016 ; Yildirim, 2017 ; Hamid, 2018 ; Kouakou, 2019), etc. Les services écosystémiques culturels sont également très importants et jouent un rôle clé dans la cohésion sociale, l'éducation, la recherche, le tourisme et l'information, en Afrique (Bélangier *et al.*, 2007).

En 2005, le MEA a mis en évidence une modification par les êtres humains de la structure et du fonctionnement des écosystèmes plus rapidement et plus profondément qu'à toute autre période de l'histoire de l'humanité et ce, en grande partie pour satisfaire une demande toujours croissante en matière de nourriture, d'eau douce, de bois, de fibre et d'énergie. La rapide croissance de la population humaine au cours des derniers siècles, passant d'un milliard d'individus en 1800 à 7,7 milliards en 2019 (Pison, 2019) en est la cause. Elle entraîne une surexploitation des ressources naturelles pour la fourniture de matières premières nécessaires aussi bien à l'alimentation qu'à l'équipement (UNEP-WCMC, 2016). Ainsi, si une partie des écosystèmes est encore naturelle, la majeure partie a été profondément transformée à divers degrés par l'homme (TEEB, 2008 ; WBCSD, 2009).

Concernant l'agriculture, l'intervention de l'homme a transformé profondément un certain nombre d'écosystèmes dans le but d'augmenter la part de production directement utilisable par l'homme (CDB, 2008 ; Le Roux *et al.*, 2008 ; Assiri *et al.*, 2009). Ces transformations des écosystèmes naturels en écosystèmes agricoles ont cependant eu pour inconvénient l'extinction

de plusieurs espèces (Steadman, 1995 ; Teysse re, 2004). Ces transformations continuent encore, voire s'accélèrent de nos jours et peuvent avoir d'importantes conséquences sur la survie de l'humanité. Cette anthropisation des écosystèmes naturels a entraîné une perte substantielle et irréversible de la diversité de la vie sur la Terre et par ricochet, les services écosystémiques fournis par ceux-ci. Environ 60 % des services écosystémiques (approvisionnement en eau douce, purification de l'air et de l'eau, régulation du climat aux échelles régionales et locales, etc.) sont en cours de dégradation ou d'exploitation de manière non rationnelle (MEA, 2005b). En outre, l'anthropisation des écosystèmes crée des gagnants et des perdants par exemple entre le local et le global, maintenant et le futur, ou entre différents groupes socio-économiques (Sébastien & Brodhag, 2004 ; FAO, 2007). Ces évolutions représentent donc des enjeux de redistribution et de pouvoir, au sein des populations rurales, entre les populations rurales et urbaines, entre le local, le national et le global où se prennent des décisions qui remodelent les droits d'accès et d'usage des ressources naturelles et donc les services écosystémiques qu'elles délivrent.

L'un des écosystèmes terrestres les plus affectés par les activités anthropiques est la forêt tropicale qui constitue aujourd'hui le plus grand réservoir de biodiversité de la planète (Tchatat *et al.*, 1999 ; Wright, 2002 ; Parmentier *et al.*, 2007 ; UNEP-WCMC, 2016). La forêt tropicale qui occupait près de 1 094 millions d'hectares, soit environ 10 % du couvert forestier mondial (Mayaux *et al.*, 2004), a régressé de moitié en un siècle (Asner *et al.*, 2009).

La Côte d'Ivoire, pays d'Afrique tropicale dont l'écosystème forestier se chiffrait à 15 millions d'hectares dans les années 1900 (SODEFOR, 1996) ne représentait qu'environ 3 millions d'ha en 2015 (FAO, 2017). Ce pays a ainsi perdu plus de 86 % de son couvert forestier dans les années 1960 et s'inscrit parmi les pays ayant les taux de déforestation les plus élevés au monde (MEDD, 2011 ; Fairhead & Leach, 2012). Plusieurs surfaces de forêts ont été détruites et transformées en exploitations agricoles telles que les plantations vivrières, commerciales ou agro-industrielles (Y o *et al.*, 2011 ; Gone Bi *et al.*, 2013 ; Koné *et al.*, 2014). A l'agriculture, s'est ajoutée l'exploitation forestière soutenue et l'exploitation minière qui ont conduit à une déforestation massive (MEDD, 2011 ; Fairhead & Leach, 2012).

Soucieux de la p renniation de ses ressources naturelles, l'Etat ivoirien a crée des domaines protégés, représentés par 231 forêts classées, 8 parcs nationaux, 5 réserves naturelles et 16 réserves botaniques, qui étaient considérés comme les derniers vestiges de la forêt ivoirienne. Pour ce qui concerne les forêts classées, leur gestion a été confiée à la Société de

Développement des Forêts (SODEFOR) et elles sont régies par des textes réglementaires de la loi n°145 du 20 décembre 1965, précisant les limites du domaine et les différents droits d'usage et interdits. Par ailleurs, les seules activités qui y sont autorisées sont l'exploitation d'essences ligneuses fortement réglementée sur la base de permis délivrés par la SODEFOR ainsi que les prélèvements de produits forestiers non ligneux. Ces espaces domaniaux contribuent par conséquent au bien-être humain par la fourniture de services écosystémiques tels que le bois d'œuvre aux gestionnaires, ainsi que des produits forestiers non ligneux aux populations riveraines (SODEFOR, 1994). En plus de ces services d'approvisionnement, les forêts classées à l'instar des forêts tropicales, jouent d'autres rôles non moins importants tels que la conservation de la biodiversité, l'atténuation du réchauffement climatique à travers la séquestration du carbone forestier, etc. (Pan *et al.*, 2011).

Du fait de la déforestation accrue en dehors des limites domaniales, les espaces protégés sont devenus la cible des populations qui s'y sont implantés et, y ont rapidement développé des exploitations agricoles (Oszwald, 2005). En effet, depuis les années 1960, la Côte d'Ivoire connaît un flux important de populations vers ses zones forestières dans le but de développer des activités agricoles dont la principale est la cacaoculture (Balac, 2002). Les forêts protégées ne sont pas épargnées par cet exode. Cette anthropisation des espaces domaniaux s'est accentuée avec l'avènement de la crise politico-militaire de 2002 en Côte d'Ivoire (Barima *et al.*, 2015 ; Kouakou *et al.*, 2015). Ces infiltrations, souvent organisées en filières, ont été favorisées par l'absence de l'autorité de gestion dans ces espaces domaniaux lors de la crise et l'inefficacité des institutions de l'Etat pendant cette période (Kouakou, 2019). Ainsi, depuis l'avènement de la crise, plusieurs forêts classées de Côte d'Ivoire ont vu la quasi-totalité de leur couvert forestier transformée en cacaoculture, bénéficiant à plusieurs acteurs. Cette expansion de la cacaoculture dans les espaces domaniaux préalablement bien conservés a entraîné une perte importante de la biodiversité locale (N'Da *et al.*, 2008 ; Kouakou *et al.*, 2018).

Face à l'anthropisation des espaces protégés, le devenir des forêts classées semble inquiétant pour les services écosystémiques. Certains chercheurs prônent le retour à de véritables forêts protégées avec des plans de protection et une surveillance adéquate (Vignal, 2016). D'autres proposent la transformation de ces forêts domaniales en cultures de rente et de subsistance ; les cultures de rente étant essentielles pour soutenir l'économie ivoirienne et les cultures vivrières pour assurer la sécurité alimentaire de la population locale. Pour la SODEFOR, le devenir de ces forêts protégées anthropisées pourrait être un compromis. Une

évaluation des services écosystémiques rendus par ces forêts fortement anthropisés orientera donc le gestionnaire dans sa prise de décision. En effet, l'objectif poursuivi par le concept des services écosystémiques est de révéler les liens de dépendance entre le développement humain et la biosphère, afin de les inclure dans les processus de prise de décision (Stern *et al.*, 2006 ; TEEB, 2010a ; TEEB, 2011).

L'hypothèse qui sous-tend ce mémoire de thèse de doctorat stipule que l'anthropisation des espaces domaniaux a entraîné une modification des services écosystémiques, rendant le bilan des pertes plus élevé que celui des gains en termes de catégorie et de valeur économique. Pour vérifier cette hypothèse, nous prendrons l'exemple de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Cette forêt est un exemple de plusieurs forêts classées de la Côte d'Ivoire infiltrées pour des activités agricoles (Higonnet *et al.*, 2019). En effet, jusqu'en 2002, la FCHS était l'une des mieux préservées de la Côte d'Ivoire (Oszwald, 2005) et fournissait plusieurs services écosystémiques au gestionnaire ainsi qu'aux populations locales (SODEFOR, 1996). Tous les différents travaux scientifiques (Barima *et al.*, 2014 ; Kouakou *et al.*, 2015 ; Sangne *et al.*, 2015 ; Assalé *et al.*, 2016 ; Kouakou *et al.*, 2018 ; Kouakou, 2019 ; Timité *et al.*, 2019) réalisés dans cette forêt révèlent son anthropisation. Cependant, l'impact de cette anthropisation sur les services écosystémiques fournis par la FCHS reste encore méconnu. Au niveau biologique, l'on s'interroge sur l'ampleur des activités humaines sur la diversité végétale. Ensuite au niveau physique, sur la régulation du climat local. Puis au niveau social, quels sont les services d'approvisionnement de la FCHS. Enfin, au niveau économique, l'on s'interroge sur la valeur monétaire de cette forêt classée, tant pour le gestionnaire que pour les populations locales fortement dépendantes de sa présence.

Cette méconnaissance de l'impact des activités anthropiques sur les services écosystémiques fournis par les forêts protégées est généralisée en Côte d'Ivoire. En effet, en Côte d'Ivoire, l'évaluation des services écosystémiques est encore à ses débuts. Les quelques études qui ont été réalisées ont montré l'importance des écosystèmes pour le bien être humain (Vroh *et al.*, 2014 ; Berger *et al.*, 2015 ; Gnagne *et al.*, 2019 ; Doumbia *et al.*, 2020). Cependant, ces différents travaux réalisés ne qualifient et quantifient pas ce que perdent ou gagnent les gestionnaires et populations riveraines des forêts protégées suite à leur anthropisation.

L'objectif général de ce mémoire est de contribuer à une meilleure connaissance des services écosystémiques fournis par la FCHS aux gestionnaires et aux populations riveraines, à deux périodes correspondant à deux états de ladite forêt. Le premier concerne l'état relativement

bien conservé (année 2000) et le second correspondant à un état anthropisé (année 2019). Cette étude porte uniquement sur les services écosystémiques fournis par les plantes de la FCHS.

Afin d'atteindre cet objectif général, cinq objectifs spécifiques ont été retenus dans ce travail. Il s'agit de :

- analyser les dynamiques spatiotemporelles de l'utilisation du sol de 2000 à 2019 afin de mettre en exergue les changements qui s'y sont opérés entre ces deux dates ;
- déterminer les services de support de la forêt classée du Haut-Sassandra à travers l'analyse la diversité floristique ;
- estimer les services de régulation à travers l'estimation du carbone forestier séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra ;
- identifier les services d'approvisionnement de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 aux gestionnaires et aux populations riveraines ;
- estimer la valeur monétaire des services écosystémiques fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra.

Outre l'introduction, le présent mémoire est subdivisé en trois parties. La première partie est consacrée aux généralités sur les écosystèmes et les services écosystémiques, ainsi que les généralités sur la zone d'étude. La seconde partie présente le matériel et les différentes méthodes mises en œuvre au cours de l'étude. La troisième se consacrera aux résultats et à la discussion. Les conclusions suivies des recommandations et des perspectives mettent fin à ce document.

# **PARTIE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **Chapitre 1 : Notion d'écosystèmes et de services écosystémiques**

Ce premier chapitre dresse un état bibliographique permettant de porter un regard épistémologique sur les notions d'écosystème et de service écosystémique. Ainsi, la notion d'écosystème, les facteurs de changement des écosystèmes et la notion de valeur économique totale d'un écosystème seront élucidés. Concernant le concept de service écosystémique, la diversité terminologique qui entoure cette notion sera mise à jour. Les objectifs, les méthodes et les limites de l'évaluation des services écosystémiques seront détaillés et permettront d'asseoir une base théorique et pratique pour l'appréhension de méthodes d'évaluation des services écosystèmes dans ce travail. Le terme évaluation désigne ici une approche de quantification et de caractérisation d'un espace ou d'une entité en appliquant des méthodes qui correspondent au contexte d'étude (Brunet *et al.*, 1993).

### **1.1 Ecosystèmes**

#### **1.1.1 Définition et typologie des écosystèmes**

Tansley (1935) proposa pour la première fois le terme « écosystème ». La notion d'écosystème se traduit comme étant l'ensemble dynamique formé par une communauté de plantes, d'animaux et de microorganismes (biocénose) et son environnement physico-chimique (biotope), les deux interagissant comme une même unité fonctionnelle (Tansley, 1935). Par biocénose, l'on entend un ensemble de formes de vie coexistant dans un milieu écologique donné, ainsi que leurs organisations et interactions (CBD, 1993). Le biotope, quant à lui est le fragment de la biosphère qui fournit à la biocénose le milieu abiotique indispensable. Il se définit également comme étant l'ensemble des facteurs écologiques abiotiques (substrat, sol, climat) qui caractérisent le milieu où vit une biocénose déterminée (CBD, 1993).

Un écosystème est caractérisé par sa stabilité et son homogénéité (Dajoz, 1971). Ainsi, les espèces organiques qui s'y trouvent sont bien définies tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif et se répartissent topographiquement et climatiquement selon un schéma défini. Un écosystème, a également une dimension spatiale et temporelle. Il peut rester plus ou moins inchangé ou il peut être soumis à des changements.

Les dimensions des écosystèmes peuvent varier considérablement. Ils peuvent être petits, comme une mare ou un arbre mort ou être gigantesques comme la terre. Selon Brunel (2005), il existe deux grands types d'écosystème que sont : les écosystèmes aquatiques (zones humides, milieux marins et littoraux) et terrestres (écosystème forestier, zones rocheuses et de haute montagne, écosystème urbain, écosystème agricole, etc.). Les écosystèmes peuvent être relativement exempts de toute influence humaine, comme les forêts vierges tropicales, ou peuvent être modifiés par l'activité humaine tels que les agrosystèmes et les agroécosystèmes (Bahuchet & Betsch, 2012 ; Sophie, 2017).

### **1.1.2 Facteurs de changement des écosystèmes**

On appelle facteurs de changement tout élément naturel ou d'origine anthropique qui induit directement ou indirectement un changement dans un écosystème. Dans son cadre conceptuel, le MEA (2005b) définit les principaux facteurs de changements directs et indirects qui affectent les écosystèmes.

#### **1.1.2.1 Facteurs directs de changement des écosystèmes**

Les facteurs directs de changement comprennent entre autres : la modification des habitats, la surexploitation de ressources biologiques, la pollution des milieux, l'introduction et la dissémination d'espèces exotiques envahissantes et le changement climatique (UICN France, 2012).

La modification des habitats est le premier facteur de destruction des écosystèmes. Les villes et les surfaces agricoles ne cessent de se déployer sur notre planète. Au total, les activités humaines ont altéré 75 % du milieu terrestre et 66 % du milieu marin (Amar, 2010).

La surexploitation des ressources biologiques comprend l'exploitation des ressources vivantes et non vivantes. Il s'agit d'un problème global qui concerne les ressources halieutiques, agricoles, forestières, mais aussi médicinales et minière (CGDD, 2011).

Le dépôt de polluants dans un milieu peut être diffusé à l'ensemble des autres milieux. La pollution des sols peut entraîner l'exposition des eaux souterraines pour les substances solubles et



de l'air pour les substances volatiles (Vindimian & Parfait, 2009). La pollution écologique lumineuse s'applique à la lumière artificielle qui brouille l'alternance du jour et de la nuit dans les écosystèmes (Longcore & Rich, 2004). La pollution lumineuse affecte de façon très sensible la biologie des animaux en modifiant le cycle naturel de la lumière et de l'obscurité au cours de la journée. Elle affecte également les comportements migratoires, les activités de compétition interspécifiques, les relations proies prédateurs et altère leurs physiologies.

Les espèces végétales et animales ont évolué sur plusieurs milliards d'années. Sous l'influence de l'homme, des obstacles physiques qui avaient séparé des populations, voire permis le développement d'une flore et d'une faune distinctes selon les régions, ont été contournés. Certaines espèces ont ainsi été, accidentellement ou intentionnellement, apportées dans des zones situées à des centaines, voire des milliers de kilomètres de leur habitat d'origine (Sainteny *et al.*, 2012).

La combustion fossile et le changement d'occupation des sols ont entraîné une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) depuis l'ère préindustrielle. Les effets indirects résultent de l'influence exercée par le changement climatique sur les autres facteurs de pression sur la biodiversité. Les changements climatiques pourront ainsi favoriser le développement d'espèces devenant envahissantes car plus compétitives dans les nouvelles conditions (SCDB, 2010).

Les changements climatiques favorisent le développement d'espèces devenant envahissantes car plus compétitives dans les nouvelles conditions (SCDB, 2010).

### **1.1.2.2 Facteurs indirects de changement des écosystèmes**

Les facteurs indirects agissent en modifiant le niveau ou le taux de changement d'un ou de plusieurs facteurs directs. Cinq facteurs indirects de changement majeurs influencent les écosystèmes. Ce sont : les changements dans la population humaine, les changements dans l'activité économique, les facteurs sociopolitiques, les facteurs culturels et religieux, la science et la technologie (UICN France, 2012).

Les changements dans la population humaine comprennent la croissance démographique et les migrations (Lamine, 2008). La population mondiale a fortement augmenté. Elle est passée d'un milliard d'individus en 1800 passant d'un milliard d'individus en 1 800 à 7,7 milliards en 2019 (Pison, 2019). La plus grosse partie de cette croissance a eu lieu dans les pays en voie de développement (Lambert, 1960 ; Sebille, 2004 ; Cosio-Zavala, 2012). Cependant, à l'heure actuelle, certains pays en voie de développement présentent des taux de croissance démographique très faibles alors que d'autres à hauts revenus ont des taux élevés à cause de l'immigration (Lucas, 2005 ; Beauchemin & Lessault, 2014). Cette croissance de la population engendre des besoins de plus en plus grands en nourriture et en chauffage. Elle peut aussi entraîner une pression continue sur les ressources ou l'occupation de l'espace, etc. (Bontems & Rotillon, 2007).

L'activité économique mondiale a presque été multipliée par sept (07) au cours des 50 dernières années. A mesure que le revenu par habitant augmente, la demande de nombreux services fournis par les écosystèmes s'accroît et la structure de la consommation change également (MEA, 2005b ; TEEB, 2010a). La part des revenus consacrée à la nourriture, par exemple, diminue en faveur de biens et services industriels.

Les facteurs sociopolitiques comprennent les processus de prise de décision et le degré de participation publique à ces décisions. Le mouvement vers des institutions démocratiques au cours des 50 dernières années a donné aux communautés locales plus de pouvoir d'action. Le nombre d'accords multilatéraux portant sur l'environnement a également augmenté (Damian & Graz, 2001 ; Rana & Saucier, 2013).

Les facteurs culturels et religieux conditionnent les perceptions du monde des individus et suggère des lignes de conduite qui peuvent avoir des impacts importants sur d'autres facteurs de changement tels que le comportement de consommation (Stien, 2012).

Le XX<sup>e</sup> siècle a été le témoin de progrès considérables dans la compréhension du fonctionnement de notre monde ainsi que dans les applications techniques de cette connaissance. Une grande partie de l'augmentation de la production agricole des 40 dernières années est le fruit d'une augmentation du rendement par hectare plutôt qu'une expansion des terres. Dans la même période, les progrès technologiques peuvent aussi entraîner une modification profonde des écosystèmes (Blein *et al.*, 2008).

Ces différents facteurs ne sont pas des déterminants exclusifs de l'érosion de la biodiversité. D'autres facteurs pouvant être mentionnés, comme la mortalité due aux collisions avec des véhicules et des bâtiments, le dérangement des espèces lié à la fréquentation d'habitats naturels sensibles ou certaines pratiques de gestion.

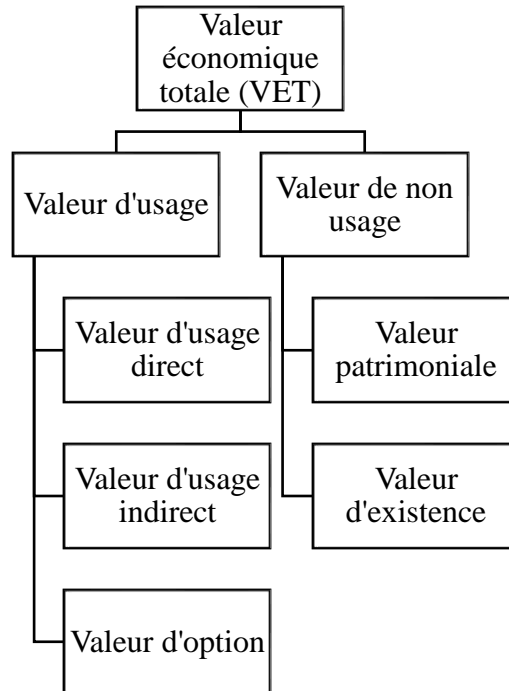
### **1.1.3 Notion de valeur économique totale d'un écosystème**

La valeur économique totale (VET) est un cadre d'évaluation permettant de déterminer l'ensemble des valeurs générées par les biens et services écologiques d'un écosystème autant marchandes que non marchandes (NRC, 2004 ; Reveret *et al.*, 2008 ; Brahic & Terreaux, 2009). L'avantage d'un tel cadre est qu'il permet une évaluation monétaire ou non de la majorité des services rendus par les écosystèmes. Par ailleurs, du fait de son utilisation abondante depuis la fin des années 1980, il se prête largement au transfert de valeurs qui est nécessaire lorsque l'on dispose de peu de données écologiques, sur les fonctions de production de certains services.

Les économistes de l'environnement ont développé plusieurs méthodes permettant de mesurer la valeur économique totale des biens et services environnementaux ou une partie de cette valeur. Il semble indispensable de préciser que la VET qui résulte des évaluations économiques correspond à des valeurs pertinentes pour une prise de décision et offre un ordre de grandeur pour évaluer les compromis environnementaux par rapport aux objectifs de l'évaluation (Bourassa, 2011a ; Nolet, 2011). Le cadre de la VET a été développé afin de catégoriser la diversité de ces valeurs ou bénéfices (NRC, 2004). Ce classement peut aider à réduire la possibilité d'oublier certaines valeurs dans les évaluations ou de les évaluer deux fois. Le cadre conceptuel de la valeur économique totale, appliqué à la biodiversité, permet de distinguer les valeurs d'usage et les valeurs de non usage (Turner *et al.*, 2003 ; NRC, 2004 ; Anielski & Wilson, 2005 ; Bourassa, 2011a) illustrées à la figure 1.

Partant de la valeur d'utilisation directe jusqu'à la valeur d'existence, la tangibilité de ces valeurs tend à diminuer, ce qui signifie qu'il est plus difficile de les quantifier en des termes monétaires (Sawyer *et al.*, 2001). Toutefois, les valeurs intrinsèques reliées à la nature qui ne sont pas utiles à l'Homme, ne sont pas comptabilisées dans la VET et ne peuvent être quantifiables

monétairement (Nolet, 2011). Ces valeurs méritent tout de même d'être prises en considération dans les décisions (Reveret, 2011).



**Figure 1** : Illustration de la valeur économique totale d'un écosystème (modifié suivant Pearce (1994))

### 1.1.3.1 Valeur d'usage

Les valeurs d'usage désignent les avantages tirés de la consommation ou de pratiques liées aux actifs naturels. Elles englobent l'usage effectif, direct ou indirect et l'usage potentiel (FRB, 2012).

La valeur d'usage direct mesure l'avantage direct retiré de l'utilisation d'un actif (TEEB, 2010a). Souvent, une valeur marchande est associée à l'utilisation de ces biens et services écologiques lorsqu'il y a extraction de la ressource (pêche, chasse, etc.). Lorsqu'il n'y a pas de prélèvements de ressources, les valeurs d'usage direct peuvent également inclure des bénéfices non marchands soutirés par exemple, par des activités de récréation (NRC, 2004 ; Anielski & Wilson, 2005 ; Brahic & Terreaux, 2009). Dans les deux cas, l'usage direct requiert une certaine interaction physique entre l'Homme et son milieu naturel (NRC, 2004).

La valeur d'usage indirect quant à elle mesure les capacités fonctionnelles d'un écosystème. Elle est dérivée des services écologiques qui offrent un support et une protection relativement au maintien de la production des ressources générant des activités économiques pour lesquelles l'homme tire des bénéfices indirectement (NRC, 2004 ; Brahic & Terreaux, 2009 ; TEEB, 2010b). Les fonctions de régulation et de support (régularisation hydrique, régulation climatique, conservation de la biodiversité, etc.) sont des exemples qui se classent dans cette catégorie de valeurs. Cette valeur n'est considérée dans l'évaluation économique que si elle est présente dans la fonction de l'utilité des acteurs présents ou futurs.

La valeur d'option mesure la possibilité de disposer d'alternatives des choix possibles. Elle peut être appréhendée par le prix qu'un individu accepte de payer pour disposer d'un bien donné à un prix donné à un moment donné (Brahic & Terreaux, 2009 ; TEEB, 2010b ; Bourassa, 2011a ; Olivier, 2011).

Cette valeur correspond au montant que les individus seraient disposés à payer pour préserver l'environnement afin d'avoir la possibilité de l'utiliser et d'en bénéficier plus tard (Field & Olewiler, 2005 ; Brahic & Terreaux, 2009).

### **1.1.3.2 Valeur de non usage**

Les valeurs de non usage représentent les valeurs que l'homme accorde au simple fait que les ressources existent dans la nature sans que celles-ci soient nécessairement utilisées ou même aperçues (NRC, 2004 ; Pearce *et al.*, 2006 ; FRB, 2012). Ces valeurs de l'environnement peuvent être de l'ordre de la valeur patrimoniale ou d'existence (Bourassa, 2011a).

La valeur patrimoniale (héritage ou leg) réfère à la volonté de transmission de l'héritage environnemental dont les générations futures pourront bénéficier (Olivier, 2011). Ainsi, elle mesure l'avantage que représente la conservation de la disposition d'un bien (actif) pour les générations futures (TEEB, 2010b).

La valeur d'existence est attribuée au simple fait de savoir qu'un bien ou service écologique existe sans qu'il soit nécessairement observé ou utilisé (NRC, 2004). En d'autres termes, la valeur d'existence mesure la valeur accordée par un individu à un actif indépendamment de son usage présent ou prévisible (TEEB, 2010a). Une espèce rare ou un écosystème particulier peut être un exemple pour lequel l'humain donnerait une valeur d'existence.

## 1.2 Services écosystémiques

### 1.2.1 Origine et évolution du concept de services écosystémiques

Plusieurs auteurs tels que Marsh (1864) et Osborn (1948), furent les précurseurs contemporains de l'idée de « services » rendus à l'humanité par les écosystèmes. Ceux-ci ont montré que différents services écosystémiques ont fait l'objet de traitements spécifiques dans des travaux, sans qu'il soit fait mention du concept de service écosystémique et sans qu'une vue d'ensemble ne soit proposée. Par la suite, Westman (1977) évoque le terme " les services de la nature ". Ehrlich *et al.* (1977) parlent de " services publics de l'écosystème mondial ". Il faut attendre Ehrlich & Ehrlich (1981) et Ehrlich & Mooney (1983) pour que le concept de service écosystémique soit clairement explicité dans la littérature. Cette idée qui était à l'origine une simple métaphore, a donné lieu à un concept, celui de services écosystémiques. La définition la plus largement répandue et qui marquerait la naissance du concept de service écosystémique dans les sphères académiques est celle de Daily (1997). Selon cet auteur, les services écosystémiques se définissent comme l'ensemble des conditions et des processus à travers lesquels les écosystèmes naturels et les espèces qui y trouvent refuge soutiennent la vie. Ces auteurs, au travers de cette définition, ne font pas de distinction entre « services », « fonction » et « processus » dont l'association devient à partir des années 2000, le centre de controverses. Costanza *et al.* (1997) proposent une autre définition du terme service écosystémique. Pour ces auteurs, les services écosystémiques sont les « bénéfices directs et indirects » rendus à la société par les fonctions des écosystèmes. Le terme « bénéfice » très répandu en économie, s'ajoute à la définition en incitant à la mise en place d'une approche d'évaluation économique des services écosystémiques.

En 2005, le MEA, rassemblant plus de 1300 experts provenant de 95 pays, a achevé d'entériner ce concept et propulsé son essor hors des sphères scientifiques. Il définit les services écosystémiques comme l'ensemble des avantages que les populations tirent des écosystèmes (MEA, 2005a). Le MEA permettra notamment une institutionnalisation des services écosystémiques et leur intégration dans le domaine de l'évaluation économique des politiques publiques (Daily *et al.*, 2009 ; Gomez-Baggethun *et al.*, 2009, de Groot *et al.*, 2010 ; Méral, 2010). Boyd & Banzhaf (2007), reprennent la définition du MEA, mais en excluant tous les services indirects qui doivent subir des modifications avant d'être consommés. Ces auteurs se focalisent ainsi sur les services directs qui désignent l'ensemble des processus écologiques consommés

directement par la société. Fisher & Turner (2008), quant à eux, considèrent que tous processus et / ou fonction écologique sont des services tant qu'il existe un bénéfice tiré par l'homme. Le mot « service » recouvre tant les biens (exemple : bois, céréales, plantes médicinales) que les services (exemple : régulation des inondations, purification de l'eau, etc.). Il s'agit donc d'une vision anthropocentrique et utilitariste de la nature (de Groot *et al.*, 2002 ; Fisher *et al.*, 2009 ; TEEB, 2010b).

Soulignons que la définition du MEA s'applique aux services de tous les écosystèmes, y compris les écosystèmes artificiels et urbains (MEA, 2005a) (Tableau I). Selon Serpantié *et al.* (2012), le « service » se distingue de la notion de ressource naturelle ou de capital naturel et renvoie à des implications philosophiques sur les liens avec la nature. Pour ces auteurs, des distinctions peuvent être introduites, entre les notions de service écosystémique, environnemental ou écologique bien qu'elles soient utilisées souvent d'une manière indifférente dans la littérature scientifique. Pour Muradian *et al.* (2010), les services écosystémiques sont limités aux bénéfices que les humains tirent des écosystèmes naturels alors que les services environnementaux englobent les bénéfices obtenus des écosystèmes gérés par l'homme, y compris les systèmes agricoles durables ou le paysage des zones rurales.

Dans cette perspective, Muradian *et al.* (2010) considèrent les services écosystémiques comme un sous-ensemble des services environnementaux. La définition du MEA a eu un succès important, car elle s'applique quel que soit l'écosystème, naturel ou artificiel, et est devenue un référentiel souvent utilisée dans les recherches visant l'aide à la décision (Hein *et al.*, 2006 ; TEEB, 2008 ; WRI, 2008 ; Fontana *et al.*, 2013 ; Maes *et al.*, 2013 ; MINEDD, 2018).

En considérant l'évolution du concept, nous remarquerons que la notion de « services écosystémiques » relève d'une diversité de sens qui donne lieu à une littérature riche mais non conciliante. Cependant, spécifiquement pour ce travail, la définition de service écosystémique qui sera retenue est celle proposée par le MEA. Cette définition stipule que les services écosystémiques sont l'ensemble des avantages que les populations tirent des écosystèmes, qu'ils soient anthropisés ou non.

**Tableau I** : Biens et services écosystémiques fournis par différents écosystèmes

Ecosystèmes	Biens	Services
Agro- écosystèmes	- Cultures alimentaires - Cultures de fibres végétales - Ressources génétiques agricoles	- Maintien de fonctions de bassin versant - Fournir des habitats pour les pollinisateurs, les organismes du sol important pour l'agriculture, etc. - Séquestration du carbone atmosphérique
Ecosystèmes côtiers	- Poisson et coquillages - Algues (alimentation, usages industriels) - Sel	- Modération de l'impact des tempêtes - Dilution et traitement des déchets - Fourniture de routes de transport
Ecosystèmes forestiers	- Bois de construction - Bois de chauffage - Produits forestiers non ligneux	- Baisse des polluants atmosphériques et émission d'oxygène - Maintien d'une gamme de fonction hydrologique (infiltration, purification, etc.) - Séquestration du carbone atmosphérique
Zones humides	- Eau potable et irrigation - Poisson - Hydroélectricité	- Régulation du flux (contrôle du débit et du volume) - Dilution et élimination des déchets - Fourniture d'un corridor pour le transport
Ecosystèmes des prairies	- Bétail (alimentaire, gibier) - Eau potable et irrigation - Ressources génétiques	- Maintien d'une gamme de fonction hydrologique (infiltration, purification, régulation des régimes hydrologiques, stabilisation des sols) - Baisse des polluants atmosphériques et émission d'oxygène - Séquestration du carbone atmosphérique

Source : adapté de MEA (2005a)

### 1.2.2 Typologie des services écosystémiques

Il existe une panoplie de classifications des biens et services écosystémiques (de Groot *et al.*, 2002 ; MEA, 2005a ; Boyd & Banzhaf, 2007 ; Wallace, 2007 ; Limoges, 2009 ; DSS, 2010 ; UK NEA, 2011). Costanza *et al.* (1997) ont proposé une typologie des services écosystémiques renfermant 17 grandes catégories. Plus tard, de Groot *et al.* (2002) proposeront une typologie qui s'apparente à celle proposée par Costanza *et al.* (1997) avec cependant un désaccord entre ces



auteurs quant à la classification des bénéfiques. Costanza *et al.* (1997) privilégie le recours au terme « service » tandis que de Groot *et al.* (2002) préfèrent celui de « fonction » et propose une classification synthétique en 4 grandes catégories qui se déclinent en 23 sous-catégories. En 2005, les auteurs du MEA distinguent quatre grandes catégories de services écosystémiques que sont (i) les services d’approvisionnement, (ii) les services de régulation, (iii) les services culturels et (iv) les services de soutien (MEA, 2005a). Le classement du MEA semble être celui qui a été le plus souvent adopté (DSS, 2010) autant par des scientifiques indépendants (Brahic & Terreaux, 2009 ; UK NEA, 2011) que par des entités gouvernementales (Reveret *et al.*, 2008). La typologie des services écosystémiques proposée par le MEA (2005a) est retenue dans cette étude.

#### **1.2.2.1 Services d’approvisionnement**

Les services d’approvisionnement représentent les produits obtenus à partir des écosystèmes, incluant l’eau douce, l’air, la nourriture, les matériaux et fibres végétales, les agrocarburants, les ressources ornementales, les ressources génétiques, les composés médicinaux et pharmaceutiques, les composés biochimiques, les matières et molécules organiques, pétrole, minerais, sable, etc (MEA, 2005a). La fonction socio-économique se traduit par des interactions forêt-population où la société utilise les terres forestières pour l’agriculture, les matériaux de la forêt pour la construction, la pharmacopée, et pour divers autres usages (Ntale Mihigo, 2010). Généralement, ce type de service s’apparente à des biens privés échangés sur les marchés tels que des biens appropriables comme les produits ligneux, les fibres, les produits alimentaires, etc. (Karsenty *et al.*, 2009). Sont exclues des services d’approvisionnement les sources d’énergie non renouvelables tout comme les sources d’énergie ne pouvant être rattachées à un écosystème donné comme l’énergie solaire (de Groot *et al.*, 2002). Il s’agit de la catégorie la plus appréhendable et la plus facile à évaluer économiquement puisque plusieurs des biens écosystémiques ont déjà une valeur monétaire.

#### **1.2.2.2 Services de régulation**

Les services de régulation sont les bénéfiques obtenus des processus écosystémiques (MEA, 2005a). Selon Ngwamashi (2009), l’écosystème fait la régulation des paramètres de l’évolution du milieu. Les services de régulation comprennent les services suivants : la régulation du climat

global, la régulation du climat local, la régulation de la qualité de l'air, la régulation de la qualité de l'eau, la régulation des espèces nuisibles, des infections et des maladies, la pollinisation, la détoxification et la dégradation des déchets, la régulation des risques naturels, etc. A titre d'exemple, l'écosystème utilise la lumière solaire et le gaz carbonique pour réduire l'entropie et produire la biomasse, joue un rôle important dans le cycle des gaz dont l'oxygène, en pourvoyant en oxygène et en consommant du gaz carbonique par le phénomène de la photosynthèse. L'écosystème joue un rôle important en matière de régulation de la pollution atmosphérique (Lescuyer & Locatelli, 1999 ; Ngwamashi, 2009 ; Nowak *et al.*, 2010 ; Nowak *et al.*, 2011).

### **1.2.2.3 Services socioculturels**

Les services socioculturels correspondent aux bénéfiques non-matériels obtenus des écosystèmes à travers l'enrichissement spirituel, le développement cognitif, la réflexion, la récréation, la découverte scientifique, l'expérience esthétique, mais aussi les systèmes de connaissance, les relations sociales et les valeurs esthétiques (MEA, 2005a). Les services culturels sont étroitement liés les uns aux autres et sont souvent associés aux services d'approvisionnement et aux services de régulation. Les services culturels font fréquemment partie des principales valeurs que les populations associent à la nature. Il est donc essentiel de les comprendre.

### **1.2.2.4 Services de soutien**

Les services de soutien (ou de support) sont les services qui créent les conditions de base au développement de la vie sur Terre. Ils correspondent aux processus de base nécessaires au fonctionnement de tous les écosystèmes (MEA, 2005a ; Balez & Reunkrilek, 2013). Ils contribuent notamment à l'offre d'habitat pour toutes les espèces, à la formation et la stabilité des sols, au cycle des éléments nutritifs, à la photosynthèse, à la production primaire (biomasse) et au cycle de l'eau. Ces services ne sont pas directement utilisés par les personnes, mais des changements internes aux écosystèmes affectent les hommes en impactant les autres types de services. Par exemple, une baisse dans la capacité de recyclage des nutriments se répercute sur les services d'approvisionnement en nourriture.

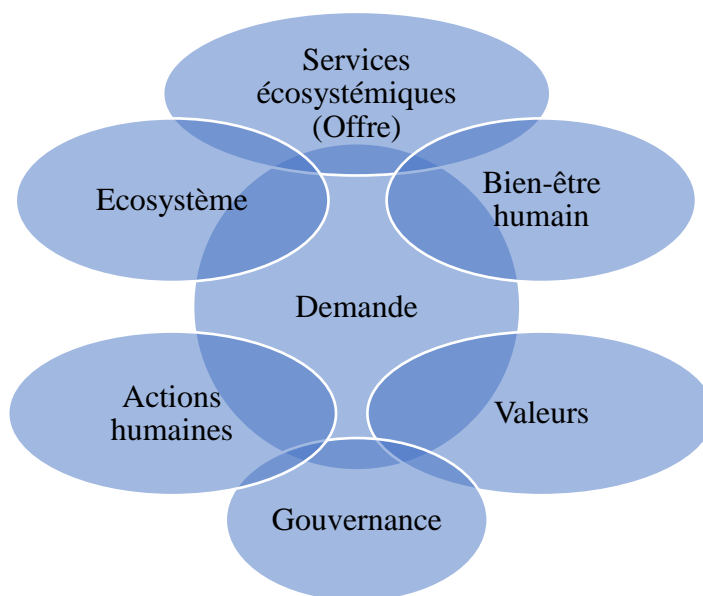
Étant donné que, par définition, les services de soutien ne sont pas directement utilisés par les personnes, ces services ne sont pas très souvent évalués (WRI, 2008). La pertinence de ces

services devient en général évidente à travers les autres services d'écosystèmes qu'ils soutiennent. Pour le secteur agricole, notamment, il peut être utile d'examiner les services de soutien, tels que le cycle des éléments nutritifs et la formation des sols, compte tenu de l'interaction directe entre les pratiques agricoles et ces services.

### 1.2.3 Evaluation des services écosystémiques

L'évaluation des services écosystémiques se rattache à l'un des compartiments du cadre conceptuel (Figure 2) des « valeurs » développé par la plateforme Wal-ES (Maebe *et al.*, 2015). Selon ce cadre conceptuel, les écosystèmes fournissent des services écosystémiques aux humains qui en tirent des bénéfices et qui contribuent à leur bien-être. En fonction de l'importance de leur contribution au bien-être humain, selon les perspectives des multiples bénéficiaires, des valeurs sont attribuées à ces services. Ces valeurs, accordées individuellement et collectivement, influencent les processus de prise de décisions en matière de gestion de la biosphère (TEEB, 2010a ; GIZ, 2012). Ces décisions se traduisent en actions humaines sur les écosystèmes, qui *in fine*, ont un impact, voulu ou non, sur la capacité des écosystèmes à fournir des services écosystémiques. L'évaluation des services écosystémiques consiste à mesurer et exprimer l'importance quantitative et qualitative des écosystèmes, ou l'importance de la contribution des écosystèmes au bien-être humain.

Beaucoup d'études, dont les premiers travaux d'évaluation des services écosystémiques, se sont focalisés sur la dimension monétaire de la valeur (Costanza *et al.*, 1997 ; Chevassus-au-Louis *et al.*, 2009 ; Bouscasse *et al.*, 2011 ; Pattison *et al.*, 2011 ; Hamid, 2018). Cependant, aussi bien dans l'histoire du concept que dans les travaux récents, il est reconnu que la valeur des services écosystémiques ne se restreint pas à cette seule dimension monétaire (Spash, 2007 ; James *et al.*, 2009 ; TEEB, 2010b ; Jim, 2011 ; Christie *et al.*, 2012 ; EFESE, 2017). Ainsi, il est maintenant largement reconnu que la valeur attribuée aux services écosystémiques peut être de multiples natures (biophysique, sociale, économique, etc.) et peut s'exprimer en termes d'importance qualitative, de quantités physiques (volume, poids, nombre, etc.), de valeur monétaire, etc.



**Figure 2** : Représentation schématique du cadre conceptuel WAL-ES (Modifié selon Maebe *et al.* (2015))

### 1.2.3.1 Objectifs de l'évaluation des services écosystémiques

Le concept et les travaux d'évaluation des services écosystémiques ont été développés suite à l'échec des politiques de conservation de la nature à limiter, voire à arrêter, la dégradation des écosystèmes et la perte de biodiversité, en raison de leur conséquence néfaste sur le bien-être humain (de Groot *et al.*, 2002 ; TEEB, 2008 ; TEEB 2010a ; Thaman, 2013 ; IPBES, 2015 ; Maes *et al.*, 2016).

L'objectif poursuivi par le concept de service écosystémique est de révéler les liens de dépendance entre le développement humain et la biosphère, afin de les inclure dans les processus de prise de décision et de garantir une gouvernance des écosystèmes à même d'assurer la continuité de leur contribution au bien-être humain (Stern *et al.*, 2006 ; TEEB, 2010a ; TEEB, 2011). Le rapport de Stern *et al.* (2006) examine les impacts du changement climatique dans une perspective coût-bénéfice. Il souligne plusieurs impacts négatifs du changement climatique sur le bien-être humain, qui impliquent de mettre en place des mesures adaptées, dont le coût est inférieur aux dommages futurs. Le rapport de TEEB (2011) quant à lui montre l'importance des services écosystémiques pour le développement régional et local. Il est considéré comme un guide

d'intégration des services et leurs bénéfices dans le développement local et l'aménagement rural. Selon le rapport de TEEB (2010b), la prise en compte des services écosystémiques dans la conception de politiques apporte trois principaux avantages. Premièrement, elle peut stimuler les économies locales et améliorer la qualité de vie des citoyens d'une manière durable. Deuxièmement, elle permet d'économiser sur les futures dépenses qui seraient liées à la perte de la biodiversité et au coût de protection. Enfin, elle contribue à la lutte contre la pauvreté en faisant état de la répartition de ressources et des services rares et vitaux au sein des communautés vulnérables, notamment en zone rurale.

Ainsi, l'évaluation des services écosystémiques peut contribuer à atteindre les objectifs du développement durable en permettant d'équilibrer différents enjeux sociaux, environnementaux et économiques, individuels et collectifs (PNUE, 2000 ; 2010 ; TEEB, 2010a ; Locatelli *et al.*, 2015 ; Haaren *et al.*, 2016 ; Schmidt *et al.*, 2018 ; Vasseur & Siron, 2019). Elle peut faciliter le choix de solutions économiquement avantageuses et écologiquement pertinentes. Elle peut également favoriser le partage équitable des multiples bénéfices apportés par les écosystèmes entre les différents acteurs des sociétés humaines (Maebe *et al.*, 2015).

### **1.2.3.2 Etat de l'art sur l'évaluation des services écosystémiques en Côte d'Ivoire**

En Côte d'Ivoire, quelques auteurs se sont intéressés à l'évaluation des services écosystémiques dans le but de révéler les liens de dépendance entre le développement humain et la biosphère. En effet, les travaux de Vroh *et al.* (2014), Kouadio *et al.* (2016), Kouassi *et al.* (2018), Nomel (2016), Gnagne *et al.* (2019) et Doumbia *et al.* (2020) ont montré l'importance des arbres d'alignement aux abords des routes. Selon ces auteurs, avec la disparition des forêts naturelles, il est indispensable de promouvoir la création des arbres en alignements de voie du fait de leur contribution significative à l'épuration de l'air et à la régulation du climat en milieu urbain. Cette action apparaît comme une solution aux nombreux problèmes écologiques auxquelles sont confrontés les villes et leurs habitants. A ces travaux l'on ajoute ceux de Berger *et al.* (2015), Oulaitar (2018) et Doumbia *et al.* (2020) et qui montrent l'importance des parcs et réserves à travers l'évaluation de plusieurs catégories de services écosystémiques dont les services d'approvisionnement, de régulation et socioculturels. En effet, selon ces auteurs, ces espaces

méritent une attention particulière car ils sont d'une importance capitale et grandissante dans plusieurs domaines tels l'éducation, la recherche, la pharmacopée, l'ornementation, l'écologie, l'absorption du gaz carbonique de la ville et l'économie. Ils constituent aussi des patrimoines touristiques importants. Ces espaces jouent également d'autres rôles assez importants tels que la conservation de la biodiversité, la régulation du climat à travers la séquestration du CO<sub>2</sub>.

### **1.2.3.3 Méthodes d'évaluation des services écosystémiques**

Compte tenu de la diversité des composantes du bien-être humain ainsi que des bénéficiaires des services écosystémiques, différents types de valeurs accordées aux services écosystémiques existent. Ce pluralisme de valeur est mis en exergue par l'évaluation intégrée des services écosystémiques. Ainsi, l'évaluation intégrée des services écosystémiques distingue globalement les trois grands domaines que sont les valeurs biophysiques, sociales et monétaires (Daily, 1997 ; Farber *et al.*, 2002 ; Howarth & Farber, 2002 ; Limburg *et al.*, 2002 ; Wilson & Howarth, 2002 ; TEEB, 2010b ; Martín-López *et al.*, 2012 ; Dendoncker *et al.*, 2013 ; Haines-Young & Potschin, 2014 ; Martin-Lopez *et al.*, 2014).

#### **1.2.3.3.1 Evaluation biophysique des services écosystémiques**

L'évaluation écologique par des indicateurs biophysiques permet d'estimer les services écosystémiques en proposant de quantifier les effets physico-chimiques des écosystèmes sur le bien-être humain (Maresca *et al.*, 2011). Elle regroupe les méthodes visant à révéler les valeurs biophysiques des écosystèmes. L'évaluation écologique s'appuie sur le système socio-écologique tel qu'il est compris par les sciences naturelles. Cette approche a l'avantage de passer par la caractérisation des écosystèmes, permettant de comprendre les fonctions sous-jacentes impliquées dans la production des services écosystémiques (Maresca *et al.*, 2011). Elle établit ainsi le lien entre le lieu et la structure de l'écosystème, son état, sa performance et la quantité de services écosystémiques dégagée au profit de la société.

L'évaluation écologique exploite une variété de méthodes pour décrire les processus et les fonctions écologiques, qui toutes se basent sur la mesure, la modélisation et/ou le monitoring du fonctionnement des écosystèmes. L'évaluation écologique s'exprime au moyen d'indicateurs

(Layke, 2009), généralement quantitatifs, qui informent sur des stocks (comme le volume de carbone dans les sols) et/ou des flux (comme la quantité annuelle de céréales récoltées) (Tableau II). Le recours aux indicateurs biophysiques renseigne ainsi sur l'intensité d'un phénomène physico-chimique (Muller & Burlard, 2012). Selon Dale & Beyeler (2001), un recours plus approfondi à ces indicateurs conduit à : évaluer et/ou simuler les conditions des écosystèmes ; prévoir les changements qui pourraient affecter négativement le fonctionnement des écosystèmes ; diagnostiquer les causes et les conséquences de tous les changements ; proposer des actions de gestion permettant de maintenir la productivité des services écosystémiques.

#### **1.2.3.3.2 Évaluation socioculturelle des services écosystémiques**

L'évaluation sociale regroupe les méthodes visant à révéler les valeurs sociales de la biodiversité (TEEB, 2010a). Elle s'appuie sur le système socio-écologique tel que perçu par les individus et collectivités humaines. Elle vise à rendre compte des perceptions qu'ont les acteurs concernés par les services étudiés et pour cela, tient compte des contextes socio-culturels, socio-économique et psychologique de l'étude à réaliser. En effet, la manière dont l'Homme appréhende la nature varie fortement d'une culture à une autre, puisque les valeurs qui déterminent aussi nos comportements sont culturellement construites et contextualisées (TEEB, 2010b). Par conséquent, la manière dont les individus ou les communautés vont exprimer la valeur des services écosystémiques sera fortement déterminée par leur perception, leurs croyances et leur mentalité. Cette variation sera aussi fonction d'un individu à un autre selon son âge, son genre, son statut socioculturel et son éducation (de Groot, 1992 ; Diaz *et al.*, 2006). La valeur est donc évolutive, dans le temps, dans l'espace et selon les individus et/ou groupes d'individus considérés. Par ailleurs, l'évaluation sociale des services écosystémiques se base notamment sur des méthodes participatives ou délibératives (des questionnaires individuels aux consultations de groupes) afin de révéler les préférences individuelles et collectives des acteurs (Amin *et al.*, 2015). Elle fournit des renseignements essentiellement d'ordre qualitatif et souvent comparatif, par exemple sous forme d'une priorisation, d'un classement des services écosystémiques par ordre d'importance. L'évaluation sociale doit être précédée (ou menée en parallèle) d'une évaluation biophysique afin de pouvoir prendre en compte les limites environnementales du système.

**Tableau II** : Quelques exemples d'indicateurs biophysiques (MEA, 2005a)

Catégorie	Service d'origine écosystémique	Indicateurs potentiels	Indicateurs possibles
Approvisionnement	Cultures vivrières	Rendement de la culture	Superficie occupée par la culture
	Bois de construction	Récolte de produits	Chiffre d'affaires ou bénéfice brut du secteur forestier
Régulation	Piégeage du CO <sub>2</sub>	Flux net de CO <sub>2</sub> sortant de l'atmosphère	Changement au niveau du stock de carbone
	Atténuation des inondations	Hauteur et durée des pointes de crue	Pertes de vies et de biens immobiliers résultant des inondations
Socioculturel	Recréation et loisirs	Possibilités récréatives offertes	Chiffres d'affaires ou bénéfice brut du secteur du tourisme, nombre de visiteurs
	Spirituels et culturels	Présence de sites, de paysages ou d'espèces significatifs d'un point de vue spirituel ou culturel	Nombre ou superficie des sites importants, statut de protection
Support	Pollinisation	Pourcentage de fleurs pollinisées au sein d'une espèce	Populations d'espèces pollinisatrices
	Habitat	Superficie des habitats adaptés à une espèce donnée	Superficie de la végétation type, Indices de fragmentation

### 1.2.3.3.3 Evaluation économique des services écosystémiques

L'évaluation économique regroupe les méthodes visant à estimer les valeurs monétaires (Pattison *et al.*, 2011 ; Hamid, 2018) ou non (Christie *et al.*, 2012 ; EFESE, 2017) des services écosystémiques. Elle s'appuie sur le système socio-écologique tel qu'il peut être appréhendé par les sciences économiques et le marché. Elle part du postulat que les services écosystémiques sont échangeables sur un marché, réel ou fictif, entre individus cherchant à maximiser leurs intérêts



individuels via la consommation de ces services (Bielsa *et al.*, 2009 ; Duval *et al.*, 2016). L'évaluation économique est directe pour les services déjà associés à un marché et fait appel à des méthodes d'estimation approchée pour les services non marchands.

Différentes approches d'évaluation économique des services écosystémiques ont été développées et sont aujourd'hui utilisées. Houdet (2010) souligne que l'évaluation économique se situe généralement dans le cadre de l'analyse coût-avantage dont le principe est de comparer les options d'un choix en affectant à chacune les inconvénients et les avantages qui conditionnent sa valeur sociale (Houdet, 2010). Généralement, il apparaît que mesurer la valeur économique des services d'approvisionnement soit la plupart du temps direct puisque la majorité de ces services sont transigés sur le marché et ont donc un prix servant de base à l'évaluation. Toutefois, l'évaluation des services de régulation, de support et des services culturels s'avère plus difficile parce que dans la généralité des cas, ils n'ont pas de prix sur le marché ; ce qui les rend moins tangibles et moins concrets (Puydarrieux, 2012). Il est donc moins aisé d'estimer une valeur dans ces cas. Quatre méthodes permettent d'évaluer la valeur économique des services écosystémiques. Il s'agit des méthodes basées sur des « préférences révélées », des méthodes basées sur des « préférences déclarées », des méthodes basées sur des coûts observables et des méthodes de transfert des avantages.

#### **1.2.3.3.1 Méthodes basées sur des « préférences révélées »**

Les méthodes d'évaluation par préférence révélée fonctionnent selon le principe qu'il est possible de déduire la valeur du compromis en se basant sur des situations et comportements existants et des décisions effectivement prises par les individus (Bourassa, 2011b). Les préférences des individus sont donc dévoilées selon des comportements observés vis-à-vis des marchés existants concernant des biens échangés (Reveret *et al.*, 2008 ; Brahic & Terreaux, 2009). Les méthodes d'évaluation par préférence révélée regroupent la méthode des prix du marché, des prix hédoniques et des coûts de déplacement.

La méthode des prix du marché est utilisée pour mesurer la valeur d'usage direct des biens et services naturels qui font l'objet des transactions sur les marchés réels comme la chasse, la pêche, l'agriculture, etc. (Moore *et al.*, 2011). Les prix sont ainsi établis par les coûts de production des biens et services ou la disposition que les acheteurs consentent à payer pour bénéficier de ces

biens et services (Boyer, 2013). Cette technique d'évaluation reflète les préférences réelles et individuelles et nécessite des informations relativement faciles à obtenir. Toutefois, elle ne peut s'appliquer qu'aux biens commerciaux car ces derniers possèdent un prix sur le marché. Une autre faiblesse de cette méthode d'évaluation concerne les externalités qui ne sont souvent pas prises en considération dans les prix du marché ; ce qui biaise l'estimation de la valeur économique (Field & Olewiler, 2005 ; Reveret *et al.*, 2008). Enfin, cette méthode ne tient pas compte du surplus au consommateur.

L'approche du prix hédonique proposée pour la première fois par Adelman & Griliches (1961), repose sur le principe que le prix d'un bien immobilier dépend des caractéristiques du bien lui-même, mais aussi des avantages du milieu dans lequel il se trouve. Il s'agit donc d'estimer les variations des prix des objets lorsqu'ils sont directement influencés par certains attributs environnementaux (paysage, qualité de l'eau, de l'air, proximité d'un plan d'eau, etc.) qui les entourent et qui sont pris en compte dans les prix du marché (Reveret *et al.*, 2008). L'évaluation du prix hédoniste permet d'estimer les demandes et les offres d'un bien en fonction de caractéristiques implicites. On parle dans ce cas de l'évaluation du surplus du consommateur (Bontems & Rotillon, 2007). La méthode du prix hédonique n'est applicable que pour les variables environnementales observables et nécessite un haut niveau d'expertise reliée à la manipulation économétrique de variables ainsi que l'accès à des données souvent non disponibles sur le marché foncier.

La méthode des coûts de déplacement est basée sur l'évaluation de la valeur attachée à un bien ou service à partir de la disposition réelle que les individus acceptent de payer pour bénéficier des avantages de ce bien ou service. Cette méthode est très utilisée pour mesurer la valeur des espaces naturels et actifs touristiques (Field & Olewiler, 2005). Dans ce cas, on considère que la valeur attribuée à l'actif est égale à la somme des coûts (coûts de transport et autres coûts) engagés par les individus qui le fréquentent. Elle est souvent utilisée pour mesurer les valeurs d'usages essentiellement récréatifs (Salles, 2010) mais ne mesure pas la valeur économique totale. L'utilisation de cette méthode requiert la mobilisation de beaucoup des données et peut donc poser un problème dans le cas des pays en voie de développement. L'écart important entre les dépenses des touristes étrangers et nationaux (Christie *et al.*, 2012) et les visites à buts multiples complexifient les estimations.

#### **1.2.3.3.2 Méthodes basées sur des « préférences déclarées »**

Plusieurs services rendus par l'écosystème ne s'achètent pas, ni ne se monnaient sur un marché. Il n'est pas non plus possible d'approcher leur valeur à partir d'échanges commerciaux existants comme c'est le cas des méthodes à préférences révélées (Colon *et al.*, 2009). Les citoyens ne peuvent donc pas révéler le « plaisir » que leur procure l'utilisation de ces services ou tout simplement l'importance qu'ils attachent à la présence de l'environnement et à sa protection au travers des actions qu'ils entreprennent. Les méthodes des préférences déclarées constituent donc une alternative intéressante aux méthodes précédentes. En effet, lorsqu'aucun comportement ne peut être observé sur le marché réel, on peut demander aux enquêtés leurs consentements à payer pour bénéficier d'un bien naturel contingent (Field & Olewiler, 2005). Ces méthodes, basées essentiellement sur des enquêtes, ont connu une large utilisation dans le monde car elles permettent de mesurer à la fois les valeurs d'usage et de non usage et donc la valeur économique totale. Ces scénarios sont portés à l'attention des individus par l'entremise de sondages ou de questionnaires permettant d'enquêter sur leurs préférences individuelles quant au compromis à faire suite à un changement dans la qualité ou quantité d'un bien ou service écologique (Bourassa, 2011a ; Voltaire, 2011). Trois méthodes peuvent être utilisées selon cette approche : l'évaluation contingente, l'analyse conjointe et la valorisation monétaire délibérative (Bourassa, 2011b).

L'évaluation contingente consiste à recueillir par enquête puis à agréger le montant des consentements à payer pour protéger une espèce, un habitat ou un service ou les consentements à recevoir pour compenser la destruction de ces éléments (Prigent, 2001 ; Raboteur & Rodes, 2006 ; Roy-Vigneault, 2009). Cette méthode permet de faire des évaluations proches de celles que l'on obtiendrait sur un marché réel, sous certaines précautions. Cependant, malgré le succès de l'évaluation contingente dans le monde, plusieurs restrictions ont été émises (Whittington, 1992 ; 1998 ; Christie *et al.*, 2012) quant à la possibilité d'utiliser cette méthode dans les pays en voie de développement en raison des contextes différents de ceux des pays développés (perception et compréhension du concept de la biodiversité, familiarisation avec la notion du consentement à payer, problème de revenu et du niveau d'instruction, monétarisation insuffisante des échanges, etc.) (Dumax, 2009).

L'analyse conjointe est une méthode alternative de l'évaluation contingente. Cette méthode sollicite indirectement les individus en utilisant des scénarios hypothétiques et une approche

statistique (Bourassa, 2011b). Basée sur des enquêtes, elle révèle les choix des individus en fonction d'une liste de différents types d'usage. Ces choix sont classés selon le degré de priorité attribué par les interviewés (Le Gall-Ely & Loïg, 2006 ; Beley *et al.*, 2011 ; Bouscasse & Defrance, 2012). Toutefois, l'élaboration des questionnaires demande une grande attention afin d'éviter les biais possibles dans la véritable intention des répondants. Une bonne façon d'évaluer les valeurs de non-usage des services écosystémiques est de mener une enquête sur le terrain et de sonder la communauté locale afin de connaître leur consentement à payer pour la conservation de la zone d'étude ou encore leur consentement à recevoir pour la compensation de la perte de cette zone. Ce qui différencie l'analyse conjointe des autres méthodes est que les arbitrages interviennent entre les différents attributs d'un même bien plutôt qu'entre deux arguments de la fonction d'utilité. Elle ne fournit pas directement une mesure du bien-être mais renseigne sur les préférences des individus quant aux différents attributs d'un bien ou un service (Pellegrini, 2005). Tout comme l'évaluation contingente, cette méthode est difficile à conduire dans les pays en voie de développement.

La valorisation monétaire délibérative est une méthode participative qui cherche à combler les insuffisances des méthodes précédentes en se focalisant sur la qualité du processus social utilisé dans l'exercice de l'évaluation. L'évaluation se fait de manière participative entre le groupe en prenant le temps de réfléchir, de s'informer, de discuter et de décider ensemble. L'évaluation se fait généralement en petit groupe (Spash, 2007 ; Dilet, 2014). Etant donné, son caractère participatif et le temps réservé à la discussion et l'apprentissage collectif, cette méthode semble en mesure de produire des bons résultats dans le cas des pays en voie de développement.

#### **1.2.3.3.3 Méthodes basées sur des coûts observables**

Compte tenu du fait qu'il n'existe pas, le plus souvent, un marché pour les biens et services faisant l'objet d'usage indirect (protection contre les inondations, soutien des étiages, épuration des eaux, régulation climatique, etc.), leur valeur est souvent appréhendée par les pertes (coûts économiques) de bien-être lié à leur disparition (Gallai *et al.*, 2009 ; Salles, 2010). Ces pertes peuvent être mesurées par les coûts de dommages évités, les coûts de remplacement (de substitution) ou les coûts de protection (Allsopp *et al.*, 2008 ; Colon *et al.*, 2009). Ces méthodes ont connu quelques applications dans les pays en voie de développement (Christie *et al.*, 2012). Leur avantage est qu'elles sont basées sur des évaluations qui reflètent les prix du marché. Leur

inconvenient majeur est qu'elles pourraient sous-estimer les valeurs réelles car les coûts pourraient ne pas être égaux aux avantages initiaux. En plus, l'utilisation de ces méthodes requiert l'utilisation d'une quantité importante des données techniques de bonne qualité.

#### **1.2.3.3.4 Méthodes de transfert des avantages**

L'approche du transfert de bénéfices demande de transposer les valeurs économiques des biens et services écosystémiques obtenues, d'études de sites antérieures, au site pour lequel une valeur économique est recherchée (Nelson & Kennedy, 2009 ; Bourassa, 2011a). Il existe trois types de transfert : le transfert de valeurs, le transfert de fonctions et la méta-analyse.

Le transfert de valeurs suppose simplement l'exportation de données déjà estimées d'un site étudié qui concordent avec le site observé. Le transfert de fonctions et la méta-analyse requièrent d'ajuster ou de développer une fonction de valeur aux caractéristiques spécifiques du site politique (Brahic & Terreaux, 2009). L'application du transfert de bénéfices implique de trouver des études pertinentes qui représentent adéquatement et sensiblement les bienfaits des services écosystémiques que l'on cherche à estimer pour le site politique (EVRI, 2011). Plusieurs études de cas sur l'évaluation économique sont déjà répertoriées dans la banque de données mondiales. Cet inventaire permet d'obtenir des données de référence à travers le monde et de les transférer au site politique lorsque l'exercice s'y prête. Cette façon de faire permet d'économiser le temps et les ressources, comparativement à l'élaboration d'une nouvelle étude de valorisation dite étude primaire.

#### **1.2.3.4 Limites des méthodes d'évaluation des services écosystémiques**

La valorisation économique des services écosystémiques comporte des limites dans la méthodologie, ce qui rend les résultats peu fiables et leur exploitation délicate (Les Echos, 2008 ; Le Pochat *et al.*, 2013). Parmi les principales limites, il y a le manque d'informations à différents niveaux. La biodiversité est encore mal inventoriée et la part connue est certainement peu représentative de l'ensemble. De plus, la connaissance actuelle du fonctionnement des écosystèmes (l'occurrence et les effets des interactions entre les facteurs biotiques et abiotiques du milieu, etc.) est encore limitée (Olewiler, 2004 ; de Groot *et al.*, 2010 ; TEEB, 2010b). Il est donc possible d'en inclure qu'une partie dans l'analyse qualitative. Ensuite, la détermination des

services écosystémiques à partir des éléments naturels est difficile et peut négliger certaines fonctions écologiques, celles-ci étant extrêmement complexes (Chevassus-au-Louis *et al.*, 2009). En outre, les services écologiques résultent de processus complexes à une échelle qui dépasse celle de l'homme. De plus, cette détermination des services écosystémiques se rapporte uniquement à leurs impacts positifs en considérant que la nature est faite pour contenter le bien être humain (CREDOC, 2009). Certains aspects de la nature desservent et ils n'en sont pas moins important dans le contrôle des processus naturels (Gómez-Baggethun & Barton, 2013 ; Maris *et al.*, 2013). Un des principaux défis de l'évaluation économique est donc de composer avec les connaissances et les compétences techniques disponibles. Aussi, l'évaluation économique qui se base sur les données biophysiques et qui tente de mesurer les préférences des individus quant au coffret de bénéfices qu'ils peuvent tirer des écosystèmes ne saisira également qu'une fraction des services écosystémiques évalués quantitativement suite aux limites des outils économiques (TEEB, 2008).

Enfin, l'expansion agricole sur des terres préalablement forestières contribue à augmenter un service d'approvisionnement (la production alimentaire) mais peut réduire d'autres services d'approvisionnement (la production de bois), de régulation et culturels (Kosoy & Corbera, 2010 ; Dendoncker *et al.*, 2013 ; Jacobs & Oliveira, 2013). Ces services bénéficient à différents acteurs tels l'agriculteur (pour la production agricole), l'utilisateur de l'eau ou l'habitant du bassin versant en aval (pour la régulation hydrologique) ou n'importe quel habitant de la planète (pour la réduction des effets du changement climatique). L'évolution du paysage engendre donc des enjeux de redistribution et de pouvoir au sein des populations rurales, entre les populations rurales et urbaines, entre le local, le national et le global où se prennent des décisions qui remodelent les droits d'accès et d'usage des ressources naturelles et donc les services écosystémiques qu'elles délivrent (Sébastien & Brodhag, 2004).

## **Chapitre 2 : Généralités sur la forêt classée du Haut-Sassandra**

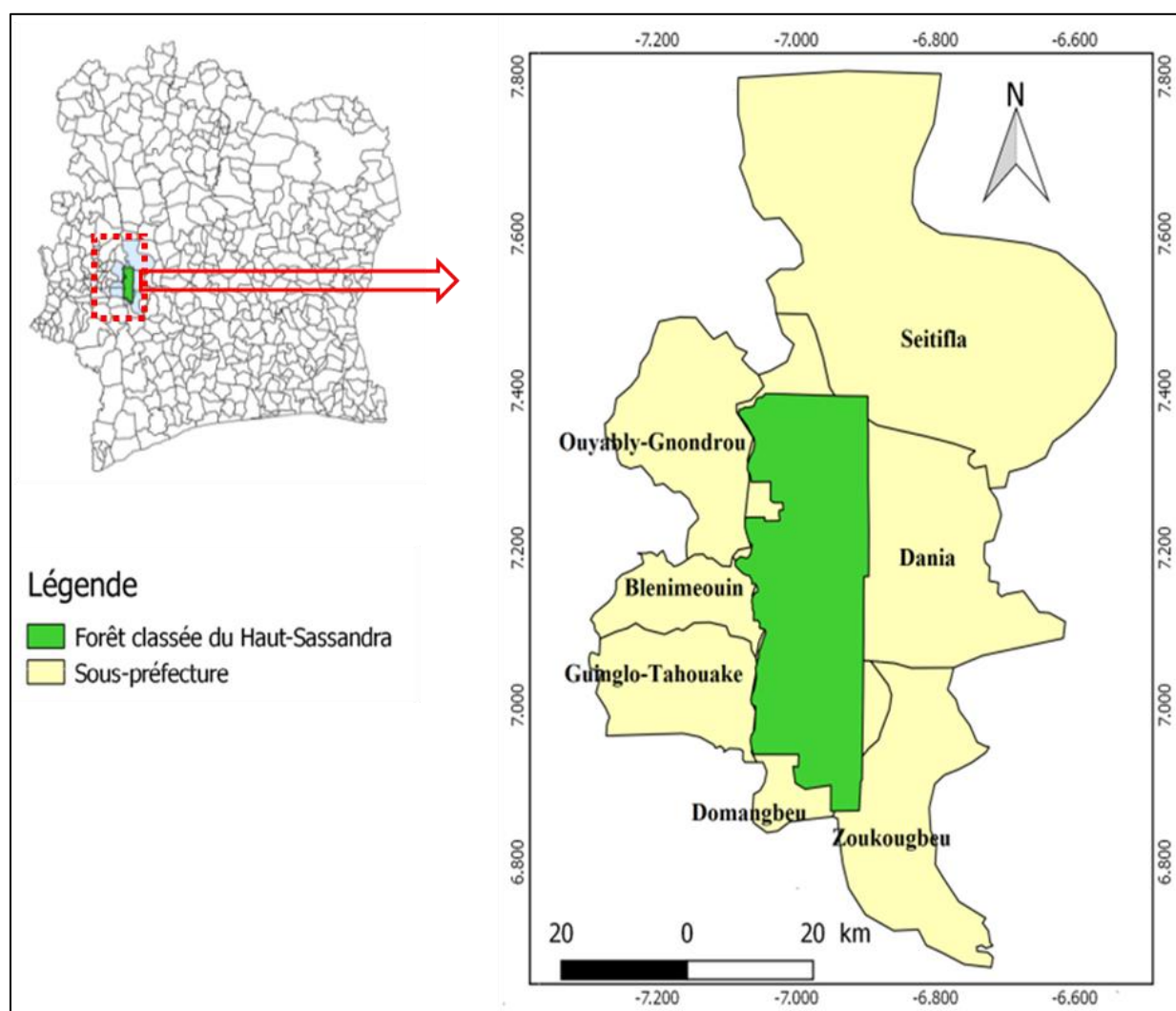
Dans ce deuxième chapitre, nous présenterons la zone d'étude qui est la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS), choisie comme un exemple d'espace domanial anthropisé. Il s'agira dans un premier temps de localiser la FCHS en Côte d'Ivoire. Ensuite, nous ferons un court historique de la création de la FCHS. Enfin, les caractéristiques abiotique et biotique du milieu d'étude seront présentées.

### **2.1 Situation géographique**

La forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) est du Domaine Forestier Permanent de l'Etat ivoirien (Figure 3). Cette forêt est située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire à environ 60 km à l'Ouest de la ville de Daloa, entre 6°50' et 7°24' de latitude Nord et 6°51' et 7°05' de longitude Ouest. Délimitée et classée en 1974, la FCHS couvre une superficie de 102 400 hectares (SODEFOR, 1994). Les sous-préfectures qui se partagent cette forêt sont : Séitifla au Nord, Dania à l'Est, Zoukougbeu et Domangbeu au Nord, Ouyably-Gnondrou, Blenimeouin et Guinglo-Tohouaké à l'Ouest. A l'origine, la FCHS était subdivisée en une série naturelle de production (81 144 ha), une série naturelle de protection à l'ouest de la forêt (15 954 ha) et une série agricole (4 920 ha) qui correspond aux enclaves agricoles (Boba *et al.*, 1994). Initialement gérée par le Ministère des eaux et forêts, elle a été mise à la disposition de la SODEFOR, en même temps que beaucoup d'autres forêts classées du pays en 1992. Dans le cadre de ce mémoire, la digitalisation de la FCHS avec exclusion de l'enclave habitée V12 (Sud-Ouest) a permis d'obtenir une superficie de 95 953 ha. L'étude sera menée sur cette partie de la FCHS.

### **2.2 Historique de création**

La forêt classée du Haut-Sassandra a fait l'objet de deux arrêtés de classement. Le premier est l'arrêté de classement n°1283/AGRI/CAB du 6 octobre 1969 portant sur 96 102 ha. Le second est l'arrêté de classement n° 00269/MINEFOR/DAM du 23 novembre 1974 qui abroge les dispositions de l'arrêté précédent et fait passer la superficie de la forêt de 96 102 ha à 102 400 ha et lui donne sa configuration actuelle (SODEFOR, 1994).



**Figure 3 :** Localisation de la forêt classée du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire

Sans qu'un arrêté ait été publié, une enclave dénommée Gbeulibly a été extraite du reste du massif forestier lors du classement de 1974. Au terme du deuxième arrêté de délimitation, les limites de la FCCHS sont constituées par : (1) Le fleuve Sassandra sur 72 km à l'ouest ; (2) Des lignes conventionnelles sur 111 Km au Sud, à l'Est, au Nord et autour du village de Gbeulibly à l'Ouest. Les attributions concernent le village V12 et portent sur 3 000 ha dont 2 045 ha dans le domaine de l'Etat pour la réinstallation des déguerpis du barrage de Buyo et le campement d'Amanikouadiokro au Sud-Est de la forêt. L'abornement de la FCCHS a été réalisé en 1974, conformément à l'arrêté de classement du 23 novembre 1974, matérialisant ainsi les limites conventionnelles de classement (SODEFOR, 1994). En 1989, l'opération a été poursuivie dans



l'enclave de V12 sur des limites intérieures créées pour freiner le front d'avancement de l'occupation agricole clandestine. Les droits d'usage sont ceux reconnus par la loi n° 65-425 du 20 Décembre 1965 portant code forestier.

## **2.3 Caractéristiques abiotiques**

### **2.3.1 Relief et sol**

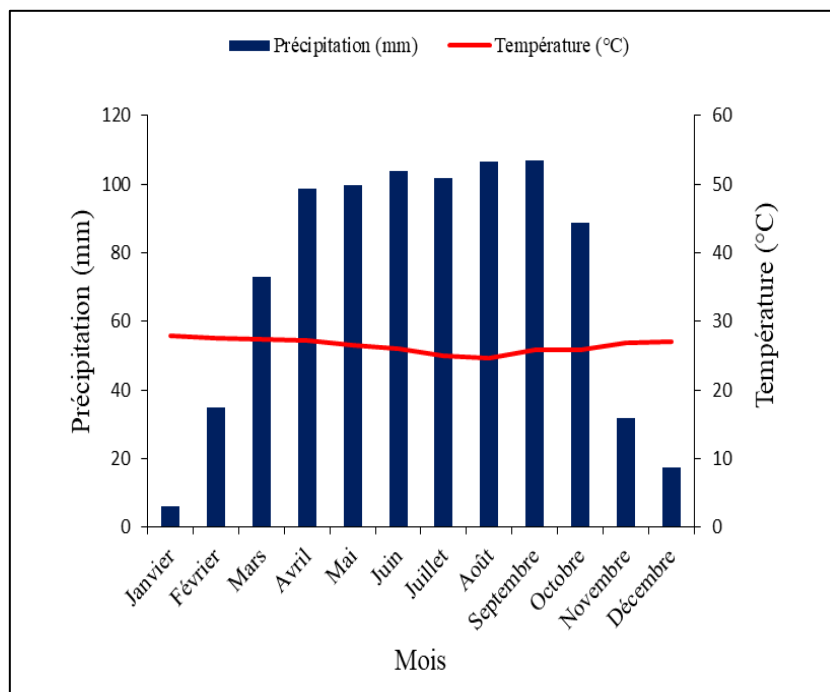
Le relief de la forêt classée du Haut-Sassandra est dans l'ensemble, faiblement accidenté. Constituée par une plaine dont l'altitude moyenne est de 302 m, toute la partie centrale de la FCHS est parsemée, d'Est en Ouest, de nombreux affleurements granitiques dont le plus élevé atteint 449 m (AOF, 1955). Les parties Sud et Nord sont moins accidentées hormis les lits des affluents du fleuve Sassandra qui constituent de véritables dépressions. Les travaux de Avenard (1971) ont montré que la FCHS appartient à la région des glacis de l'ouest ivoirien. Des glacis aplanis indifféremment établis sur schistes ou sur cinq granites s'abaissent de 300 vers 200 m d'altitude et s'étendent sur la majeure partie de la FCHS.

Le sol est essentiellement du groupe des sols ferrallitiques remaniés (Perraud & De La Souchère, 1963), c'est-à-dire qu'ils comportent un horizon enrichi en éléments grossiers (débris de cuirasse, gravillons ferrugineux, etc.). Le Nord-Est et le Centre-Est de la FCHS sont occupés par des granites fortement désaturés, appartenant au sous-groupe modal à faciès induré. Le Nord-Ouest est occupé par des schistes, moyennement désaturés, du sous-groupe induré, tandis que toute la partie centrale est le domaine des granites moyennement désaturés, du sous-groupe des sols faiblement rajeunis. Des granites moyennement désaturés du sous-groupe modal faciès sont étendus sur le Sud-Est, avec recouvrement, alors que le Sud-Est est occupé par des granites moyennement désaturés du sous-groupe modal (Kouamé, 1998).

### **2.3.2 Climat**

Le diagramme ombrothermique (Figure 4) réalisé à partir de moyennes pluviométriques et thermiques mensuelles des 30 dernières années (données issues de [www.tutitempo.net](http://www.tutitempo.net)) et suivant Bagnouls & Gaussen (1957) montre que la région du Haut-Sassandra est marquée par un climat

humide à deux saisons dont une saison de pluie et une saison sèche. La saison sèche s'étend de novembre à février avec une pluviométrie moyenne de 91,97 mm et une température moyenne de 26,02°C. La saison pluvieuse s'étend de mars à octobre avec un pic de précipitation en Septembre (106,80 mm) et une température maximale de 27,9°C en mars. Pendant cette saison, la température minimale est de 23,87°C en août et la pluviométrie minimale est de 78,34 mm en mars.



**Figure 4 :** Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1989 à 2019

www.Tutiempo.net

### 2.3.3 Hydrographie

La FCHS est bordée par le fleuve Sassandra et ses affluents dont les principaux sont le Boa, le Lobo et le Davo sur la rive gauche, le Bafing et le N'zo, sur la rive droite. Le fleuve Sassandra avec une longueur de 650 Km prend sa source dans la région du Beyla, en Guinée, sous le nom de Férédougou (Girard *et al.*, 1971). Quelques petites mares temporaires sont aperçues dans la partie centrale de la FCHS (Girard *et al.*, 1971). Certaines mares ont pour sites les cuirasses latéritiques (bowé ou bowals) qui affleurent par endroit ; d'autres occupaient les dépressions des anciens parcs à bois (Kouamé, 1998).

## 2.4 Caractéristiques biotiques

### 2.4.1 Flore et végétation

La FCHS est de type semi-décidu, caractérisée par la chute des feuilles d'une partie des individus de toutes les espèces. Elle appartient au type fondamental à *Celtis* spp. et *Triplochiton scleroxylon* du secteur mésophile au sein du domaine guinéen (Guillaumet & Adjanohoun, 1971). Les strates supérieures comprennent les espèces caractéristiques de l'association *Triplochiton scleroxylon* (ou Samba en nom commercial), *Celtis adolphifriedericii* (Lohonfe), *Celtis zenkeri* (Asan), *Celtis milbraedii* (Ba) auxquelles s'ajoutent de nombreuses espèces qui, pour la plupart, ont une valeur commerciale importante. Ce sont principalement *Mansonia altissima* (Bété), *Nesogordonia papaverifera* (Kotibé), *Anigeria altissima* (Aniégré blanc), *Celtis perpulchrum* (Aniégré rouge), *Pterygota macrocarpa* (Koto), *Milicia excelsa*, et *Milicia regia* (Iroko), *Terminalia superba* (Fraké), etc. Quelques espèces, plus hygrophyles et mieux représentées dans les forêts situées plus au sud, viennent compléter ce cortège d'espèces floristiques. Il s'agit par exemple de *Lovoa trichiloïdes* (Dibetou), *Entandrophragma cylindricum* et *Erythrophleum ivorense* (Tali).

Une étude de la dynamique spatio-temporelle de la FCHS a révélé une forte dégradation de 2002 à 2013 (Kouakou *et al.*, 2018). Ainsi, plusieurs changements importants ont été notés dans les classes d'utilisation des terres. En 2002, 0,46 % de la forêt existante était convertie en sol nu, cultures et jachères. Pendant les conflits politico-militaires en Côte d'Ivoire, 25,41 % de la forêt de la zone d'étude a été converties en cultures et jachères.

### 2.4.2 Faune

Les inventaires de la faune réalisés dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 1993 ont mis en évidence la richesse de ce massif. Les grands mammifères (Tableau III) recensés sont les céphalophes (*Cephalophus* sp.), les mones (*Cercopithecus mona*), les pétauristes (*Cercopithecus petaurista*), les colobes (*Colobus* sp.), les hylochères (*Hylochoerus meinertzhageni*), les éléphants (*Loxodonta africana*), les chimpanzés (*Pan troglodytes*), les potamochères (*Potamochoerus porcus*), les buffles (*Syncerus caffer*), les bongos (*Tragelaphus eurycerus*) et les Guib harnaché (*Tragelaphus* sp.) (Ouattara, 1993).

Selon les travaux de Sangaré *et al.* (2009), l'on note environ 50 % de perte des grands mammifères recensés par Ouattara (1993). Les espèces restées stables sont les colobes (*Procolobus sp*), les chimpanzés (*Pan troglodytes sp*), les potamochères (*Potamochoerus porcus*), les buffles (*Syncerus caffer*) et les Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*). Une nouvelle espèce s'ajoute aux espèces recensées en 1993. Il s'agit de la civette d'Afrique (*Civettictis civetta*) (Tableau III).

Les inventaires de la faune réalisés dans la FCHS par Kabran (2019) indiquent une perte d'environ 80 % des grands mammifères recensés en 1993. Celles qui existent toujours dans la FCHS sont les buffles (*Syncerus caffer*) et les Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*).

**Tableau III** : Liste des grands mammifères recensés dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 1993, 2009 et 2019

Noms scientifiques	Noms communs	Années de recensement		
		1993	2009	2019
<i>Cephalophus sp</i>	Céphalophes	x	-	-
<i>Cercopithecus mona</i>	Mones	x	-	-
<i>Cercopithecus petaurista</i>	Péteuristes	x	-	-
<i>Colobus sp</i>	Colobes	x	x	-
<i>Hylochoerus meinertzhageni</i>	Hylochères	x	-	-
<i>Loxodonta africana</i>	Eléphants	x	-	-
<i>Pan troglodytes</i>	Chimpanzés	x	x	-
<i>Potamochoerus porcus</i>	Potamochères	x	x	-
<i>Syncerus caffer</i>	Buffles	x	x	x
<i>Tragelaphus eurycerus</i>	Bongos	x	-	-
<i>Tragelaphus sp.</i>	Guib harnaché	x	x	x

x = présence ; - = absence.

Source : Ouattara, 1993 ; Sangaré *et al.*, 2009 ; Kabran, 2019

## 2.5 Populations riveraines et activités socioéconomiques

La population environnante de la FCHS comprend plusieurs groupes ethniques autochtones, allochtones et allogènes (Kouakou, 2014 ; Zanh *et al.*, 2016 ; 2019). Le Sud, le Sud-Ouest, le Nord et le Nord-Est de la FCHS sont peuplés par les autochtones Niaboua, Niédéboua et Gouro. La population allochtone est composée de Baoulé, Agni, Sénoufo et Malinké. Les allogènes sont constitués de ressortissants des pays voisins (Guinée, Burkina Faso, Mali et Ghana) et d'autres

ressortissants des pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Togo, Nigéria). Certains allogènes et allochtones se sont réinstallés dans des villages au Sud-Ouest de la FCHS ainsi que dans des campements baoulé suite à l'inondation de leurs plantations par les eaux débordantes du barrage hydroélectrique de Buyo. Les populations riveraines de la forêt classée pratiquent principalement l'agriculture de subsistance (le riz fluvial, l'igname et la banane plantain) ainsi que la culture du cacaoyer (*Theobroma cacao*) et du caféier (*Coffea* sp.). Toutes les classes d'âge sont impliquées dans la cacaoculture (Barima *et al.*, 2015). La population riveraine s'adonne également à la pêche artisanale et au commerce.

## **PARTIE II : MATERIEL ET METHODES**

### **Chapitre 3 : Matériel**

Le matériel se compose de :

- matériel biologique ;
- matériel technique.

#### **3.1 Matériel biologique**

Le matériel biologique est constitué des plantes recensées dans la FCHS dont une partie des échantillons est disponible dans l'herbarium de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG). Le matériel biologique est également composé des populations riveraines de la FCHS auprès de qui ont été réalisées les enquêtes.

#### **3.2 Matériel technique**

Le matériel technique est composé d'images satellitaires, de données d'archives, de matériel de collecte de données et de matériel de traitement de données.

##### **3.2.1 Images satellitaires**

Pour la détermination de la dynamique de l'utilisation du sol de la FCHS, nous avons adopté une approche cartographique à partir de l'imagerie satellitaire. Dans cette étude, nous avons choisi deux périodes, à savoir celle qui présente un état relativement bien conservé de la FCHS et une période correspondant à une forte anthropisation de cette forêt. Ainsi, deux images multispectrales du satellite Landsat avec une résolution spatiale de 30 m ont été utilisées. L'image de la période d'avant anthropisation est issue du capteur « Thematic Mapper » (TM) et date de 2000. L'image d'après anthropisation provient du capteur « Operational Land Imager-Thermal Infrared Sensor » (OLI-TIRS) et date de 2019. En effet, les travaux de Oszwald (2005), Barima *et al.* (2015), Sangne *et al.* (2015) et Kouakou (2019) ont montré qu'en 2000, la FCHS était relativement mieux

conservée qu'en 2019. Les deux images ont été téléchargées du portail Earth explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

### **3.2.2 Données d'archives**

Les données d'archives étaient constituées de données relatives à la production de bois d'œuvre dans la FCHS en 2000 et 2019 et leur valeur monétaire. Ces données ont été recueillies des archives de la Société de Développement des Forêts (SODEFOR) de la ville de Daloa.

### **3.2.3 Matériel de collecte des données**

Le matériel de collecte de données est composé de :

- un questionnaire pour la réalisation des enquêtes ;
- un GPS (Global Positionning System) pour l'enregistrement des coordonnées des sites ;
- un appareil photographique numérique pour les prises de vues ;
- un penta décimètre pour la délimitation de transects ;
- un ruban gradué de 1 m pour la mesure de circonférence des arbres à hauteur de poitrine ;
- un sécateur pour le prélèvement des espèces floristiques.

### **3.2.4 Matériel de traitement des données**

Le matériel utilisé pour le traitement des données lors de cette étude est composé :

- du logiciel ENVI 4.7 pour le traitement des images satellites ;
- du logiciel QGis 2.14 pour les traitements cartographiques ;
- des logiciels Sphinx Plus<sup>2</sup> et Excel pour la saisie et le traitement du questionnaire ;
- du logiciel Multi-variate Statistical Package (MVSP) pour l'analyse de la diversité floristique ;
- du logiciel RCmdr pour la réalisation de tests statistiques.



## **Chapitre 4 : Méthodes**

Dans ce chapitre, la méthodologie adoptée sera abordée. Il s'agit dans un premier temps de présenter la méthode de traitement des images satellitaires qui vont servir à la cartographie et à la détermination des dynamiques de l'utilisation du sol. Ensuite, nous présenterons les méthodes de collecte et d'analyse de données floristiques pour l'évaluation des services de support et de régulation. Les données d'archive et celles issues d'enquêtes socioéconomiques serviront à l'évaluation des services d'approvisionnement fournis au gestionnaire et aux populations riveraines.

### **4.1 Détermination des dynamiques spatiotemporelles de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019**

#### **4.1.1 Cartographie de l'utilisation du sol en 2000 et en 2019**

##### **4.1.1.1 Extraction de la zone d'étude et réalisation de la composition colorée**

L'image de 2000 a été prise en décembre et celle de 2019 en février des différentes années correspondante, c'est à dire pendant la saison sèche. En effet, la saison sèche a les taux de nébulosité et de couverture nuageuse les plus faibles de l'année (Oszwald *et al.*, 2007). Les images satellitaires acquises se présentaient sous forme d'une grande scène qui contenait la zone d'étude. L'extraction de cette zone a été réalisée avec le logiciel ENVI 4.7. Elle a consisté à extirper la zone d'étude de la scène entière, à partir d'un fichier vecteur. Après cette étape, nous avons procédé à la composition colorée fausse couleur de nos images. La composition colorée a consisté à combiner des informations que contiennent trois bandes en les affichant simultanément dans les trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu). L'objectif de cette opération était d'avoir une synthèse d'informations en vue de faire une bonne discrimination des types de formations végétales (Chatelain, 1996 ; Girard & Girard, 1999 ; Oszwald, 2005 ; N'Da *et al.*, 2008). La composition colorée de l'image de 2019 retenue est la combinaison des bandes spectrales 5 (proche-infrarouge) dans le rouge, 6 (moyen-infrarouge) dans le vert et la bande 7 (moyen-infrarouge) dans le bleu. La composition colorée de l'image de 2000 a consisté à combiner les bandes 4 (rouge), 5 (proche-infrarouge) et 7 (moyen infrarouge) en les affichant respectivement dans le rouge, le vert et le

bleue. L'infrarouge est particulièrement sensible à la quantité de biomasse contenue dans la végétation (Kergomard, 1990).

#### 4.1.1.2 Classification supervisée des images

La classification des images consiste à regrouper des ensembles de pixels similaires en classes homogènes (Macaire *et al.*, 2004 ; Ouji, 2012). Les pixels peuvent avoir la même valeur radiométrique ou des relations de voisinage très importants. La classification se présente sous deux principales formes à savoir la classification supervisée et la classification non supervisée. Celle utilisée au cours de cette étude a été la classification supervisée. Cette méthode nécessite une connaissance de la zone d'étude. Elle se déroule en deux étapes que sont la sélection des parcelles d'entraînement et l'application de l'algorithme de classification. Une parcelle d'entraînement est une zone de l'image dont l'utilisation du sol est connue de l'utilisateur. 50 parcelles d'entraînement ont été sélectionnées sur la base des cinq types de milieux visités lors des campagnes de collectes de données (10 parcelles d'entraînement par milieu). Plusieurs algorithmes existent pour la classification des images satellitaires. Celui utilisé est le maximum de vraisemblance qui selon Auda *et al.* (2002) et N'Da *et al.* (2008), est le plus adapté à la cartographie de la végétation. Cet algorithme de classification utilise la moyenne et la variance des données spectrales afin d'estimer la probabilité de chaque pixel à être associé à une classe. Il permet de calculer la probabilité qu'un pixel d'appartenir à une certaine classe et donc de réduire les risques d'erreur de pixels mal classés en utilisant au mieux les probabilités d'appartenance. Les visites de terrain effectuées ont aidé à une bonne connaissance de notre zone d'étude. Les classifications ont d'abord été réalisées sur l'image de 2019 qui est la plus récente. Les classes retenues pour cette étude sont les classes « Forêt », « Sol nu-Habitation », « Jachère » et « Cacaoyère ». La classe « Cacaoyère » a été subdivisée en trois sous-classes selon l'âge des cacaoyères en vue d'analyser l'évolution des services fournis par les cacaoyères en fonction de l'âge. Les sous-classes se composent de « cacaoyères de 1 à 5 ans », « cacaoyères de 6 à 10 ans » et « cacaoyères de plus de 10 ans ». La classe « Forêt » correspond aux reliques de forêt relativement bien conservées et la classe « Sol nu-Habitation » correspond aux zones dénudées ainsi qu'aux habitations. La classe « Jachère » représente les zones abandonnées après l'exploitation forestière ou les activités agricoles de types

et d'âge variables. Par la suite, l'image classifiée de 2019 a servi à classifier l'image de 2000. Les classifications ont été faites sous le logiciel ENVI 4.7 et les résultats ont été exportés dans QGIS Desktop 2.14.3 pour l'élaboration des cartes.

#### 4.1.1.3 Détermination de la précision cartographique et validation des classifications

Après une classification supervisée, une phase d'évaluation et de validation est obligatoire. Ainsi, la qualité de la classification obtenue a été évaluée à l'aide des paramètres calculés à partir de la matrice de confusion que sont la précision globale et le coefficient Kappa (Girard & Girard, 1999 ; Foody, 2002 ; Godard, 2005 ; Abdel-Kawy *et al.*, 2011). La matrice de confusion est obtenue en comparant les données classifiées avec 80 points de vérification, différents de ceux ayant servi à réaliser la classification. Cette matrice a pour objectif de quantifier le nombre de pixels d'une classe de référence que l'on retrouve dans la même classe d'affectation (= pixels bien classés).

La précision globale (Pg) est la proportion de pixels bien classés par rapport au nombre de pixels évalués. Elle est obtenue suivant l'équation 1 :

$$P_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_u(i) \quad \text{Equation (1)}$$

Où n est le nombre total de pixels pris en compte dans la matrice et  $P_u(i)$  la précision de l'utilisateur.

La précision de l'utilisateur lui fournit une mesure de la précision de chaque classe après classification. Elle est la probabilité qu'un pixel d'une classe donnée sur l'image appartienne à la même classe sur le terrain. Elle s'obtient suivant l'équation 2 :

$$P_u(i) = \frac{M_c(i)}{m_1} \quad \text{Equation (2)}$$

Où  $M_c(i)$  est le nombre de pixels de la classe i ayant effectivement été affectés à cette classe après classification, et  $m_1$  la somme des pixels de la classe i dans l'image.

Le coefficient Kappa (K) correspond au taux d'accord corrigé de l'effet du hasard. Ce coefficient prend en compte les erreurs d'omission (précision du producteur) et de confusion (précision de l'utilisateur).

L'erreur d'omission (précision du producteur) est la probabilité qu'un pixel d'une classe donnée sur le terrain soit classée dans la même classe sur l'image. Cette précision s'obtient suivant l'équation 3 :

$$Pp(i) = \frac{Mc(i)}{m_2} \quad \text{Equation (3)}$$

Avec  $m_2$  : le nombre de pixels appartenant effectivement à la classe  $i$

De ce fait, le coefficient Kappa est le plus utilisé pour la validation des classifications (Fielding & Bell, 1997 ; Flamenco-Sandoval *et al.*, 2007 ; Deng *et al.*, 2009 ; Adjonou *et al.*, 2010 ; Barima *et al.*, 2010 ; Padonou *et al.*, 2017). Dans un milieu tropical, un indice Kappa s'échelonnant de 0,75 à 1 est estimé satisfaisant dans le cadre d'une classification assistée par maximum de vraisemblance (N'Doumé *et al.*, 2000). Il s'obtient selon l'équation suivante :

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^r Mc(i) - \sum_{i=1}^r m_1 m_2}{(n)^2 - \sum_{i=1}^r m_1 m_2} \quad \text{Equation (4)}$$

Des données de référence pour la vérification des classifications ont été obtenues dans chacune des classes d'utilisation du sol à partir des observations *in situ*. Après l'évaluation de la classification, une carte thématique de la zone d'étude a été élaborée à partir du logiciel QGIS Desktop 2.14.3.

#### **4.1.2 Détermination de la dynamique de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019**

La dynamique de l'utilisation du sol de la FCHS a été déterminée à partir des matrices de transition. En effet, la matrice de transition constitue l'un des modèles les plus importants pour évaluer l'évolution des paysages (Barima *et al.*, 2009 ; Godron, 2012). Elle est un résumé exact et

condensé de l'ensemble des changements qui ont eu lieu au cours d'une période donnée. Elle renseigne sur le passage d'un type *i* d'utilisation du sol vers un type *j*, entre les temps *t* et *t+1* (Cousin, 2001 ; Zanini *et al.*, 2006). La matrice de transition indique le nombre et les fréquences de toutes les transitions entre les différents types d'utilisation du sol pendant une période donnée. Cette matrice présente des valeurs qui sont interprétées différemment selon qu'elles sont en diagonales, en ligne et en colonne. Les valeurs en diagonale indiquent la part de chaque classe qui n'a pas changé. Les autres valeurs correspondent au pourcentage des surfaces modifiées entre les deux pas temporels, par rapport à la surface initiale de la classe. Les valeurs en ligne reflètent les surfaces de la classe converties en d'autres classes, tandis que les valeurs en colonne indiquent les gains de superficie (Zanini *et al.*, 2006 ; Bogaert *et al.*, 2014).

En plus de la matrice de transition, l'analyse des changements dans l'utilisation du sol a été faite en déterminant le taux d'évolution ( $T_e$ ) des classes d'utilisation du sol obtenu selon l'équation 5 :

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

Où  $a_{t0}$  est l'aire totale de la classe au temps  $t_0$  et  $a_{t1}$ , l'aire totale de la même classe au temps  $t_1$ . Le taux d'évolution est égal à 0 lorsqu'il ne s'est opéré aucun changement au sein de la classe d'utilisation du sol. Une valeur positive de  $T_e$  indique une progression de la superficie de la classe d'utilisation du sol. Dans le cas contraire, cela indique une régression de ladite classe.

## **4.2 Détermination des services de support de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019**

### **4.2.1 Méthodes de collecte des données**

#### **4.2.1.1 Choix des sites d'échantillonnage**

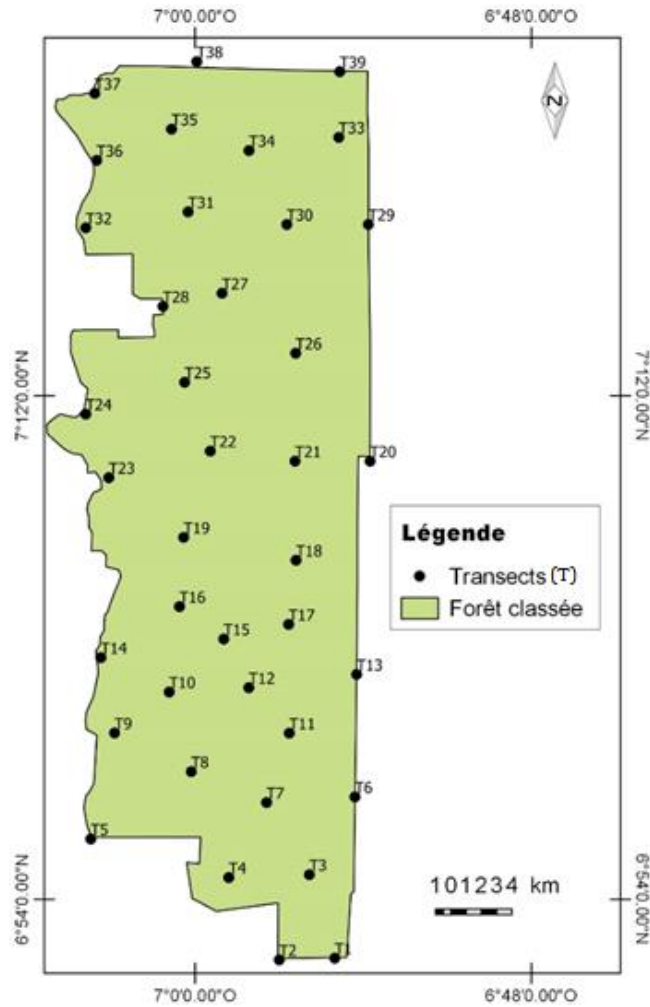
Le choix des sites pour l'inventaire de la flore et l'étude de la végétation a été effectué sur la base de la carte d'utilisation du sol, obtenue suite à la classification de l'image satellitaire de la FCHS retenue pour l'année 2019. Cette carte a permis d'obtenir les différents types d'utilisation du sol végétalisés de la FCHS à savoir les forêts, les jachères et les cacaoyères.

#### 4.2.1.2 Méthodes d'inventaire floristique

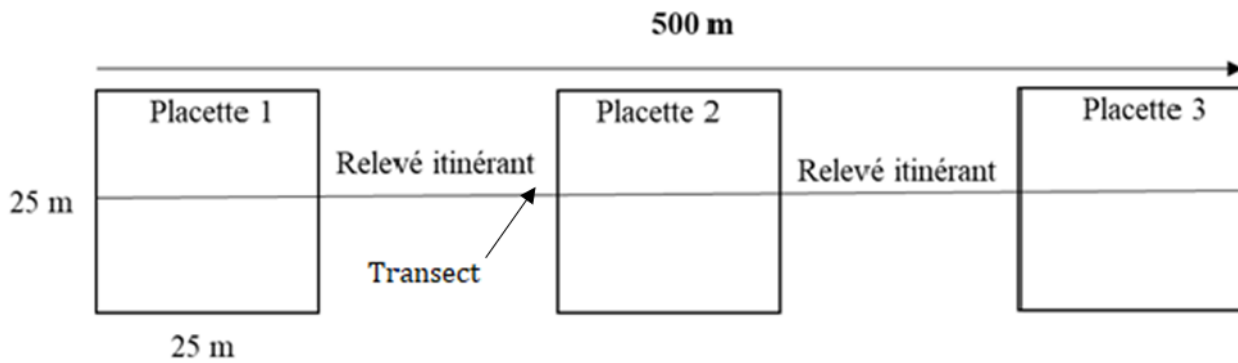
Dans le cadre de cette étude, les inventaires floristiques ont été effectués à partir de deux méthodes de relevés floristiques complémentaires que sont les relevés de surface et les relevés itinérants.

La méthode de relevé de surface est une méthodologie classique, qualitative et quantitative qui a été particulièrement employée en Afrique (Vroh, 2013 ; Gnagbo, 2015). Cette méthode aussi appelée la méthode des quadrats, consiste à identifier toutes les espèces végétales rencontrées dans les surfaces fixes. Au cours de ce travail, 117 placettes de 625 m<sup>2</sup> (25 m x 25 m) ont été disposées sur un total de 39 transects de 500 m de long orientés de l'extérieur vers l'intérieur de la forêt (Figure 5). En effet, sur chaque transect, 3 placettes de 625 m<sup>2</sup> ont été disposées, soit une au début, une au centre et une à la fin du transect (Figure 6). Dans chaque placette, la présence de toutes les espèces a été notée pour déterminer la richesse et la composition floristique. Les circonférences de tous les individus de lianes, d'arbustes et d'arbres de plus de 15 cm ont été mesurés à l'aide d'un ruban gradué de 1 m pour évaluer les paramètres structuraux des biotopes étudiés. Les coordonnées géographiques des placettes ont été enregistrées à l'aide d'un GPS.

La méthode des relevés itinérants est utilisée en Côte d'Ivoire par les botanistes (Jongking *et al.*, 1999 ; Aké-Assi *et al.*, 2005 ; Malan *et al.*, 2007). Elle consiste à noter toutes les espèces rencontrées quand l'on parcourt un site d'étude donné. Cette méthodologie permet de déterminer la qualité de la flore générale d'un biotope. Mais, elle ne permet pas d'obtenir des données quantitatives pouvant être soumises à des analyses statistiques rigoureuses (Vroh, 2013). Pour ces raisons, cette méthode a été utilisée en association à la méthode d'inventaire de surface. Ainsi, dans l'optique d'avoir une vue plus exhaustive de la flore des biotopes étudiés, les inventaires itinérants qui ont consisté à noter la présence de toutes les espèces non rencontrées dans les placettes ont été réalisés entre les placettes situées sur un même transect.



**Figure 5** : Répartition spatiale des points de départ des transects inventoriés dans la forêt classée du Haut-Sassandra



**Figure 6** : Représentation schématique des placettes sur un transect

## 4.2.2 Méthodes d'analyse des données floristique

### 4.2.2.1 Diversité floristique

Les indices de biodiversité utilisés sont la diversité alpha et la diversité beta. La diversité alpha correspond à la diversité au sein d'un site. Elle est estimée par la richesse spécifique, la diversité spécifique (indice de diversité de Shannon et indice de Simpson) ou par l'équitabilité (Godron, 2012). La diversité beta mesure les différences entre les communautés de différents sites (Koleff *et al.*, 2003 ; Zinger *et al.*, 2012 ; Myers *et al.*, 2013). La diversité beta peut être déterminée soit en utilisant l'indice de similitude de Sørensen qui tient compte uniquement de la présence/absence des espèces. Elle peut également être déterminée en utilisant des indices de Morista-Horn ou de dissimilarité de Bray-Curtis (Anderson *et al.*, 2011) qui tiennent compte des abondances relatives des espèces présentes dans les différents milieux. L'indice de similitude de Sørensen a été retenu dans ce travail pour analyser la diversité bêta des différents sites.

#### 4.2.2.1.1 Richesse spécifique

La richesse spécifique est définie comme le nombre d'espèces recensées sur un territoire donné (Aké-Assi, 1984). Sa mesure consiste à faire le décompte de toutes les espèces recensées dans chaque type d'utilisation du sol sans tenir compte de leur abondance.

En plus de la richesse spécifique, la fréquence relative (FeR) de chacune des familles a été déterminée. Cette fréquence est le rapport de la densité absolue des espèces d'une famille (le nombre d'individus par unité de surface) au total des densités absolues de toutes les espèces (Affre, 1974 ; Blondel, 1975 ; Legendre & Legendre, 1998). Elle s'obtient selon l'équation suivante :

$$\text{FeR} = \frac{n_i}{N} * 100 \quad (\text{Equation 6})$$

Avec  $n_i$  le nombre d'occurrence des espèces de la famille et  $N$  la somme des occurrences de toutes les espèces.



#### 4.2.2.1.2 Diversité spécifique

La diversité spécifique a été analysée à partir des Indices de diversité de Shannon-Waever (communément appelé indice de Shannon), de Simpson et d'équitabilité de Pielou.

L'indice de Shannon et Weaver ( $H'$ ) mesure la composition en espèces d'un peuplement en combinant l'abondance relative des espèces et la richesse spécifique (Legendre & Legendre, 1998). Cet indice a été utilisé pour évaluer la diversité des espèces des différents types de biotopes. Si nous désignons par  $N$  l'effectif des  $S$  espèces considérées,  $n_i$  l'effectif des individus d'une espèce  $i$  et  $P_i$  ( $n_i/N$ ) l'abondance relative de l'espèce  $i$ , alors l'indice de Shannon se résume à l'expression mathématique suivante :

$$H' = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right) \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) \quad (\text{Equation 7})$$

Cet indice varie de 0 (une seule espèce présente) à  $\ln S$  qui est la diversité maximale ( $S$  étant le nombre total d'espèces dans le milieu). Lorsque le peuplement est composé d'une seule espèce, il est égal à 0, tandis que pour une flore comportant un nombre élevé d'espèces, il tend vers  $\ln S$ . Ainsi, pour les communautés très diversifiées,  $H$  peut atteindre 4,5 (Kenth & Coker, 1996) et dépasse rarement 5 (Felfili *et al.*, 2004).

L'indice de diversité de Shannon et Weaver est l'estimateur de la diversité le plus utilisé. Cependant, plusieurs auteurs dont Chao & Shen (2003) et Magurran (2004) ont montré que la méthode de calcul sous-estime la diversité dans le cas des espèces rares. De ce fait, il est impératif d'accompagner l'indice de diversité de Shannon et Weaver par d'autres estimateurs pour s'assurer de la même évolution des indices. Dans cette étude, nous avons utilisé l'indice de diversité de Simpson (1949) pour valider les résultats obtenus avec l'indice de diversité de Shannon et Weaver.

L'indice de Simpson ( $D'$ ) mesure la composition en espèce d'un peuplement en tenant compte de la richesse spécifique et de leur abondance relative. Cependant, il est sensible aux variations d'importance des espèces les plus abondantes (Grall & Coïc, 2005).

L'indice de Simpson a été calculé à travers la formule suivante :

$$D' = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \quad (\text{Equation 8})$$

$n_i$  le nombre d'individus d'une espèce  $i$  et  $N$  le nombre total d'individus de toutes les espèces. Cet indice varie donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum).

Pour compléter les informations apportées par les indices de Shannon & Weaver et de Simpson, il convient aussi de mesurer l'équitabilité ( $E$ ) qui renseigne sur la dominance (ou l'abondance) d'une espèce dans une communauté. Elle renseigne sur la répartition des effectifs entre les différentes espèces d'un peuplement. Turcati (2011) affirme que l'indice d'équitabilité permet de faire la distinction entre des communautés dominées par quelques espèces qui représenteraient la majorité des individus et des communautés au sein desquelles les différentes espèces auraient des abondances similaires. L'indice d'équitabilité de Pielou se calcule selon la formule mathématique suivante (Pielou, 1966) :

$$E = \frac{H'}{\ln N} \quad (\text{Equation 9})$$

L'équitabilité varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs des individus est concentrée sur une seule espèce et vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Blondel, 1979 ; Medhi, 2010).

#### 4.2.2.1.3 Ressemblance floristique

La ressemblance floristique entre les différents milieux a été déterminée grâce au coefficient de similitude de Sørensen (1948) qui a été utilisé dans de nombreux travaux dont Tchapnouo *et al.* (2012), Ouattara *et al.* (2013) et Bechir & Logtene (2015). Ce coefficient a permis de comparer les milieux écologiques à partir de leurs listes floristiques. Pour deux milieux  $a$  et  $b$  considérés, il est calculé comme suit (Sørensen, 1948) :

$$Cs = \frac{2C}{(A+B)} * 100 \quad (\text{Equation 10})$$

Où :  $C_s$  = coefficient de similitude de Sorensen ;  $C$  = nombre d'espèces communes aux deux milieux a et b ;  $A$  = nombre total d'espèces présentes dans le milieu a ;  $B$  = nombre total d'espèces présentes dans le milieu b. Il s'exprime en pourcentage.

Le coefficient varie de 0 à 100 %. Il y'a ressemblance floristique lorsque le coefficient est supérieur ou égal à 50 %. Dans le cas contraire, ( $C_s < 50 \%$ ), il n'y a pas de similitude entre les listes floristiques des parcelles concernées.

#### **4.2.2.2 Composition floristique**

La détermination de la composition floristique rend compte des types morphologiques (Angoni *et al.*, 2018), de la chorologie (Adou Yao *et al.*, 2013), du statut de conservation des espèces inventoriées (Tiebre *et al.*, 2016) ainsi que des espèces exploitables comme bois d'œuvre (Kouadio *et al.*, 2014).

##### **4.2.2.2.1 Types morphologiques**

Le type morphologique est la forme courante d'une espèce. Nous nous sommes référés aux types morphologiques de Descoing (1976) pour compléter la description des herbacées. Les différents types morphologiques mis en évidence sont les arbres (A), les arbustes (Abst), les arbrisseaux (Arbs), les lianes (L) et les herbacées (h) (Angoni *et al.*, 2018).

##### **4.2.2.2.2 Affinités chorologiques**

La chorologie se définit comme étant l'étude de la répartition géographique des espèces vivantes (Ginet & Lemée, 1967). Elle tente de préciser les causes de présence d'une espèce en un lieu donné. En effet, sa présence renseigne sur les liens chorologiques des végétations étudiées avec les végétations avoisinantes et à contrario sur leur originalité au sein de ces ensembles. Il s'agit des théories de distribution des espèces qui compose l'écologie et la répartition des espèces, l'histoire de cette répartition et les modes de dispersion. Ainsi, les espèces recensées dans la FCHS ont été classifiées suivant leur aire de répartition géographique (Tableau IV).

**Tableau IV** : Affinités chorologiques des espèces

Abréviation	Nom intégral	Auteurs
GC	Espèces de la région Guinéo-Congolaise	
SZ	Espèces Soudano-Zambézienne	
GC-SZ	Espèce de transition Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne	Aké-Assi,
i	Espèces exotiques ou introduites	1984
SZ	Espèces de la région Soudano-Zambézienne	
GCI	Espèces endémiques de la Côte d'Ivoire	
NEO	Néotropicales	White, 1983
PAN	Pantropical	

#### 4.2.2.2.3 Espèces à statut particulier

La valeur de conservation de la FCHS a été déterminée à travers la présence des espèces dites à statut particulier (Tiebre *et al.*, 2016 ; Gboze *et al.*, 2020). Il s'agit des espèces endémiques et des espèces menacées. En se basant sur des critères de rareté de certains taxons au niveau national, régional ou international, les auteurs Aké-Assi (1998 ; 2001 ; 2002) et UICN (2020) ont proposé des listes d'espèces qui sont menacées de disparition à cause des activités anthropiques. Ainsi, les espèces menacées de la flore de la FCHS ont été listées par la confrontation des listes floristiques à celles d'Aké-Assi (1998) et l'UICN (2020).

L'endémisme se dit d'une espèce dont l'aire de répartition est nettement délimitée et qui caractérise une région (UICN, 2012). L'endémisme est également la caractéristique d'espèces dont l'aire de distribution est très restreinte, quelques kilomètres carrés dans certains cas extrêmes (Langhammer, 2011). Pour l'endémisme, nous avons distingué les endémiques aux blocs forestiers Ouest africains (GCW) parmi lesquelles celles qui sont propres au territoire ivoirien désignées par GCI (Aké-Assi, 1998). Les espèces endémiques aux forêts de la région phytogéographique de la Haute Guinée sont désignées par HG. Pour la caractérisation de ces espèces, nous avons utilisé la documentation de Aké-Assi (2001 ; 2002) et Poorter *et al.* (2004).

#### 4.2.2.2.4 Espèces exploitables comme bois d'œuvre

En Côte d'Ivoire, dans le cadre d'une exploitation rationnelle pour la production de bois d'œuvre, les essences forestières ont été divisées en deux groupes en fonction de leur utilisation technologique (SODEFOR, 1996). Il s'agit des espèces principales et les espèces secondaires. Les espèces principales sont actuellement au nombre de 84 (Kouamé, 1998 ; Kouadio, 2007). Elles se subdivisent en trois catégories (P1, P2 et P3), en fonction de leurs valeurs technologiques et de la demande sur le marché. Une comparaison des listes d'espèces inventoriées dans la FCHS à celle existant pour la Côte d'Ivoire sur les bois d'œuvre a été faite. Elle a permis de déterminer la valeur commerciale en bois d'œuvre des différents milieux (Kouamé, 1998 ; Kouadio, 2007).

#### 4.2.2.3 Diversité structurale du peuplement

La mesure de la diversité structurale dans ce travail a concerné la structure horizontale de la végétation. Elle exprime l'agencement et la répartition des individus suivant le plan horizontal. Elle est obtenue à travers de nombreux paramètres dont la densité, l'aire basale et la répartition des individus par classe de diamètre (Adingra & Kassi, 2016 ; Oulaitar, 2018).

##### 4.2.2.3.1 Densité

La densité (D) est le nombre d'individus par unité de surface (Rollet, 1979). Elle traduit l'utilisation du sol par les espèces. Sa détermination est liée à la morphologie de l'espèce considérée. Sa formule mathématique est :

$$D = \frac{n'}{s} \quad (\text{Equation 11})$$

$n'$  est le nombre d'individus recensés et  $s$  est la surface exprimée en hectare. La densité s'exprime en nombre de tiges/ha.

#### 4.2.2.3.2 Aire basale

L'aire basale (A) des tiges, encore appelée surface terrière (Adingra, 2017) est la superficie des sections de troncs d'arbres d'un hectare de végétation que l'on aurait coupé à 1,30 m au-dessus du sol. Pour une formation végétale, elle correspond à la somme des sections transversales de toutes les espèces arborescentes présentes sur cet espace. Elle s'obtient par l'équation suivante (N'Da *et al.*, 2008) :

$$A = d^2 * \frac{\pi}{4} \quad \text{(Equation 12)}$$

Où d est le diamètre (m) de la tige et  $\pi = 3,14$ . L'aire basale s'exprime en m<sup>2</sup>/ha.

#### 4.2.2.3.3 Distribution par classe de diamètre

La distribution par classe de diamètre permet de rendre compte de la structure démographique des individus ligneux (Goba *et al.*, 2019). Les individus ont été par la suite regroupés en 11 classes de diamètre : [5 ; 10[ ; [10 ; 20[ ; [20 ; 30[ ; [30 ; 40[ ; [40 ; 50[ ; [50 ; 60[ ; [60 ; 70[ ; [70 ; 80[ ; [80 ; 90[ ; [90 ; 100[ et DBH  $\geq$  100.

### 4.3 Estimation de certains services de régulation fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

#### 4.3.1 Estimation du taux de carbone séquestré

L'estimation du stock de carbone forestier dans les pays tropicaux peut être effectuée par des moyennes des biomes, des mesures au sol et des mesures de télédétection (Gibbs *et al.*, 2007). L'estimation du taux de carbone par les moyennes des biomes désigne des estimations des stocks moyens de carbone forestier par grande catégorie de forêt, sur la base d'une série d'intrants de diverses sources (Gibbs *et al.*, 2007). Les mesures du carbone au sol consistent à relier les mesures au sol des diamètres des troncs ou des volumes des arbres aux stocks de carbone forestier en utilisant des relations allométriques (Chave *et al.*, 2005). Les mesures du carbone par télédétection quant à elles consistent à utiliser les fréquences visibles et infrarouges pour mesurer les indices du

spectre (Bertier *et al.*, 2008). Dans cette étude, la méthode de mesure au sol a été adoptée. Afin d'estimer le taux de carbone séquestré par toute la FCHS en 2019, le taux de carbone séquestré par unité de surface a été déterminé pour les différents types d'utilisation du sol (Tsoumou *et al.*, 2016 ; Bah *et al.*, 2019 ; Ouedraogo *et al.*, 2019), puis extrapolé sur tout l'ensemble de la FCHS (Robert & Saugier, 2003 ; Houghton, 2005 ; Gibbs *et al.*, 2007 ; Kuyah *et al.*, 2012).

Par ailleurs, la méthodologie d'estimation du carbone séquestré par unité de surface a été basée sur les recommandations faites par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC, 2003). Cette méthodologie consiste à déterminer le taux de carbone séquestré en multipliant la biomasse par une fraction de carbone puisque les plantes accumulent le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) atmosphérique dans leurs constituants cellulaires (Tufekcioglu *et al.*, 2003 ; Sharrow & Ismail, 2004). En outre, les biomasses aérienne, souterraine et totale sont estimées par unité de surface puis converties en carbone aérien, souterrain et total en les multipliant par une fraction de carbone.

#### **4.3.1.1 Estimation de la biomasse de la forêt classée du Haut-Sassandra**

##### **4.3.1.1.1 Estimation de la biomasse de la forêt classée du Haut-Sassandra par hectare**

La biomasse d'un arbre représente la masse du tissu vivant de la plante et elle est généralement exprimée en unités de tonnes métriques (t) (Cornet, 1981). Une biomasse vivante peut être séparée en composantes aérienne (feuilles, branches et tiges) et en souterraine (racines) (Picard *et al.*, 2012). Il est possible d'estimer la biomasse à l'aide de deux approches : les méthodes directes ou destructives et les méthodes indirectes (Segura & Kanninen, 2001). Les méthodes directes impliquent généralement la récolte sur le terrain d'échantillons et parfois même de végétaux complets. Les méthodes indirectes consistent à appliquer des modèles de régression, des tables de volume ou des formules géométriques avec des mesures prises sur le terrain) (Chave *et al.*, 2005 ; Chave *et al.*, 2014). Dans la présente étude, l'estimation de la biomasse a été effectuée selon la méthode indirecte (non-destructive).

#### 4.3.1.1.1 Estimation de la biomasse aérienne

Afin d'estimer la biomasse aérienne par unité de surface, des équations spécifiques ont été utilisées. Ainsi, la biomasse aérienne ou Aboveground Biomass (AGB) a été calculée pour les arbres, arbustes et arbrisseaux, à partir de l'équation de Chave *et al.* (2005). Le modèle mathématique de base est le suivant :

$$AGB = \rho \times \exp(-1,499 + 2,148 \times \ln(d) + 0,207 \times (\ln(d))^2 - 0,0281 \times (\ln(d))^3)$$

(Equation 13)

Avec AGB : Biomasse de l'arbre au-dessus du sol (kg) ; d = diamètre à hauteur de poitrine (cm) ; ln = logarithme népérien ;  $\rho$  : densité spécifique des espèces (g.cm<sup>3</sup>).

Les densités spécifiques des espèces ont été obtenues grâce aux bases de données de 'Global wood density database' (Chave *et al.*, 2009). Pour les espèces dont les densités ne sont pas connues, nous avons utilisé la valeur par défaut ( $\rho = 0,58$  g/cm<sup>3</sup>) pour les forêts tropicales d'Afrique.

L'équation 13 n'est pas valable pour l'estimation de la biomasse des lianes. La biomasse des lianes a été calculé par l'équation de Gehring *et al.* (2004) :

$$AGB = e^{(-7,094 + 1,690 \times \ln(d))}$$

(Equation 14)

Avec d = diamètre à hauteur de poitrine (cm)

La biomasse des cacaoyers a été calculée à partir de l'équation allométrique établie par Segura *et al.* (2005). Cette équation est utilisée pour le calcul de la biomasse aérienne des cacaoyers pour les individus de diamètre compris entre 1,3 cm et 26,8 cm grâce à la formule suivante :

$$AGB = 10^{(-1,625) + 2,626 \times \text{Log}d}$$

(Equation 15)

Avec d = diamètre à hauteur de poitrine (cm)



#### 4.3.1.1.1.2 Estimation de la biomasse souterraine

L'estimation de la biomasse souterraine ou Belowground Biomass (BGB) a été effectuée selon la méthodologie adoptée par le GIEC (2003). En effet, l'équivalence en biomasse souterraine (BGB est trouvée en multipliant la valeur de la biomasse aérienne (AGB) par un coefficient R (Root to shoot ratio) dont la valeur est estimée à 0,24 (GIEC, 2006). Ainsi, dans cette étude, la biomasse souterraine est estimée à partir de la formule suivante :

$$\text{BGB} = \text{AGB} * 0,24 \quad (\text{Equation 16})$$

#### 4.3.1.1.1.3 Estimation de la biomasse totale

La biomasse totale (BT) est obtenue en faisant la somme de la biomasse aérienne (AGB) et de la biomasse souterraine (BGB) (Gueulou *et al.*, 2020) par unité de surface. Son unité de mesure est le kg.

$$\text{BT} = \text{AGB} + \text{BGB} \quad (\text{Equation 17})$$

#### 4.3.1.1.2 Estimation de la biomasse totale de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

Afin de déterminer les biomasses aérienne ( $\text{AGB}_{\text{FCHS}}$ ), souterraine ( $\text{BGB}_{\text{FCHS}}$ ) et totale ( $\text{BT}_{\text{FCHS}}$ ) de la FCHS, les biomasses aérienne (AGB), souterraine (BGB) et totale (BT) estimées par unité de surface ont été extrapolées à l'ensemble de la FCHS, en tenant compte des superficies occupées par chaque type d'utilisation du sol (Soc) à cette période. Cette méthode a déjà été utilisée par Maresca *et al.* (2011).

$$\text{AGB}_{\text{(FCHS)}} = \sum(\text{AGB} \times \text{Soc}) \quad (\text{Equation 18})$$

$$\text{BGB}_{\text{(FCHS)}} = \sum(\text{BGB} \times \text{Soc}) \quad (\text{Equation 19})$$

$$\text{BT}_{\text{(FCHS)}} = \sum(\text{BT} \times \text{Soc}) \quad (\text{Equation 20})$$

### 4.3.1.2 Estimation du taux de carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra

#### 4.3.1.2.1 Estimation du taux de carbone séquestré par hectare

Par convention, la valeur de 0,5 est utilisée pour la teneur en carbone bois (GIEC, 2003 ; 2006). Ainsi, les biomasses aérienne (AGB), souterraine (BGB) et totale (BT) sont converties en carbone aérien (Ca), souterrain (Cs) et total (CT) séquestré en les multipliant par 0,5. Cette méthode a été déjà utilisée par Ouedraogo *et al.* (2019).

$$Ca = AGB * 0,5 \quad \text{(Equation 21)}$$

$$Cs = BGB * 0,5 \quad \text{(Equation 22)}$$

$$CT = BT * 0,5 \quad \text{(Equation 23)}$$

#### 4.3.1.2.2 Estimation du taux de carbone séquestré à l'échelle de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

La quantification du carbone séquestré par la FCCHS a été effectuée à partir de la méthode du MEA (2005a), reprise par N'Goufo *et al.* (2019). Ainsi, le taux de carbone aérien (Ca), Souterrain (Cs) et total (CT) séquestré dans chaque type d'utilisation du sol par unité de surface a été extrapolé sur tout l'ensemble de la FCCHS en 2019, en tenant compte des superficies occupées par chaque type d'utilisation du sol à cette période.

$$Ca(FCCHS) = \sum(Ca * Soc) \quad \text{(Equation 24)}$$

$$Cs(FCCHS) = \sum(Cs * Soc) \quad \text{(Equation 25)}$$

$$CT(FCCHS) = \sum(CT * Soc) \quad \text{(Equation 26)}$$

L'unité de mesure de la biomasse est la tonne de matière sèche (tMS). Le carbone séquestré est mesuré en tonne de carbone (tC).

### 4.3.2 Détermination de la valeur monétaire du carbone séquestré

La valeur en franc CFA du carbone séquestré a été évalué sur la base de trois marchés de carbone. Ce sont les marchés du Mécanismes de Développement Propre (MDP), les marchés

volontaires et les marchés du Redd<sup>+</sup> (Réduire les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts). Les prix de carbone pour ces marchés sont respectivement de 1 975 FCFA/tCO<sub>2</sub>, 3 096 FCFA/tCO<sub>2</sub> (Chenost & Bouculat, 2010) et 65 885 FCFA (Boulier & Simon, 2010).

La valeur économique du carbone aérien (VCa), souterrain (VCs) et total (VCT) séquestré par unité de surface par la FCHS en 2019 a été déterminée par le produit du taux de carbone aérien, souterrain et total séquestré par unité de surface et le prix de vente du carbone en 2019.

$$VCa = Ca * P \quad \text{(Equation 27)}$$

$$VCs = Cs * P \quad \text{(Equation 28)}$$

$$VCT = Ct * P \quad \text{(Equation 29)}$$

La valeur économique du carbone aérien (VCa), souterrain (VCs) et total (VCT) séquestré par toute la FCHS en 2019 a été déterminée par le produit de la quantité totale du carbone aérien, souterrain et total séquestré par le prix de vente (P) du carbone en 2019.

$$VCa(FCHS) = Ca(FCHS) * P \quad \text{(Equation 30)}$$

$$VCs(FCHS) = Cs(FCHS) * P \quad \text{(Equation 31)}$$

$$VCT(FCHS) = Ct(FCHS) * P \quad \text{(Equation 32)}$$

#### **4.4 Détermination des services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019**

##### **4.4.1 Détermination des services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra au Gestionnaire en 2000 et 2019**

###### **4.4.1.1 Méthode de collecte des données**

Pour évaluer les services d’approvisionnement fournis par la FCHS au gestionnaire (SODEFOR), nous avons effectué une recherche documentaire. La source d’information a été les archives de la Société de Développement des Forêts (SODEFOR). La recherche documentaire a consisté à recueillir les rapports d’étude sur la FCHS. Les données qui ont été utilisées sont :

- les essences exploitées dans la FCHS en 2000 et 2019 ;
- le volume de bois d’œuvre exploité en 2000 et 2019 ;
- la valeur monétaire du bois d’œuvre exploité en 2000 et 2019.

###### **4.4.1.2 Méthodes d’analyse des données**

###### **4.4.1.2.1 Diversité floristique des essences exploitées en 2000 et 2019**

Les espèces exploitées pendant la période 2000 et 2019 ont été rangées en familles, genres et espèces botaniques. La nomenclature des espèces floristiques exploitées est celle de Cronquist (1988) et les noms des espèces, celle de Lebrun & Stork (1991 ; 1997). Les noms des espèces ont été complétées grâce à des documents de référence telle que la flore de Côte d’Ivoire d’Aké Assi (2001 ; 2002).

La ressemblance floristique entre les espèces exploitées comme bois d’œuvre dans la FCHS en 2000 et en 2019 a été étudiée à travers l’indice de similarité de Sørensen.

###### **4.4.1.2.2 Composition floristique des essences exploitées en 2000 et 2019**

Pour chacune des espèces qui ont été identifiées, le statut de conservation ainsi que la catégorie d’exploitation (P1, P2, P3) ont été déterminés. Le statut de conservation a concerné les espèces rares ainsi que les espèces menacées de la liste rouge de l’UICN (2020). Les espèces rares ont été identifiées suivant les travaux de Aké-Assi (1998).

#### **4.4.1.2.3 Volume et valeur économique du bois d'œuvre exploité en 2000 et 2019**

Le volume total de bois d'œuvre exploité ( $V_t$ ) a été déterminé en faisant la somme des volumes de bois ( $V$ ) exploité (Rondeux, 1975).

$$V_t = \sum V \quad (\text{Equation 33})$$

La valeur économique du bois d'œuvre exploité ( $V_{\text{bois}}$ ) dans la FCHS a été déterminée par le produit du volume total de bois d'œuvre exploité ( $V_t$ ) et le prix ( $P$ ) du  $m^3$  de bois d'œuvre exploité. Sa formule est la suivante (Bonneau, 1965) :

$$V_{\text{bois}} = V_t \times P \quad (\text{Equation 34})$$

#### **4.4.2 Détermination des services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines en 2000 et 2019**

##### **4.4.2.1 Méthode de collecte des données**

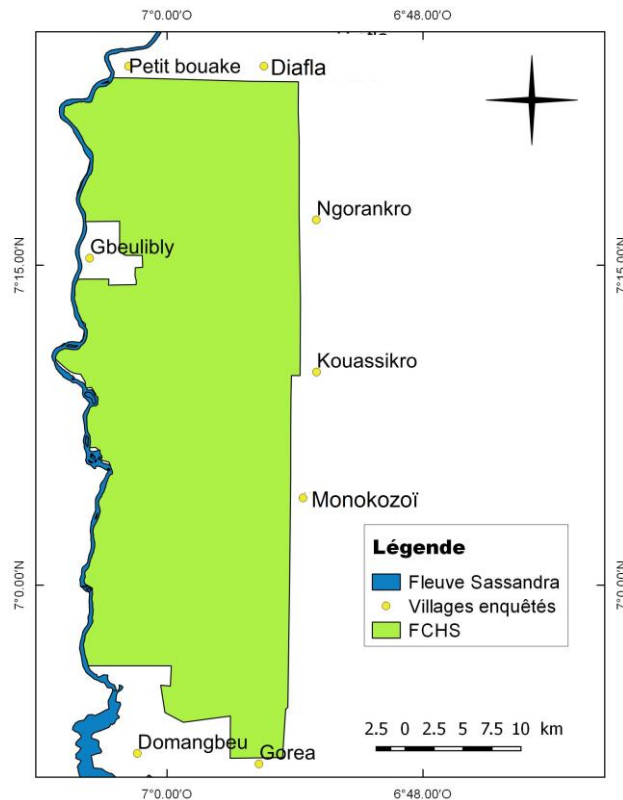
##### **4.4.2.1.1 Choix des localités enquêtées**

L'évaluation des services d'approvisionnement fournis par les plantes issues de la FCHS a reposé sur des enquêtes socioéconomiques et ethnobotaniques de type semi-directif. Cette méthode a permis d'interroger les populations riveraines de la forêt, susceptibles de fournir des informations sur les services d'approvisionnement. Ainsi, huit (08) villages et campements riverains de la FCHS dont deux (02) localités au nord (Petit Bouaké et Diafla), deux (02) au sud (Domangbeu et Goréa), trois (03) à l'est (Kouassikro, N'Gorankro et Monokozi) et une (01) à l'ouest (Gbeulibly) ont été enquêtés (Figure 7). Le choix d'une seule localité à l'ouest est dû au fait que la limite ouest de la FCHS est constituée du fleuve Sassandra. Un village (Gbeulibly) est enclavé dans cette partie. Le choix des différentes localités est basé sur le groupe sociolinguistique dominant dans la zone pour une bonne triangulation des services de la forêt. Ainsi, trois (03) des localités choisies sont dominées par les populations autochtones (Monokozi, Gbeulibly et Domangbeu), trois (03) par

les populations allochtones (Kouassikro, N’Gorankro et Petit Bouaké) et deux (02) par les populations allogènes (Diafla et Goréa).

#### 4.4.2.1.2 Taille de l’échantillon

La méthode d’échantillonnage empirique ou non probabiliste a été utilisée de sorte à interroger le maximum d’individu de la population cible (Ajar *et al.*, 1983). Cette méthode a consisté à interroger de façon aléatoire mais raisonnée les différentes personnes. De façon pratique, en absence de données de recensement de la population locale, nous avons procédé au comptage de ménages de chaque village et/ou campement visités 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 investigué. Cette méthode a également été utilisée par Kouakou (2019).



**Figure 7** : Localisation des localités enquêtées à la périphérie de la forêt classée du Haut-Sassandra

#### 4.4.2.1.3 Administration du questionnaire aux ménages

La méthode d'enquête individuelle semi-directive, au moyen de questions fermées uniques et multiples a été utilisée (Figure 8). Les questions fermées uniques limitent le nombre de réponses possibles à une seule tandis que les questions fermées multiples donnent la possibilité à l'enquêté de cocher plusieurs réponses possibles (Scherrer, 2001 ; 2005). Toutefois, pour d'autres questions semi-ouvertes, une rubrique « autres à préciser » complétait les modalités de réponse. Cette méthode permet d'orienter en partie (semi-directive) le discours des personnes interrogées autour de différents thèmes préalablement définis et consignés dans un questionnaire. Les questions semi-ouvertes portaient sur l'identification des enquêtés (origine de l'enquêté) et les différents services écosystémiques fournis par la FCHS (Annexe 1). La méthode utilisée dans le cadre de cette étude est similaire à celle de travaux déjà réalisés en Côte d'Ivoire (Adingra, 2014 ; Kouadio, 2016) et au Togo (Polorigni *et al.*, 2014).



**Figure 8** : Administration de questionnaire dans un village riverain de la forêt classée du Haut-Sassandra

A = Enquêteur ; B = Interprète ; C = Enquêté.

(Photo : Assalé, 2019)

#### 4.4.2.2 Méthode d'analyse des données

Les données collectées pendant les enquêtes ont fait l'objet d'un traitement avec le logiciel Sphinx plus<sup>2</sup>. Ce logiciel a permis de générer directement les résultats en fonction des variables de saisie en utilisant les techniques d'analyse uni-variées ou bi-variées. Dans cette étude, la nomenclature des espèces floristiques recueillies auprès des populations riveraines suit Cronquist (1988) et les noms des espèces suivent celle de Lebrun & Stork (1991 ; 1997). Les noms des espèces ont été complétées (famille biologique, type morphologique) grâce à des documents de référence telle que la flore de Côte d'Ivoire d'Aké Assi (2001, 2002).

##### 4.4.2.2.1 Détermination des espèces de la forêt classée du Haut-Sassandra utilisées par les populations en 2000 et 2019

A partir des données d'enquête, la richesse floristique ainsi que les espèces végétales les plus citées par les populations ont été déterminées.

Les espèces floristiques les plus citées ont été définies à partir de la fréquence de citations ou d'indications des réponses obtenues auprès des populations enquêtées. La fréquence de citation d'une espèce ( $Fe$ ) est le rapport de la somme des citations de cette espèce ( $ne$ ) au nombre total d'enquêtés ( $Ne$ ), exprimé en pourcentage (Badou *et al.*, 2019).

$$Fe = \frac{ne}{Ne} * 100 \quad \text{(Equation 35)}$$

Lorsque  $Fe$  tend vers 0, l'espèce est faiblement utilisée et lorsque  $Fe$  tend vers 100, l'espèce est fortement utilisée.



#### 4.4.2.2 Détermination des services d’approvisionnement fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

L’usage de chaque espèce ligneuse a permis de connaître les services d’approvisionnement fournis par la FCHS. La fréquence de citation ( $F_c$ ) d’un service d’approvisionnement est exprimée en pourcentage (%) et est estimée par la formule suivante (Badou *et al.*, 2019) :

$$F_c = \frac{N_i}{N_e} * 100 \quad (\text{Equation 36})$$

Avec  $N_i$  la somme des citations d’un type de service d’approvisionnement et  $N_e$  la somme des citations de tous les services d’approvisionnement. Lorsque  $F$  tend vers 0, le service d’approvisionnement est faiblement fourni par la FCHS et lorsque  $F$  tend vers 100, le service est fortement fourni.

#### 4.4.2.3 Détermination du bilan de 2000 à 2019 des pertes et gains d’espèces citées pour chaque type de service d’approvisionnement

Afin d’apprécier les pertes et les gains ( $F'$ ) opérés au niveau des services d’approvisionnement en termes quantitatifs et de valeur économique, la formule adaptée de la FAO (1990) a été appliquée :

$$F' = \frac{n_2 - n_1}{n_1} * 100 \quad (\text{Equation 37})$$

Avec  $n_1$  la richesse spécifique totale en 2000 et  $n_2$  la richesse totale en 2019.

Le taux d’évolution est égal à 0 lorsqu’il ne s’est opéré aucun changement aux services écosystémiques. Une valeur positive indique une stabilité des services fournis en 2000 ou un gain de services en 2019. La valeur négative du taux d’évolution indique une perte de services fournis par la FCHS en 2000.

#### **4.4.2.2.4 Détermination de la répartition des services d’approvisionnement fournis en 2000 et 2019 entre les couches socioculturelles**

Pour déterminer la répartition des services d’approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019 entre les couches socioculturelles, nous avons réalisé une analyse de correspondance multiple (ACM). L’ACM a pour objectif de décrire les liaisons entre des variables qualitatives, simultanément observées sur n individus (Escofier, 1990). Elle est adaptée à l’exploitation de données d’enquêtes socio-économiques où elle permet de mettre en correspondance plusieurs ensembles de questions (Duval, 2013). L’ACM qui est une extension de l’analyse factorielle des correspondances (AFC) est préconisée pour des tableaux où les lignes représentent des individus (observations) et les colonnes, des modalités de variables nominales (réponses à des questions). L’ACM a été réalisée grâce au logiciel R-3.2.0.

#### **4.4.3 Détermination de la valeur économique des espèces agricoles cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines**

La quantification des services d’approvisionnement fournis par la FCHS a été effectuée à partir du questionnaire administré aux populations riveraines. Il s’agissait de déterminer le rendement en fèves de cacao (*Theobroma cacao*) et en banane plantain (*Musa paradisiaca*) dans la FCHS en 2019. Le cacao étant considéré comme la spéculation qui modifie le paysage de la FCHS (Barima *et al.*, 2016 ; Timité *et al.*, 2019) et la banane plantain, la principale espèce issue de la FCHS, utilisée dans l’alimentation des populations riveraines. Les rendements en fèves de cacao et en banane plantain des exploitations agricoles obtenus par unité de surface ont été extrapolés à l’ensemble de la FCHS aussi bien en 2019 qu’en 2000, en tenant compte des superficies occupées par les exploitations agricoles pendant ces deux périodes.

##### **4.4.3.1 Méthode de collecte de données**

Afin de déterminer le rendement en fèves de cacao et en banane plantain des exploitations agricoles présentes dans la FCHS en 2019 en fonction de leurs classes d’âge, un questionnaire a été administré aux paysans ayant au moins une plantation de cacao et de banane plantain dans

ladite forêt. La méthode d'échantillonnage empirique ou non probabiliste a été utilisée de sorte à interroger le maximum d'individus de la population cible. Le questionnaire administré visait principalement à quantifier le cacao et la banane plantain fournis par la FCHS (Annexe 1). Ainsi, les questions ont porté essentiellement sur l'âge, la superficie et le rendement annuel en fève de cacao et en banane plantain des plantations.

#### **4.4.3.2 Quantification des fèves de cacao et de la banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra**

Le rendement en fève de cacao et en banane plantain des plantations a été calculé à partir de la production annuelle déclarée par chaque paysan. Il a été calculé selon la formule suivante (Stessens, 2002 ; Bazot *et al.*, 2014) :

$$Rc = \frac{Pt}{S} \times 100 \quad \text{(Equation 38)}$$

Avec Rc = Rendement en fève de cacao ou en banane plantain des plantations (Kg/ha/an), Pt = Production totale (kg/an) et s = Superficie totale de la plantation (ha).

La quantité totale (kg) de fèves de cacao et de banane plantain produit (Qt) en 2000 et 2019 a été déterminée par le produit du rendement moyen à l'hectare (Rc) et de la superficie des exploitations (S) en 2000 et 2019 (Stessens, 2002 ; Bazot *et al.*, 2014).

$$Qt = Rc \times S \quad \text{(Equation 39)}$$

#### **4.4.3.3 Détermination de la valeur économique de la production cacaoyère et de banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra**

Afin de déterminer la valeur économique du cacao et de la banane plantain fournis par la FCHS en 2000 et 2019, une recherche documentaire a été effectuée. Elle a consisté à déterminer le prix moyen du kg de cacao et de banane plantain fixé à l'échelle nationale en 2000 et 2019. Pour le cacao, le prix était de 325 FCFA en 2000 et de 750 FCFA en 2019. Le kg de la banane plantain

était de 25 FCFA en 2000 et de 75 FCFA en 2019. Ainsi, la valeur économique ( $V_e$ ) de chaque spéculation (cacao et banane plantain) a été déterminée par le produit de la quantité totale ( $Q$ ) et du prix du kg de chaque spéculation ( $P$ ) à chaque période de l'étude. La valeur économique de la banane plantain ( $V_{eb}$ ) dans la FCHS a été déterminée par le produit de la quantité totale de banane plantain ( $Q_b$ ) et du prix du kg de banane plantain ( $P_b$ ) (Stessens, 2002 ; Bazot *et al.*, 2014). L'unité de mesure est le FCFA et les formules sont les suivantes :

$$V_e = Q \times P \quad \text{(Equation 40)}$$

#### **4.4.4 Détermination de la valeur économique totale de certains services d'approvisionnement fournis par la FCHS au gestionnaire et aux populations riveraines**

La détermination de la valeur économique totale ( $VET'$ ) des services d'approvisionnement fournis par la FCHS s'est faite à partir de la production en bois d'œuvre exploité, des fèves de cacao et de la banane plantain fournis en 2000 et 2019. Elle a consisté à faire la somme de la valeur économique de la production de bois d'œuvre exploité ( $V_{e_{bois}}$ ), de la valeur économique de la production cacaoyère ( $V_{e_c}$ ) et de la production de banane plantain ( $V_{eb}$ ).

$$VET' = V_{e_{bois}} + V_{e_c} + V_{eb} \quad \text{(Equation 43)}$$

## **PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

## Chapitre 5 : Dynamiques de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

Rappelons que l'objectif général de cette thèse est de connaître les services écosystémiques fournis par cet espace domanial pour les gestionnaires et les populations riveraines à deux périodes correspondant à deux états de la FCHS. Le premier état concerne l'état relativement bien conservé (2000) et le second, correspondant à un état anthropisé 2019.

Ce chapitre permet de déterminer les superficies de chaque type d'utilisation du sol, lesquelles seront utiles pour l'extrapolation des données biophysiques à l'ensemble de la FCHS.

### 5.1 Utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

#### 5.1.1 Description des types d'utilisation du sol en 2019

Les traitements numériques de l'image de 2000 ont permis de mettre en évidence quatre (04) classes d'utilisation du sol que sont : « Forêt », « Jachère », « Cacaoyères de 1 à 5 ans » et « Sol nu/Habitation ». Ceux de l'image de 2019 ont permis de mettre en évidence six classes d'utilisation du sol que sont « Forêt », « Jachère », « Cacaoyères de 1 à 5 ans », « Cacaoyères de 6 à 10 ans », « Cacaoyères de plus de 10 ans » et « Sol nu/Habitation ».

##### 5.1.1.1 Classe forêt

Les forêts de 2019 sont généralement constituées de trois strates : les strates émergentes, moyennes et basses. Au niveau de la strate émergente (plus de 16 m), les espèces arborescentes présentent des fûts qui peuvent atteindre 32 m de hauteur. Les espèces émergentes sont : *Ceiba pentandra* (Malvaceae), *Terminalia superba* (Combretaceae) et *Triplochiton scleroxylon* (Malvaceae). La strate moyenne comprend les individus dont la taille oscille entre 8 m et 15 m. Les espèces constitutives de cette strate sont entre autres *Diospyros* spp. (Ebenaceae) et *Ficus exasperata* (Moraceae). La strate inférieure (moins de 8 m) est plus ou moins dense et composée d'espèces telles que *Baphia nitida* (Fabaceae) et *Mallotus oppositifolius* (Euphorbiaceae). Cependant, les forêts présentes dans la FCHS en 2019 sont des formations forestières qui ont une structure intermédiaire entre celle des forêts denses et celle des jachères. Elles résultent de l'anthropisation des écosystèmes forestiers initiaux provoquée par les activités humaines

(exploitation forestière, coupe de bois et d'arbustes pour usage traditionnel, culture). Ce sont des forêts dont la canopée est ouverte à des degrés divers avec un sous-bois dense (Figure 9).



**Figure 9** : Sous-bois d'une forêt dans la forêt classée du Haut-Sassandra

(Photo : Assalé, 2019)

#### 5.1.1.2 Classe jachère

Les jachères de 2019 (Figure 10) sont des formations forestières qui ont une structure intermédiaire entre celle des forêts et celle des cultures. Elles sont pour la plupart des milieux abandonnés après culture (cacaoyères) ayant subi l'exploitation forestière. Les espèces émergentes en 2019 les plus couramment rencontrées dans ces milieux sont : *Piliostigma thonningii* (Caesalpiaceae), *Borassus aethiopum* (Arecaceae) etc. La strate herbacée est largement dominée par *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et *Panicum maximum* (Poaceae).



**Figure 10** : Jachère dans la forêt classée du Haut-Sassandra

(Photo : Assalé, 2019)

### 5.1.1.3 Classe culture

Les cultures présentes dans la FCHS en 2019 sont essentiellement constituées de cacaoyères (Figure 11). Elles se composent des cacaoyères comprises entre 1 et 5 ans, des cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans et des cacaoyères de plus de 10 ans.



**Figure 11** : Cacaoyère dans la forêt classée du Haut-Sassandra

(Photo : Assalé, 2019)

### 5.1.1.4 Classe sol nu et habitations

Les sols nus en 2019 sont des zones dépourvues de végétation et de tout autre type d'occupation. Les habitations quant à elles sont des habitats précaires constitués de campements et hameaux installés dans la FCHS par les populations infiltrées (Figure 12).



**Figure 12** : Sol nu et habitation dans la forêt classée du Haut-Sassandra

(Photo : Assalé, 2019)



### **5.1.2 Validation des cartes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra**

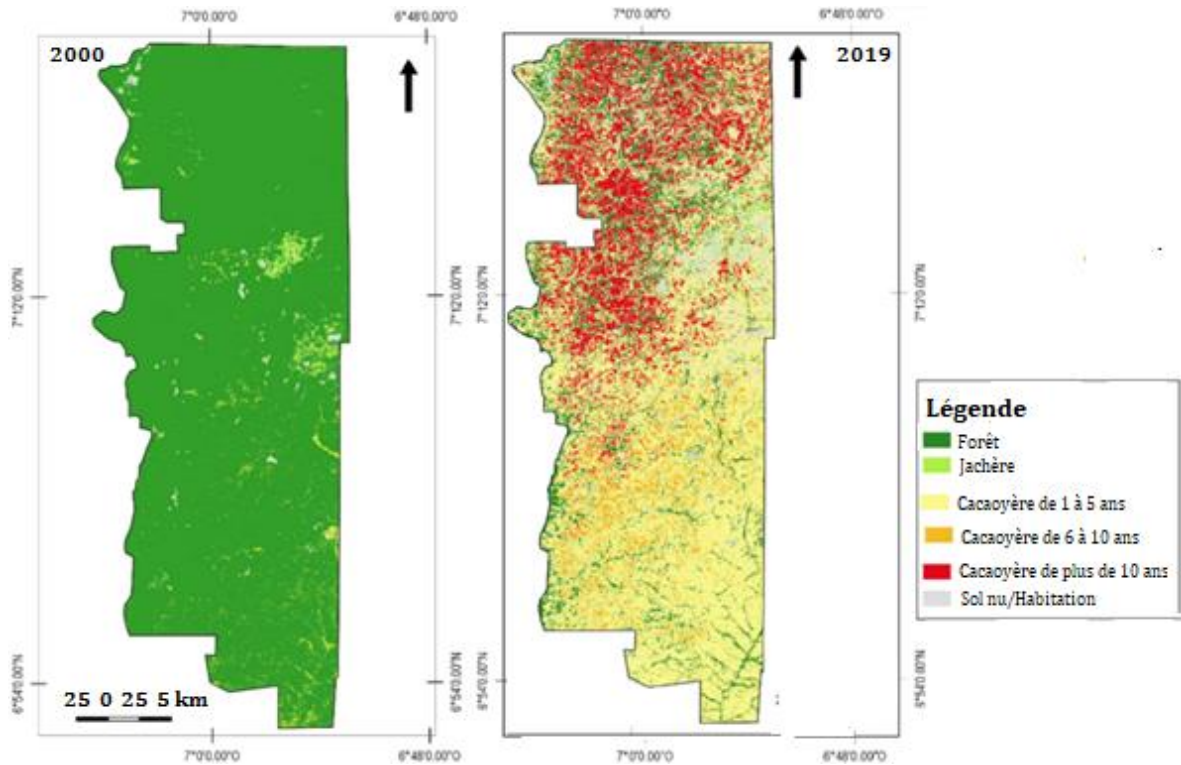
Les différentes classifications des images multispectrales ont permis de mettre en évidence les classes d'utilisation du sol de la FCHS en 2000 et 2019 (Figure 13). Ces classifications ont été évaluées par les matrices de confusion (Tableaux V et VI) à travers la précision globale et le coefficient Kappa. Les tableaux affichent dans la diagonale, le pourcentage de pixels bien classés et hors diagonale, le pourcentage de pixels mal classés. La précision globale pour l'image Landsat ETM de 2000 a été de 90,69 % pour un coefficient Kappa de 0,81 (Tableau V). L'évaluation de l'image Landsat OLI - TIRS de 2019 a donné une précision globale de 99,88 % avec un coefficient de Kappa de 0,97 (Tableau VI). Ces indices révèlent que les classes définies lors des classifications supervisées sont majoritairement bien discriminées.

Cependant, il existe des confusions entre différentes classes (Tableau V et VI). En 2000, les confusions s'observent au niveau des classes « Jachère » et « Cacaoyères de 1 à 5 ans » affectées par d'autres classes. En effet, le pourcentage de la classe « Jachère » bien rangé est de 88,57 tandis que la confusion entre la classe « Jachère » et la classe « Forêt » est de 11,43 %. Le pourcentage de la classe « Cacaoyères de 1 à 5 ans » bien rangé est de 43,75 %. Les confusions s'observent aussi avec les classes « Forêt » (17,71 %) et « Jachère » (38,14 %). Pour ce qui concerne le traitement de l'image de 2019, des confusions s'observent au niveau des classes « Cacaoyères de 1 à 5 ans », « Cacaoyères de plus de 10 ans », « Forêt » et « Sol nu/Habitation ». Cependant, la plus grande confusion s'observe au niveau de la classe Sol nu/Habitation et la classe « Jachère » avec 12,5 % (Tableau VI).

### **5.1.3 Composition de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra**

En 2000, la classe « Forêt » constituait la matrice dominante du paysage dans la FCHS avec une proportion de 91 %. Les autres classes occupaient 9 % du paysage. Ainsi, les classes « Jachère », « Cacaoyères de 1 à 5 ans » et « Sol nu/Habitation » occupaient respectivement 6 %, 2 % et 1 % du paysage. En 2019, la classe « Forêt » a connu une forte régression de sa surface et occupe désormais 7 % du paysage. Par ailleurs, les classes culture et jachère ont connu une forte augmentation de leur surface et occupent désormais 85 % du paysage. Parmi celles-ci, la classe culture occupe à elle seule 80 % du paysage. Les classes cacaoyères de 1 à 5 ans, cacaoyères de 6 à 10 ans et cacaoyères de plus de 10 ans occupent respectivement 44 %, 20 % et 16 % du paysage.

La classe « sol nu-habitation » occupe 8 % du paysage. Ainsi, de 2000 à 2019, l'on note une augmentation importante des superficies des classes anthropiques (culture et jachère), surtout cacaoyères et une baisse pour la classe forestière dans la FCHS (Figure 14).



**Figure 13** : Cartes d'utilisation du sol de 2000 (gauche) et 2019 (droite) de la forêt classée du Haut-Sassandra

**Tableau V** : Matrice de confusion (%), précision globale (%) et coefficient Kappa évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2000 de la forêt classée du Haut-Sassandra

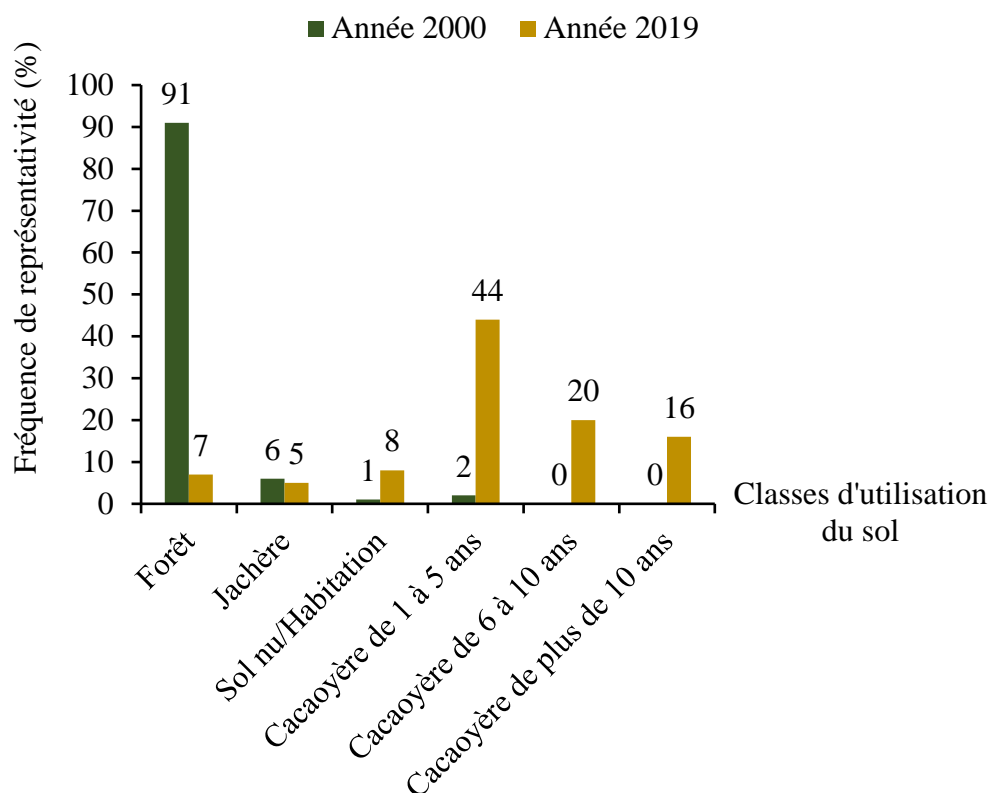
2000	Cacaoyères de 1 à 5 ans	Forêt	Jachère	Sol nu/Habitation
Cacaoyères de 1 à 5 ans	43,75	0	0	0
Forêt	17,71	100	11,43	0
Jachère	38,14	0	88,57	0
Sol nu/Habitation	0	0	0	100

Précision globale : 90,69 %  
Kappa : 0,81

**Tableau VI** : Matrice de confusion (%), précision globale (%) et coefficient Kappa évaluant la précision de la classification supervisée de l'image Landsat de 2019 de la forêt classée du Haut-Sassandra

2019	Cacaoyères de 1 à 5 ans	Cacaoyères de 6 à 10 ans	Cacaoyères de plus de 10 ans	Forêt	Jachère	Sol nu/Habitation
Cacaoyères de 1 à 5 ans	95,28	0	0	2,78	0	0
Cacaoyères de 6 à 10 ans	4,72	100	3,49	0	0	0
Cacaoyères de plus de 10 ans	0	0	96,51	0	0	0
Forêt	0	0	0	97,22	0	0
Jachère	0	0	0	0	100	12,5
Sol nu/Habitation	0	0	0	0	0	87,5

Précision globale : 97,22 %  
Kappa : 0,97



**Figure 14** : Proportions des classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

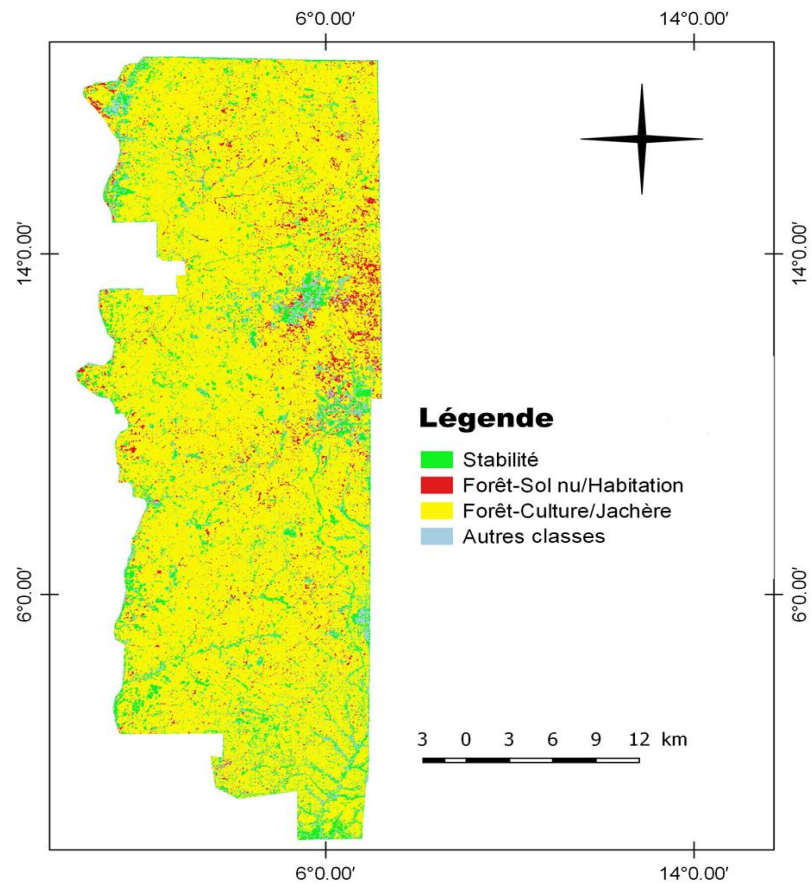
## 5.2 Changements opérés entre les différentes classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra entre 2000 et 2019

Les changements opérés entre les différentes classes d'utilisation du sol de la FCHS entre 2000 et 2019 ont été mis en évidence par la matrice de transition effectuée entre ces deux dates (Tableau VII). La matrice de transition indique une substitution de la classe forêt en cacaoyères de 1 à 5 ans (55,63 %), 6 à 10 ans (6,50 %) et de plus de 10 ans (17,89 %), Sol nu/Habitation (4,97) et jachère (1,24 %). Les proportions de la classe forêt restées stables en 2019 sont de 13 %. Les plus grandes conversions de la classe jachère se sont effectuées vers les cacaoyères de 1 à 5 ans (51,59 %) et les Sol nu/Habitation (27,74 %).

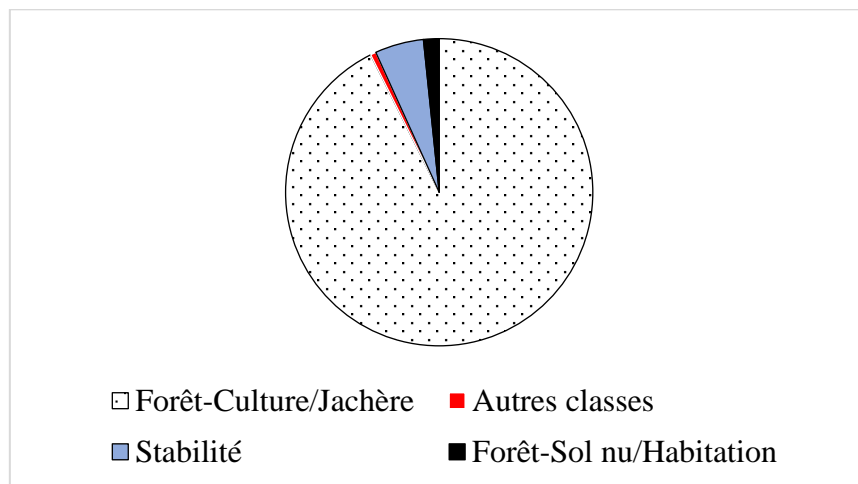
**Tableau VII** : Matrice de transition des classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019

Utilisations du sol		2000			
		Cacaoyères de 1 à 5 ans	Jachère	Forêt	Sol nu/Habitation
2019	Cacaoyères de 1 à 5 ans	71,12	51,59	55,63	7,91
	Cacaoyères de 6 à 10 ans	5,51	0,72	6,50	0,04
	Cacaoyères de plus de 10 ans	1,73	1,22	17,89	0,04
	Forêt	12,57	14,27	13,76	4,22
	Sol nu/Habitation	7,44	27,74	4,97	86,54
	Jachère	1,62	4,46	1,24	1,25

Les changements opérés entre les différentes classes d'utilisation du sol de la FCHS entre 2000 et 2019 ont également été mis en évidence (Figure 15). Les classes qui ont été retenues sont « Stabilité », « Forêt-Sol nu/Habitation », « Forêt-Culture/Jachère » et « Autres classes ». Ainsi, entre 2000 et 2019, la proportion des classes restées stables est d'environ 5,13 %. La proportion de la classe forêt convertie en culture et jachère est de 92,64 % et la proportion de la classe forêt en Sol nu/Habitation est de 1,64 %. En outre, de manière générale, la FCHS a été marquée de 2000 à 2019 par une augmentation de la superficie des classes Culture-Jachère et Sol nu/Habitation ainsi qu'une régression de la classe Forêt (Figures 15 et 16). Le taux de régression de la classe forêt est de 92,08 % tandis que les taux d'évolution des classes Cultures-Jachère et Sol nu-Habitation sont respectivement de 951,51 % et 1387,65 %.



**Figure 15 :** Carte de changement des classes d'utilisation de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019



**Figure 16 :** Proportion des classes de changements de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra entre 2000 et 2019

## Chapitre 6 : Services de soutien de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

Ce chapitre s'intéresse aux dynamiques de l'utilisation du sol qui ont entraîné des modifications de la diversité végétale de la FCHS de 2000 à 2019. Ces modifications de la diversité végétale méritent d'être mises en exergue.

### 6.1 Diversité floristique

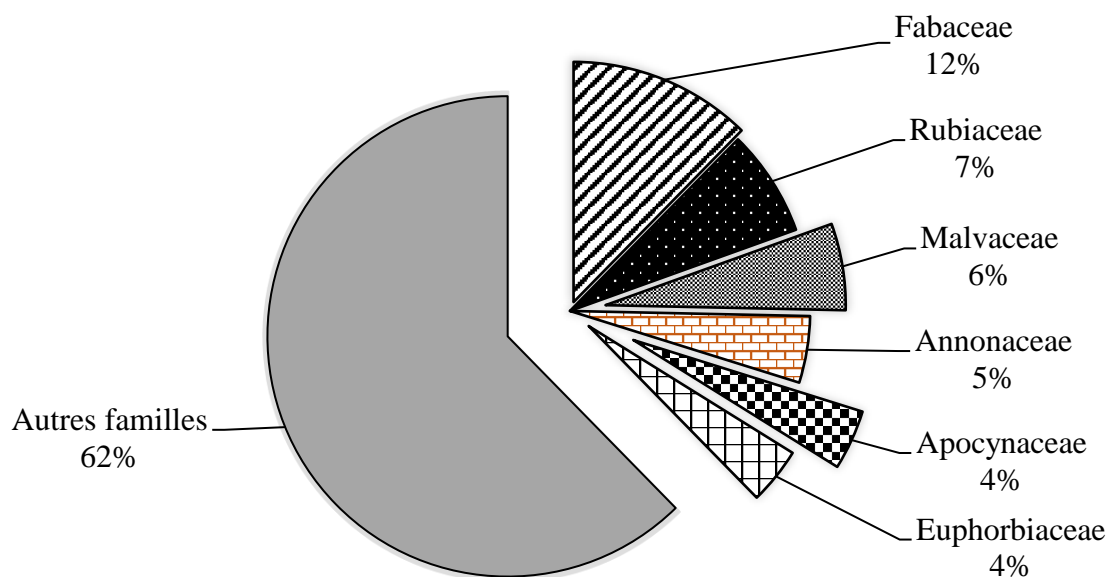
#### 6.1.1 Richesse floristique

Les inventaires floristiques réalisés dans les différents types d'utilisation du sol de la FCHS ont permis de recenser au total 446 espèces végétales (Annexe 2) réparties en 275 genres et 77 familles botaniques (Tableau VIII). Les forêts enregistrent le plus grand nombre d'espèces végétales avec 386 espèces réparties en 234 genres et 71 familles. Ces portions de forêt sont suivies des cacaoyères d'âge inférieur à 5 ans dans lesquelles ont été recensées 148 espèces réparties entre 127 genres et 53 familles. Les cacaoyères d'âge supérieur à 10 ans enregistrent le plus petit nombre d'espèces avec 39 espèces réparties en 36 genres et 22 familles.

**Tableau VIII** : Nombre d'espèces, de genres et de familles dans les différentes classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

Utilisations du sol	Nombre d'espèces	Nombre de genres	Nombre de familles
Forêt	386	234	71
Jachère	128	104	47
Cacaoyère $\leq$ 5 ans	148	127	53
5 ans < Cacaoyère $\leq$ 10 ans	129	108	49
Cacaoyère > 10 ans	39	36	22
FCHS	446	275	77

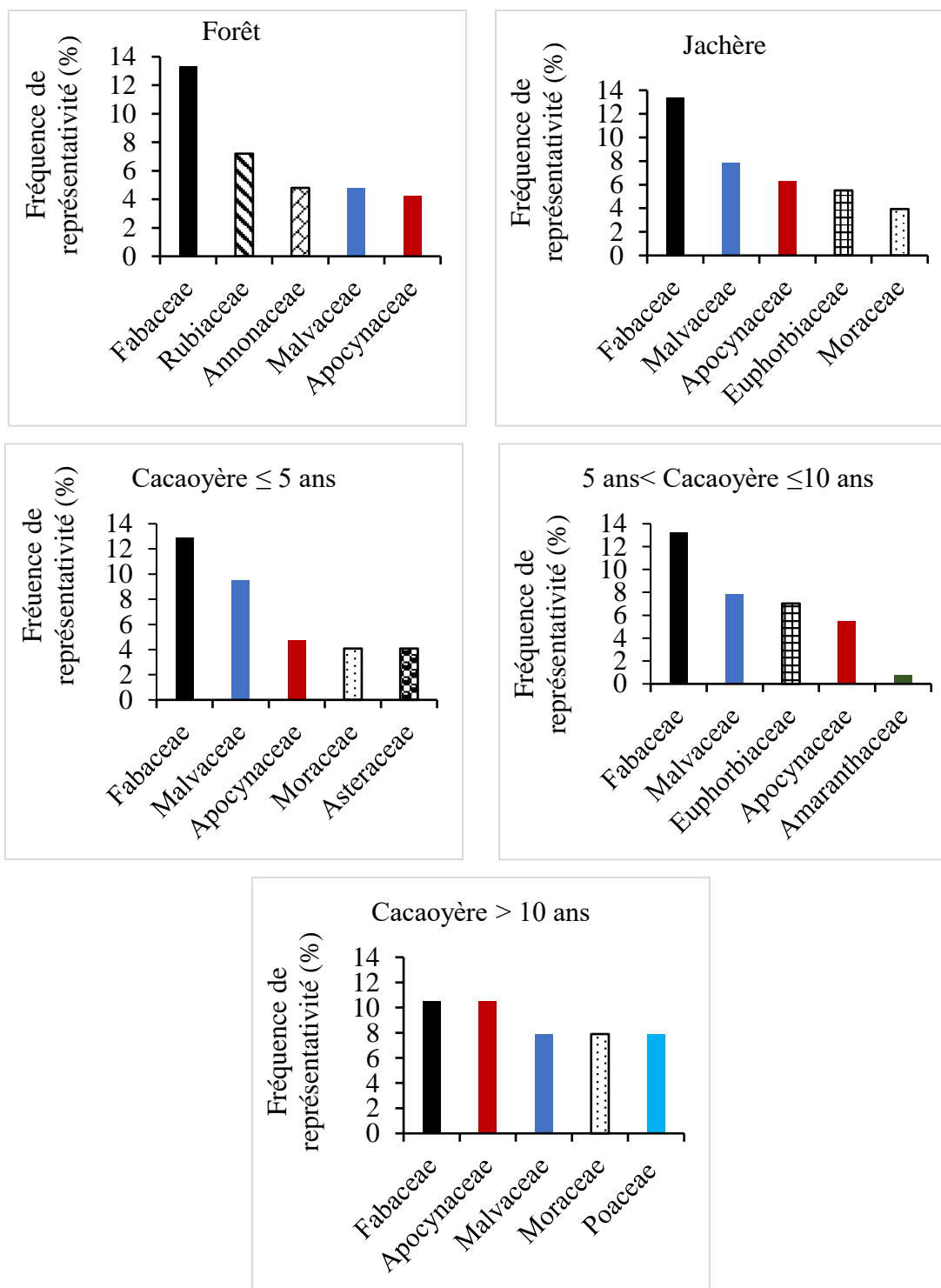
De manière générale, les familles les mieux représentées dans la FCHS sont les Fabaceae (12 %), Rubiaceae (7 %), Malvaceae (6 %), Annonaceae (5 %), Apocynaceae et Euphorbiaceae avec un taux de 4 % chacune (Figure 17). Les Fabaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae et Apocynaceae sont présentes dans tous les types d'utilisation du sol. Les Poaceae sont spécifiques aux cacaoyères de plus de 10 ans.



**Figure 17** : Familles spécifiques les plus représentées dans la forêt classée du Haut-Sassandra

Dans les reliques de forêts, les familles les plus abondantes sont les Fabaceae (13,33 %), Rubiaceae (7,20 %), Annonaceae (4,80 %), Malvaceae (7,80 %), Apocynaceae (4,27 %). Dans les jachères, ce sont les Fabaceae (13,39 %), Malvaceae (7,87 %), Apocynaceae (6,30 %), Euphorbiaceae (5,51 %) et Moraceae (3,94 %) qui sont les plus abondants. Dans les jeunes cacaoyères, ce sont les Fabaceae (12,93 %), Malvaceae (9,52 %), Apocynaceae (4,76 %), Moraceae et Asteraceae avec 4,08 % chacune. Les familles botaniques des Fabaceae (13,28 %), Malvaceae (7,81 %), Apocynaceae (5,47 %), Euphorbiaceae (7,03 %), et Amaranthaceae (0,78 %) sont les plus abondants dans les cacaoyères comprises entre 5 et 10 ans. Dans les cacaoyères de plus de 10 ans, les Fabaceae et Apocynaceae avec un taux de 10,53 % ainsi que les Malvaceae, Moraceae et Poaceae avec 7,89 chacune sont les familles botaniques abondantes (Figure 18).





**Figure 18** : Familles spécifiques les plus représentées dans les différentes classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

### 6.1.2 Diversité spécifique

Les valeurs des indices de diversité de Shannon, Simpson et d'équitabilité de Piélou sont consignées dans le tableau IX. Les valeurs de l'indice de Shannon oscillent entre 0,81 et 4,55 et celles de Simpson varient entre 0,25 et 0,99. L'indice de Shannon calculé montre que les jachères (4,55) et fragments de forêts (4,18) sont les plus diversifiées. Les cacaoyères sont moins diversifiées, surtout celles qui ont un âge supérieur à 10 ans. L'indice de Simpson calculé confirme les résultats de l'indice de diversité de Shannon (Tableau IX). Selon l'indice d'équitabilité de Piélou, les espèces présentes dans les jachères sont les mieux équitablement réparties. Elles sont suivies par celles rencontrées dans les reliques de forêt. A l'opposé, les cacaoyères de plus de 10 ans se caractérisent par la dominance de certaines espèces sur d'autres. Ce qui se traduit par un indice d'équitabilité plus faible.

**Tableau IX** : Indices de diversité calculés dans les différentes classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

Utilisations du sol	Indices de diversité		
	Shannon	Equitabilité	Simpson
Forêt	4,44	0,75	0,97
Jachère	4,55	0,94	0,99
Cacaoyère ≤ 5 ans	2,83	0,57	0,74
5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	1,69	0,35	0,48
Cacaoyère > 10 ans	0,81	0,22	0,25

### 6.1.3 Ressemblance floristique

Les coefficients de similitude calculés ont permis d'évaluer les ressemblances entre les listes floristiques des différents types d'utilisation du sol de la FCHS (Tableau X). De manière générale, il n'existe pas de ressemblance floristique entre les différents types d'utilisation du sol. 53 % des espèces rencontrées dans les jachères se rencontrent dans les cacaoyères de 5 à 10 ans et 59 % des espèces des cacaoyères de moins de 5 ans se rencontrent dans les cacaoyères de 6 à 10 ans. La plus grande ressemblance floristique est enregistrée entre les cacaoyères de moins de 5 ans et les jachères (62 %).

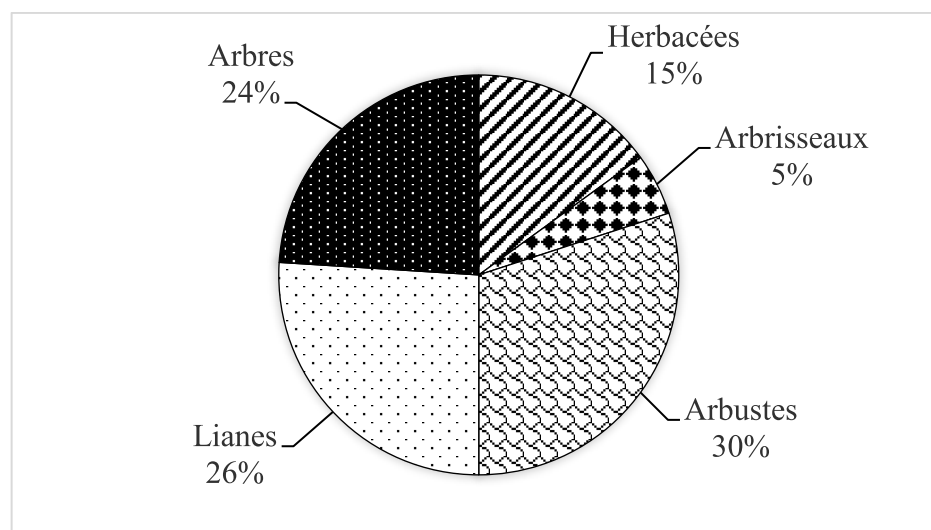
**Tableau X** : Indice de similarité calculés entre les différentes classes d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

Utilisations du sol	5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	Cacaoyère ≤ 5 ans	Cacaoyère > 10 ans	Forêt
Cacaoyère ≤ 5 ans	59			
Cacaoyère > 10 ans	39	39		
Forêt	37	45	16	
Jachère	53	62	39	42

## 6.2 Composition floristique

### 6.2.1 Types morphologiques

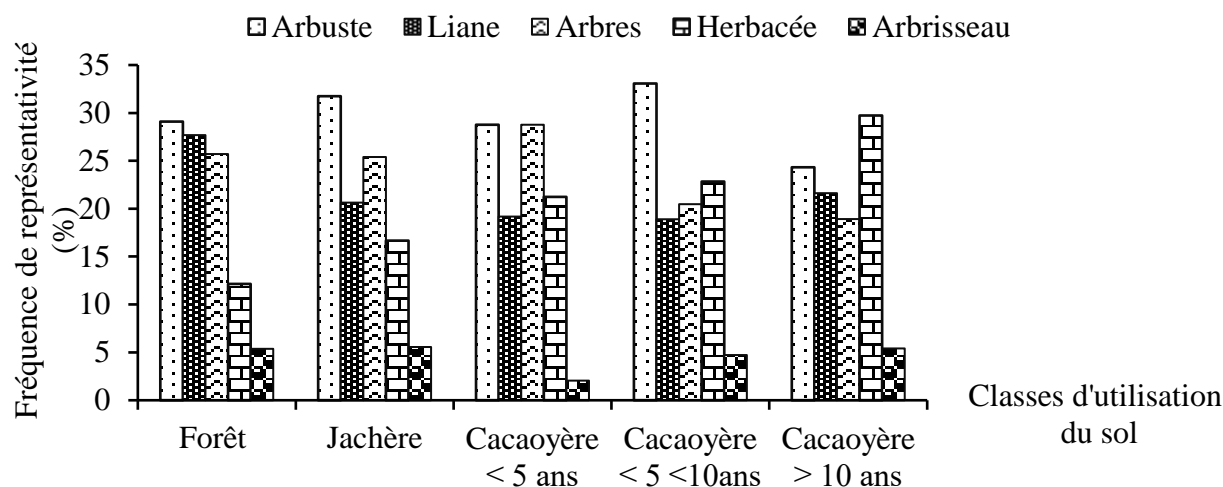
Les espèces recensées dans la FCHS sont des arbustes (30 %), lianes (26 %), arbres (24 %), herbacés (15 %) et arbrisseaux (5 %) (Figure 19).



**Figure 19** : Répartition des types morphologiques des espèces inventoriées dans la forêt classée du Haut-Sassandra

Les lianes et les arbustes sont les types morphologiques les plus nombreux des forêts avec des fréquences respectives de 29,10 % et 27,68 %. Les jachères et les cacaoyères d'âge inférieur ou égal à 5 ans sont dominés par les arbustes et les arbres. La proportion des arbustes dans les jachères est de 31,75 % et les arbres ont une proportion de 25,40 %. En ce qui concerne les jeunes

cacaoyères, elles sont dominées à des proportions égales par les arbustes et arbres (28,77 %). Les cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans sont dominées par les arbustes (33,07 %) et les herbacées (22,83 %). Les herbacées (29,73 %) dominent les cacaoyères de plus de 10 ans, suivies des arbustes (24,32 %). Les arbrisseaux sont les moins représentés dans tous les types d'utilisation du sol (Figure 20).



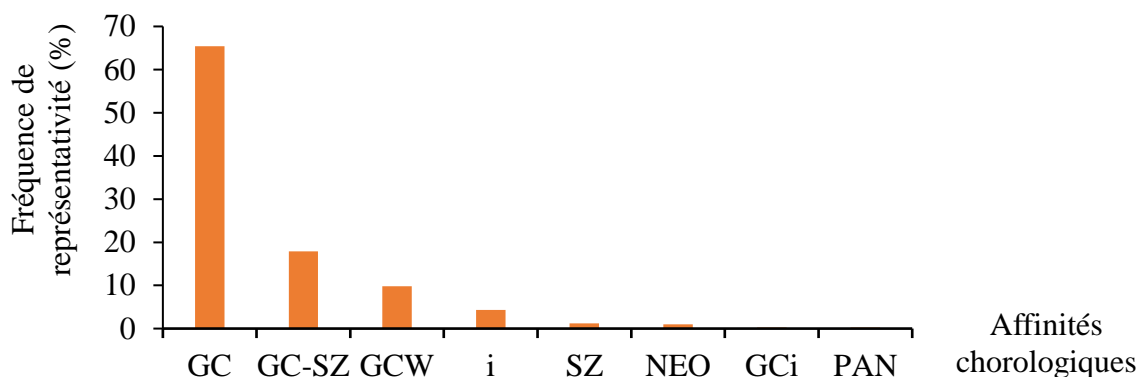
**Figure 19** : Répartition des types morphologiques dans chaque type d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

### 6.2.2 Répartition phytogéographique des espèces

De manière générale, les espèces floristiques inventoriées dans la FCHS ont 8 affinités chorologiques parmi lesquelles les espèces endémiques de la région Guinéo-Congolaise (GC) sont les plus abondantes (65,39 %). Ces espèces sont suivies des soudano-guinéennes (GC-SZ) et des espèces de la Haute Guinée (GCW) avec respectivement 17,90 % et 9,79 % de représentativité. Les espèces endémiques ivoirienne GCi et pantropicales (PAN) enregistrent le plus faible taux (Figure 21).

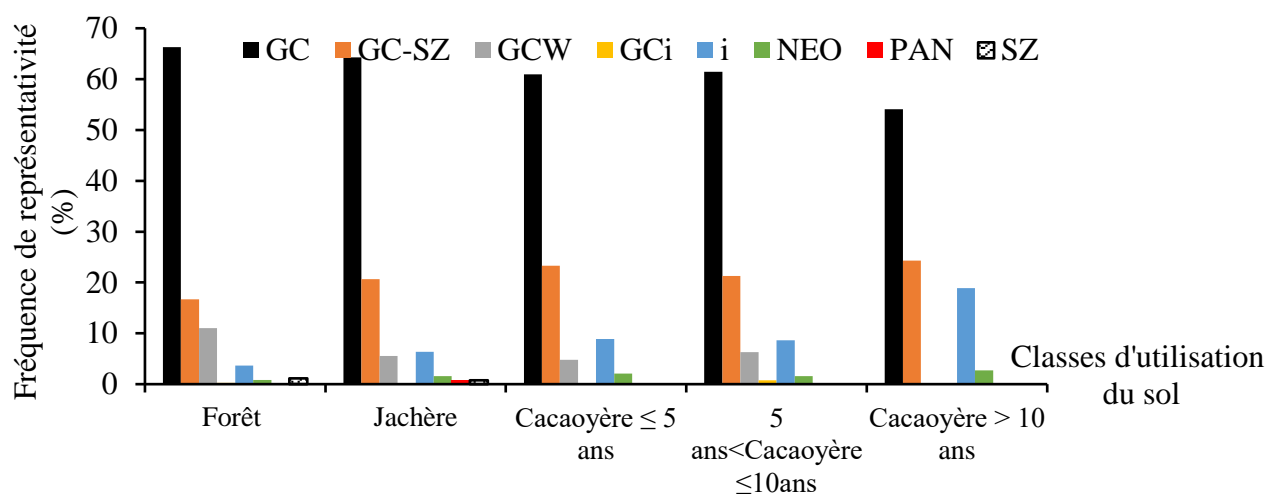
La prédominance des espèces endémiques de la région Guinéo-Congolaise (GC) et des espèces des régions Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne (GC-SZ) est relevé dans tous les milieux. Celles-ci sont suivies d'espèces introduites dans les cacaoyères et la jachère. Dans les

fragments de forêts, ce sont les espèces endémiques de l’Afrique de l’Ouest (GCW) qui occupent la troisième place (Figure 22).



**Figure 20** : Affinités chorologiques des espèces recensées dans la forêt classée du Haut-Sassandra

GC : Taxon de la région Guinéo-Congolaise ; GC-SZ : Taxon des régions Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne ; GCW : Taxon endémique de l’Afrique de l’Ouest ; i : Taxon introduit ou cultivé ; SZ : Taxon de la région Soudano-Zambézienne ; NEO : Taxon néotropical ; GCi : Taxon endémique à la Côte d’Ivoire ; PAN : Taxon pantropical.



**Figure 21** : Affinités chorologiques des espèces recensées dans chaque type d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

GC : Taxon de la région Guinéo-Congolaise ; GC-SZ : Taxon des régions Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne ; GCW : Taxon endémique de l’Afrique de l’Ouest ; i : Taxon introduit ou cultivé ; SZ : Taxon de la région Soudano-Zambézienne ; NEO : Taxon néotropical ; GCi : Taxon endémique à la Côte d’Ivoire ; PAN : Taxon pantropical.

### 6.2.3 Espèces à statut particulier

172 espèces végétales à statut particulier ont été recensées dans l'ensemble des types d'utilisation du sol, soit 38,56 % de l'ensemble des espèces inventoriées au sein de la FCHS (Tableau XI). Parmi ces espèces, 117 soit 68,02 % des espèces à statut particulier sont à préoccupation mineure (LC), 24 (13,95 %) sont endémiques de l'Afrique de l'Ouest (GCW), 14 (8,14 %) sont Vulnérables (VU). Six (06) des espèces recensées sont à risque mineur et cinq (05) sont à la fois vulnérables et endémiques de l'Afrique de l'Ouest (Vu, GCW). Une des espèces à savoir *Salacia columna* est endémique à la Côte d'Ivoire (GCi) et une autre est à la fois à préoccupation mineure et endémique de la Côte d'Ivoire (*Drypetes singroboensis*). *Placodiscus attenuatus* est à la fois en danger et endémique de l'Afrique de l'Ouest (Annexe 2).

Ces espèces à statut particulier se rencontrent à des proportions variables dans les différents milieux (Tableau XI). Les reliques forestières enregistrent le plus grand nombre d'espèces à statut particulier avec 152 espèces soit 88,37 % de l'ensemble des espèces à statut particulier recensées dans la FCHS. Elles sont suivies des cacaoyères dont l'âge est inférieur ou égal à 5 ans et les jachères. Les cacaoyères de plus de 10 ans sont moins riches en espèces à statut particulier (10 espèces) (Annexe 2).

**Tableau XI** : Proportion des espèces à statut particulier recensées dans la forêt classée du Haut-Sassandra

Statut	Forêt	Jachère	Cacaoyère ≤ 5 ans	5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	Cacaoyère > 10 ans	Total	Fréquence de représentativité
LC	101	36	51	41	9	117	68,02
GCW	24	4	3	3	-	24	13,95
VU	13	4	3	3	1	14	8,14
LR	5	3	4	3	-	6	3,49
VU, GCW	5	1	-	1	-	5	2,91
LC, GCW	2	2	1	1	-	3	1,74
GCi	1	-	-	-	-	1	0,58
LC, GCi	1	-	-	1	-	1	0,58
EN, GCW	-	1	-	-	-	1	0,58
Total	152	51	62	53	10	172	100
Fréquence	88,37	29,65	36,05	30,81	5,81		

GCi : Endémique à la Côte d'Ivoire ; GCW : Endémique au bloc forestier ouest africain ; HG : Endémique à la Haute Guinée ; VU : Vulnérable ; Lc : Préoccupation mineure ; LR : Faible risque de disparition

#### 6.2.4 Espèces de bois d'œuvre

Parmi les espèces recensées dans la FCHS, celles utilisées généralement comme bois d'œuvre sont au nombre de 45, réparties en 38 genres et 16 familles (Tableau XII et XIV). Elles représentent 10,09 % des espèces inventoriées dans la FCHS. Les portions de forêts enregistrent le plus grand nombre d'espèces de bois d'œuvre (44 espèces réparties en 38 genres et 16 familles). Elles sont suivies des cacaoyères d'âge inférieur à 5 ans (17 espèces) et les jachères (16 espèces). Les milieux qui enregistrent le plus faible nombre d'espèces de bois d'œuvre sont les cacaoyères de plus de 10 ans avec 1 espèce (*Ceiba pentandra*).

**Tableau XII** : Nombre d'espèces, de genres et de familles des essences de la forêt classée du Haut-Sassandra couramment exploitées

Utilisations du sol	Nombre d'espèces	Nombre de genres	Nombre de familles
Forêt	44	38	16
Cacaoyère ≤ 5 ans	17	17	10
Jachère	16	15	9
5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	7	6	5
Cacaoyère > 10 ans	1	1	1

Ces essences de bois d'œuvre sont de 3 catégories et sont par ordre décroissant de proportion : les essences principales ou P1 (60 %), les espèces sporadiquement exploitées ou P2 (22,22 %) et les espèces principales à promouvoir ou P3 (17,78 %). Les différentes catégories d'essences occupent une plus grande proportion dans les fragments de forêts (48,89 %) et la plus petite proportion dans les cacaoyères de plus de 10 ans (1,11 %). Par ailleurs, les essences de catégorie P1 sont les plus importantes dans tous les types d'utilisation du sol (Tableaux XIII, XIV).

**Tableau XIII** : Proportions (%) des catégories d'espèces à forte valeur commerciale par biotopes

Utilisation du sol	Catégories			Fréquence totale
	P1	P2	P3	
Forêt	28,89	11,11	8,89	48,89
Jachère	11,11	4,44	2,22	17,78
Cacaoyère ≤ 5 ans	11,11	5,56	2,22	18,89
5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	4,44	2,22	1,11	7,78
Cacaoyère > 10 ans	1,11	0	0	1,11

P1 : essences principales ; P2 : espèces sporadiquement exploitées ; P3 : les espèces principales à promouvoir

**Tableau XIV** : Liste des espèces de bois d'œuvre inventoriées dans la forêt classée du Haut-Sassandra

N°	Espèces	Nom commercial	Catégorie	Forêt	Jachère	Cacaoyère		
						≤ 5 ans	5 ans < ≤ 10 ans	> 10 ans
1	<i>Alstonia boonei</i>	Emien	P1	x		x		
2	<i>Amphimas pterocarpoides</i>	Lati	P1	x	x			
3	<i>Antiaris toxicaria</i>	Ako	P1	x	x	x		
4	<i>Aubrevillea kerstingii</i>	Kodabéma	P2	x	x			
5	<i>Bombax brevicuspe</i>	Kondroti	P1	x				
6	<i>Ceiba pentandra</i>	Fromager	P1	x	x	x	x	x
7	<i>Celtis adolfi-fridericii</i>	Lohonfé	P2	x	x		x	
8	<i>Celtis mildbraedii</i>	Ba	P2	x	x	x	x	
9	<i>Celtis zenkeri</i>	Asan	P2	x				
10	<i>Chidlowia sanguinea</i>	Bala	P3	x	x	x		
11	<i>Chrysophyllum africanum</i>	Akatio	P1	x				
12	<i>Daniellia thurifera</i>	Faro d'Agboville	P1	x				
13	<i>Dialium aubrevillei</i>	Kropio	P3	x				
14	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	Movingui	P1	x				
15	<i>Entandrophragma angolense</i>	Tiama	P1	x		x	x	
16	<i>Entandrophragma candollei</i>	Kosipo	P1		x			
17	<i>Entandrophragma utile</i>	Sipo	P1	x				
18	<i>Funtumia africana</i>	Pouo	P2	x		x		
19	<i>Guarea cedrata</i>	Bossé	P1	x				
20	<i>Guarea thomsonii</i>	Mutibganaya	P3	x				
21	<i>Guibourtia ehie</i>	Amazakoué	P1	x			x	
22	<i>Gymnostemon zaïzou</i>	Zaïzou	P2	x				



**Tableau XIV** : Liste des espèces de bois d'œuvre inventoriées dans la forêt classée du Haut-Sassandra (Suite)

N°	Espèces	Nom commercial	Catégorie	Forêt	Jachère	Cacaoyère		
						≤ 5 ans	5 ans < ≤ 10 ans	> 10 ans
23	<i>Holoptelea grandis</i>	Kékélé	P2	x				
24	<i>Mansonia altissima</i>	Bété	P1	x	x	x		
25	<i>Milicia excelsa</i>	Iroko brun	P1	x		x		
26	<i>Milicia regia</i>	Iroko jaune	P1	x	x			
27	<i>Morus mesozygia</i>	Difou	P1	x				
28	<i>Nauclea diderrichii</i>	Badi	P1	x				
29	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Kotibé	P1	x	x	x	x	
30	<i>Parkia bicolor</i>	Lo	P3	x				
31	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Dabema	P1		x	x		
32	<i>Pouteria altissima</i>	Aniegre blanc	P1	x				
33	<i>Pterocarpus santalinoides</i>	Oouchi	P3	x				
34	<i>Pterygota macrocarpa</i>	Koto	P1	x				
35	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Ilomba	P1	x				
36	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Eho	P2	x		x		
37	<i>Scottellia klaineana</i>	Akossika	P1	x				
38	<i>Sterculia rhinopetala</i>	Lotofa	P2	x		x		
39	<i>Sterculia tragacantha</i>	Pore-pore	P3	x			x	
40	<i>Terminalia ivorensis</i>	Framiré	P1	x				
41	<i>Terminalia superba</i>	Fraké	P1	x	x	x		
42	<i>Trichilia tesmanii</i>	Aribanda	P3	x				
43	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Samba	P1	x	x	x		
44	<i>Xylia evansii</i>	Tchébuéssain	P3	x	x	x		
45	<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Bahe	P2	x	x	x		

P1 : essences principales ; P2 : espèces sporadiquement exploitées ; P3 : espèces principales à promouvoir

x = Présence

La diversité en espèces de bois d'œuvre des milieux étudiés selon les indices de Shannon, Simpson et d'Équitabilité de Pielou est consignée dans le tableau XV. Les valeurs de l'indice de Shannon oscillent entre 0,3 et 0,94. Les plus petites valeurs de l'indice de Shannon sont enregistrées dans les cacaoyères de plus de 10 ans (0,3) et les plus grandes valeurs dans les reliques de forêt (0,94) et les cacaoyères de moins de 5 ans (0,88). L'indice de Shannon est soutenu par l'indice de Simpson qui indique également une plus grande diversité d'espèces commerciales dans les reliques de forêt (0,73), cacaoyères de 5 ans au plus (0,73) et les jachères (0,73). Les essences commerciales sont par ailleurs plus équitablement réparties dans les plantations cacaoyères et moindre dans les portions de forêt conservées.

**Tableau XV** : Indices de diversité calculés des espèces commerciales présentes dans les parcelles inventoriées de la forêt classée du Haut-Sassandra

Utilisations du sol	Indices de diversité		
	Shannon	Pielou	Simpson
Forêt	0,94	0,57	0,73
Jachère	0,86	0,7	0,73
Cacaoyère ≤ 5 ans	0,88	0,7	0,73
5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	0,68	0,75	0,7
Cacaoyère > 10 ans	0,3	1	0,5

La similitude entre les essences exploitables présentes dans les différents types d'utilisation du sol de la FCHS est consignée dans le tableau XVI. Les plus grandes valeurs de l'indice sont notées entre les jachères et cacaoyères d'au plus 5 ans (69 %). Par ailleurs, à l'exception des jeunes cacaoyères (55 %), il n'existe pas de ressemblance entre les espèces exploitables présentes dans les fragments de forêt et les autres types d'utilisation du sol de la FCHS.

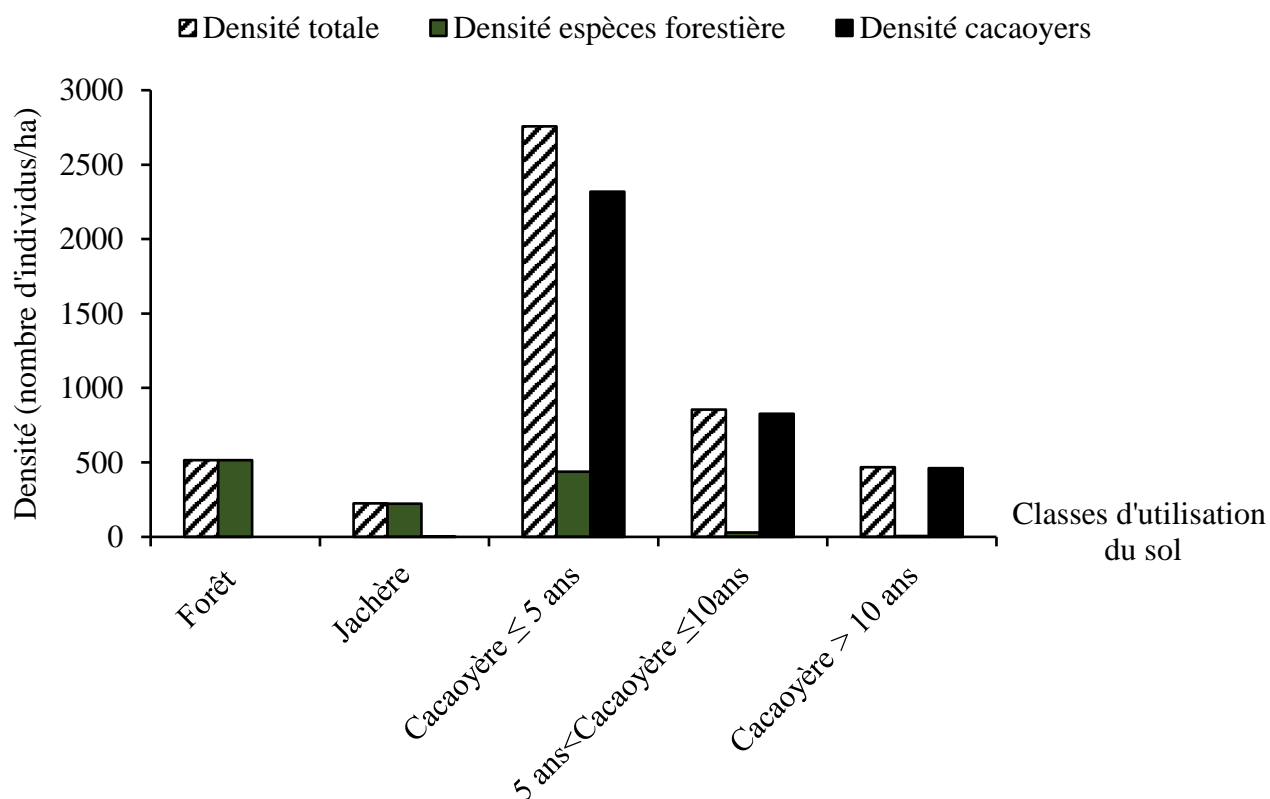
**Tableau XVI** : Matrice de similarité des espèces exploitables présentes dans les différents types d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

Utilisations du sol	5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	Cacaoyère ≤ 5 ans	Cacaoyère > 10 ans	Forêt
Cacaoyère ≤ 5 ans	39			
Cacaoyère ≥ 10 ans	40	20		
Forêt	31	55	09	
Jachère	40	69	21	49

### 6.3 Diversité structurale

#### 6.3.1 Densité des espèces

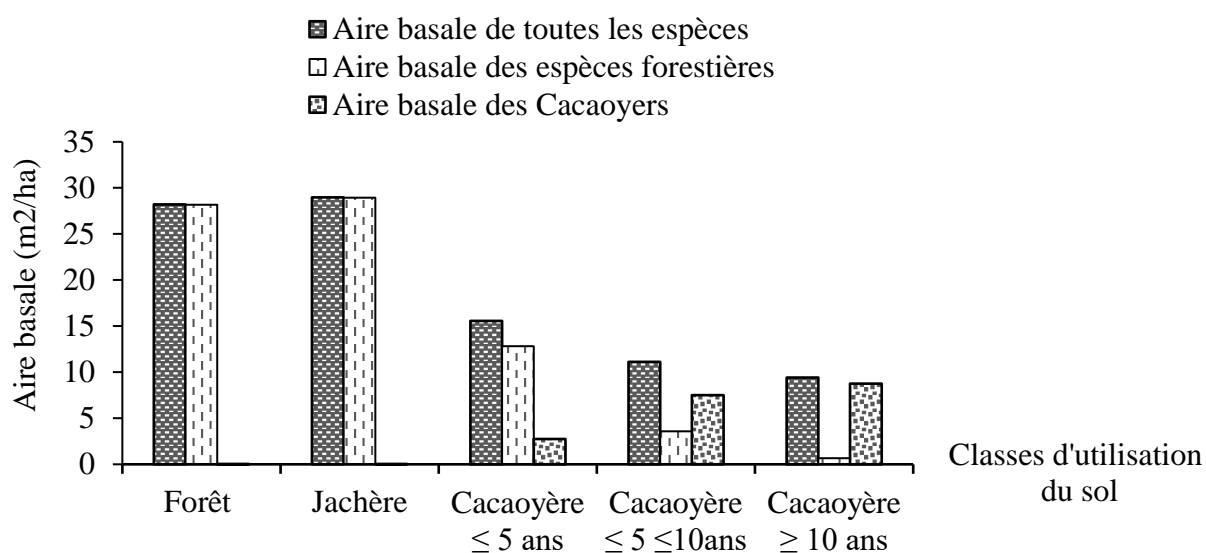
En tenant compte de tous les individus arborescents, la densité moyenne des espèces présentes dans la FCHS est de 687,96 individus/ha. La densité des espèces dans les portions de forêt est égale à 516 individus/ha. Les jachères sont les moins denses avec une densité égale à 225,78 individus/ha. La densité totale des espèces recensées dans les cacaoyères est composée de celles des cacaoyers et des espèces associées. Ainsi, la densité des cacaoyers est plus élevée dans les cacaoyères de moins de 5 ans (2317,17 individus/ha) et moins élevée dans les cacaoyères de plus de 10 ans (826,67 individus/ha). Dans les cacaoyères d'âge compris entre 6 et 10 ans, la densité est moyenne (462,22 individus/ha). Les reliques de forêt et jachères ont en leur sein une faible densité de cacaoyers. Les valeurs sont respectivement 0,62 individu/ha et 1,78 individus/ha. Par ailleurs, la densité des espèces forestières est plus élevée dans les cacaoyers de moins de 5 ans et plus faible dans les cacaoyers de plus de 10 ans (Figure 23).



**Figure 22** : Densité des espèces présentes dans les types d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

### 6.3.2 Aire basale

L'aire basale moyenne des espèces recensées dans la FCHS est de 20,92 m<sup>2</sup>/ha. Elle varie d'un type d'utilisation du sol à un autre. Les jachères et les forêts ont les plus grandes aires basales avec des valeurs respectives de 28,96 m<sup>2</sup>/ha et 28,19 m<sup>2</sup>/ha. Les plus faibles aires basales ont été obtenues dans les cacaoyères de plus de 10 ans (9,41 m<sup>2</sup>/ha). L'aire basale totale des espèces recensées dans la majorité des milieux étudiés est composée de celles des cacaoyers et des espèces forestières. En considérant uniquement les individus de cacaoyer, l'aire basale moyenne des cacaoyers est plus élevée dans les cacaoyères de plus de 10 ans (8,76 m<sup>2</sup>/ha) et moins élevée dans les cacaoyers de moins de 5 ans (2,73 m<sup>2</sup>/ha). Les reliques de forêts et les jachères ont en leur sein des cacaoyers dont l'aire basale moyenne est de 0,01 m<sup>2</sup>/ha. Par ailleurs, l'aire basale des espèces forestières est plus élevée dans les cacaoyers de moins de 5 ans (12,81 m<sup>2</sup>/ha) et plus faible dans les cacaoyers de plus de 10 ans (0,65 m<sup>2</sup>/ha) (Figure 24).

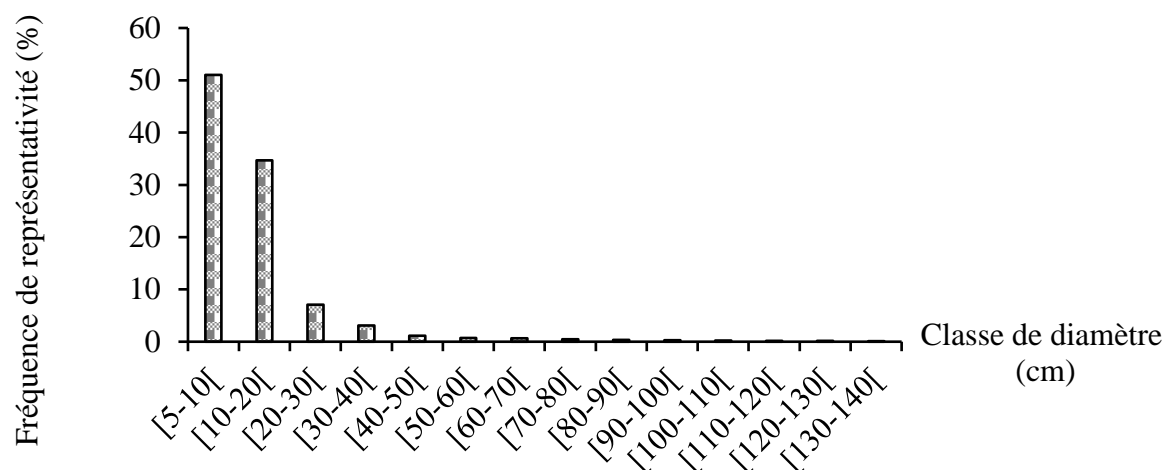


**Figure 23** : Aire basale des espèces inventoriées dans les différents types d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

### 6.3.3 Distribution des individus par classe de diamètre

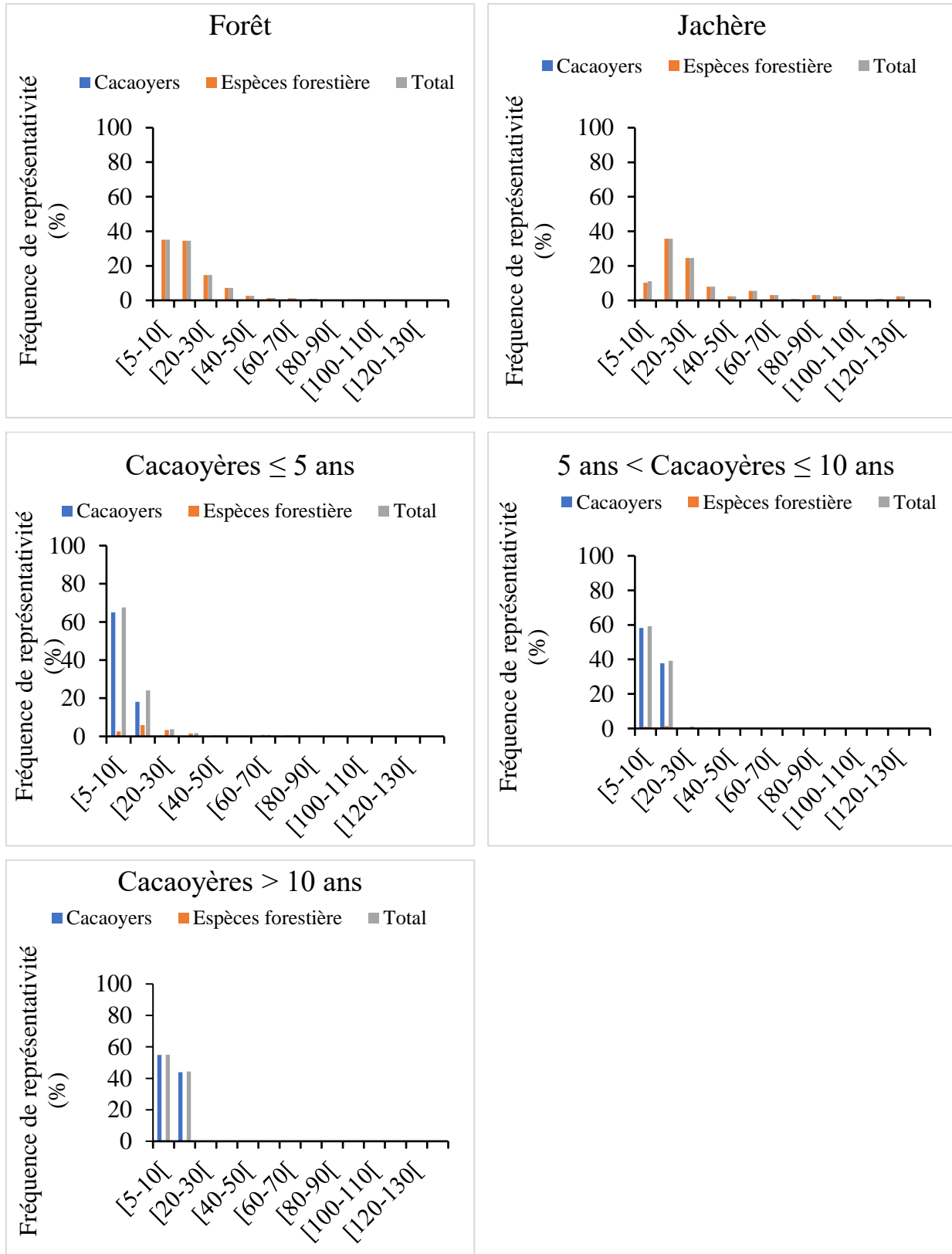
La distribution par classe de diamètre indique que la végétation de la FCHS est dominée par les individus de diamètre compris entre 5 et 10 cm (34,67 %) et sont suivis de ceux à diamètre

compris entre 10 et 20 cm (51,04 %). Les individus ayant des diamètres supérieurs à 20 cm sont très faiblement représentés dans la FCHS (14,31 %) (Figure 25).



**Figure 24** : Distribution générale des individus par classe de diamètre dans la forêt classée du Haut-Sassandra

La proportion des individus d'arbre dans les différentes classes de diamètre varie d'un milieu à un autre (Figure 26). Ainsi, l'on note dans les portions de forêts, une prépondérance des individus ayant un diamètre compris entre 5 et 10 cm (35,16 %) et sont suivis de ceux ayant un diamètre compris entre 10 et 20 cm (34,56 %). Dans les jachères, l'on note plutôt une prépondérance des individus dont le diamètre est compris entre 10 et 20 cm (35,71 %) et sont suivis de ceux compris entre 20 et 30 cm (24,60 %). L'on note par ailleurs une prépondérance des individus compris entre 5 et 10 cm, suivis de ceux compris entre 10 et 20 cm dans les cacaoyères. La proportion des individus d'arbres ayant un diamètre supérieur à 20 cm est faible dans les cacaoyères d'âge inférieur ou égal à 5 ans (8,40 %), très faible dans les cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans (1,59 %) et celles d'âge supérieur à 10 ans (0,57 %).



**Figure 25 :** Distribution des individus par classes de diamètre dans les différents types de milieux inventoriés dans la forêt classée du Haut-Sassandra

## **Chapitre 7 : Services de régulation fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019**

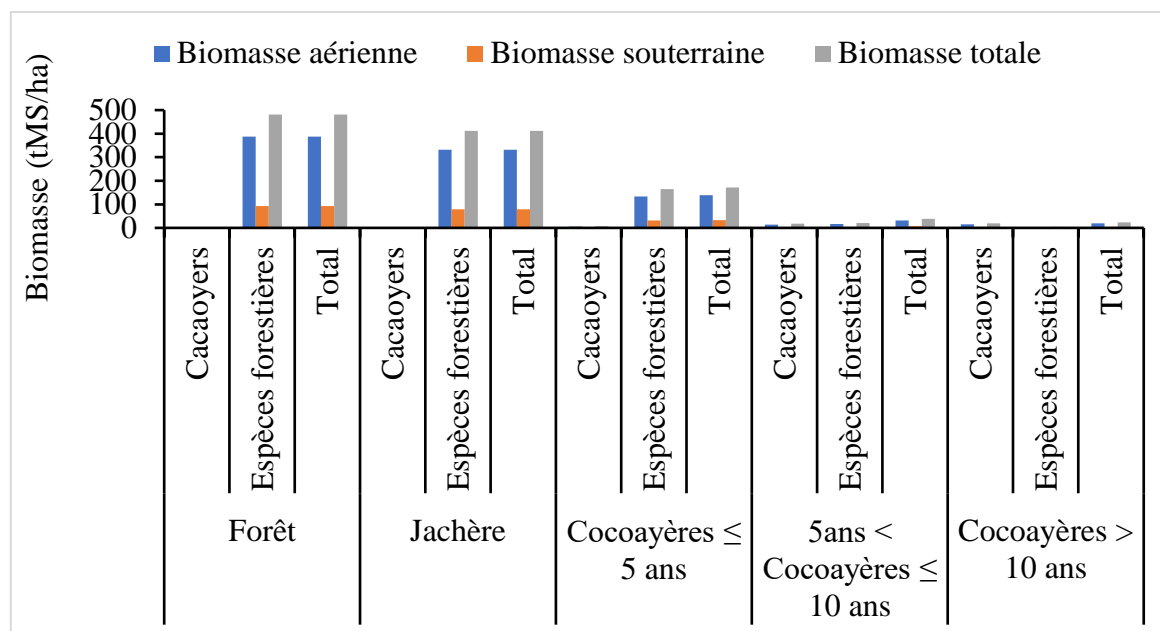
Dans ce chapitre, nous évaluerons le taux de carbone séquestré par les plantes au sein de la FCHS. De façon spécifique, il s'agit de (1) estimer le taux de carbone séquestré dans les différents types d'utilisation du sol ; (2) déterminer la valeur économique du carbone séquestré par la FCHS en 2019.

### **7.1 Carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra**

#### **7.1.1 Biomasse de la forêt classée du Haut-Sassandra**

##### **7.1.1.1 Biomasse aérienne, souterraine et totale de la forêt classée du Haut-Sassandra par hectare**

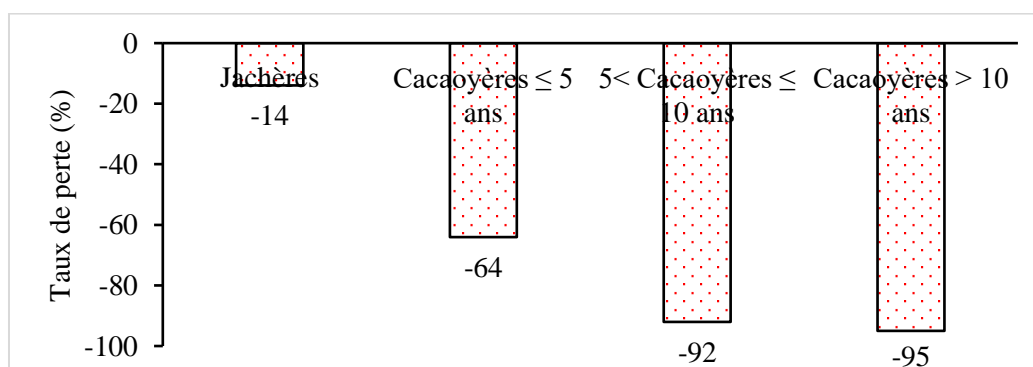
Les valeurs des biomasses aérienne, souterraine et totale des espèces recensées dans les différents types d'utilisation du sol de la FCHS sont consignées dans la figure 27. La biomasse aérienne moyenne dans la FCHS est de 117,96 tonnes de matière sèche par hectare (tMS/ha). La valeur la plus élevée de la biomasse est notée dans les fragments de forêts (387,69 tMS/ha). La valeur de la biomasse aérienne moyenne dans les fragments de forêts est suivie de celles des jachères et des cacaoyères d'âge inférieur ou égal à 5 ans avec des valeurs respectives de 331,89 tMS/ha et 138,80 tMS/ha. La plus faible valeur de la biomasse aérienne a été enregistrée dans les cacaoyères de plus de 10 ans avec une valeur moyenne de 18,99 tMS/ha. La biomasse souterraine moyenne des différents types d'utilisation du sol de la FCHS est de 39,10 tMS/ha. La plus grande valeur de la biomasse souterraine est dans les fragments de forêt (93,05 tMS/ha) et la plus petite valeur dans les cacaoyères de plus de 10 ans (4,56 tMS/ha). La biomasse totale (aérienne et souterraine) dans la FCHS est de 202,01 tMS/ha. La valeur la plus élevée de la biomasse est notée dans les fragments de forêt (480 tMS/ha). Les cacaoyères de plus de 10 ans ont la plus faible biomasse avec 23,55 tMS/ha.



**Figure 26** : Valeurs des biomasses aérienne, souterraine et totale dans les différents biotopes

tMS/ha : tonne de Matière Sèche par hectare

La figure 28 indique le bilan des pertes en biomasse des milieux fortement perturbés (jachères et cacaoyères) par rapport aux reliques forestières. La perte de la biomasse dans les jachères et cacaoyères par rapport à la forêt varie entre 14 % et 95 % à l’hectare. Ainsi, la biomasse des jachères est inférieure de 14 % à l’hectare que celle des fragments de forêts et est suivie des cacaoyères de moins de 5 ans (-64 %), cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans (-91,95 %) et cacaoyères de plus de 10 ans (-95,10 %).

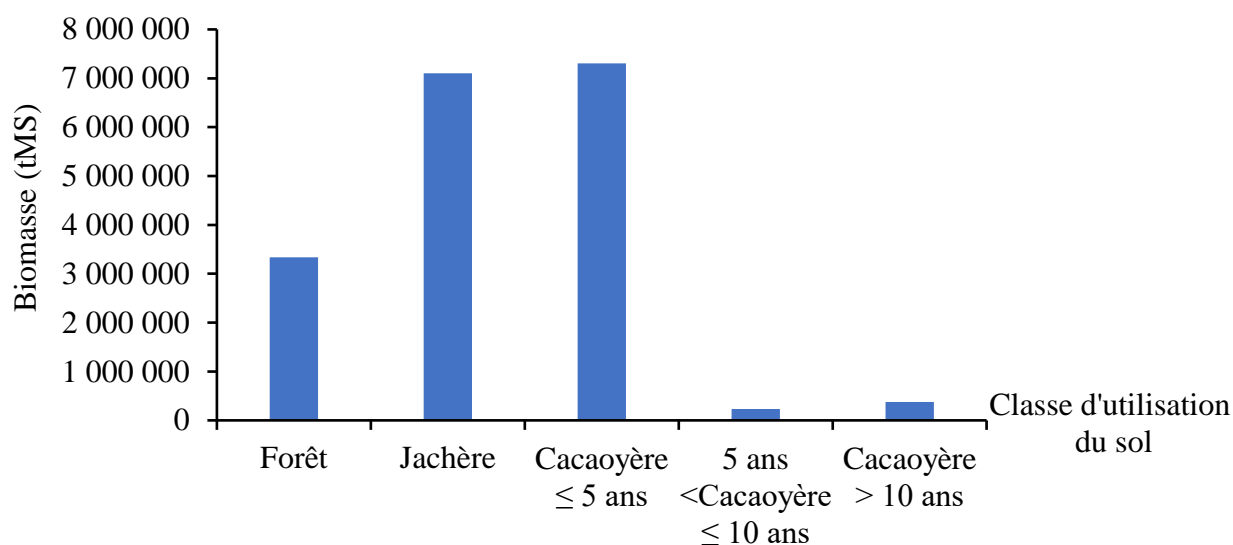


**Figure 27** : Bilan des pertes de la biomasse des jachères et cacaoyères par rapport aux reliques forestières de la forêt classée du Haut-Sassandra



### 7.1.1.2 Biomasse totale de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

La biomasse totale de la FCHS est estimée à 18 350 870 tonnes de matière sèche (tMS). Repartie dans les différents milieux inventoriés, la biomasse des cacaoyères de 5 ans au plus est plus élevée avec un total de 7 302 666 tMS et est suivie des jachères avec 7 100 587 tMS. Les cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans enregistrent la plus faible biomasse avec 234 818 tMS (Figure 29).



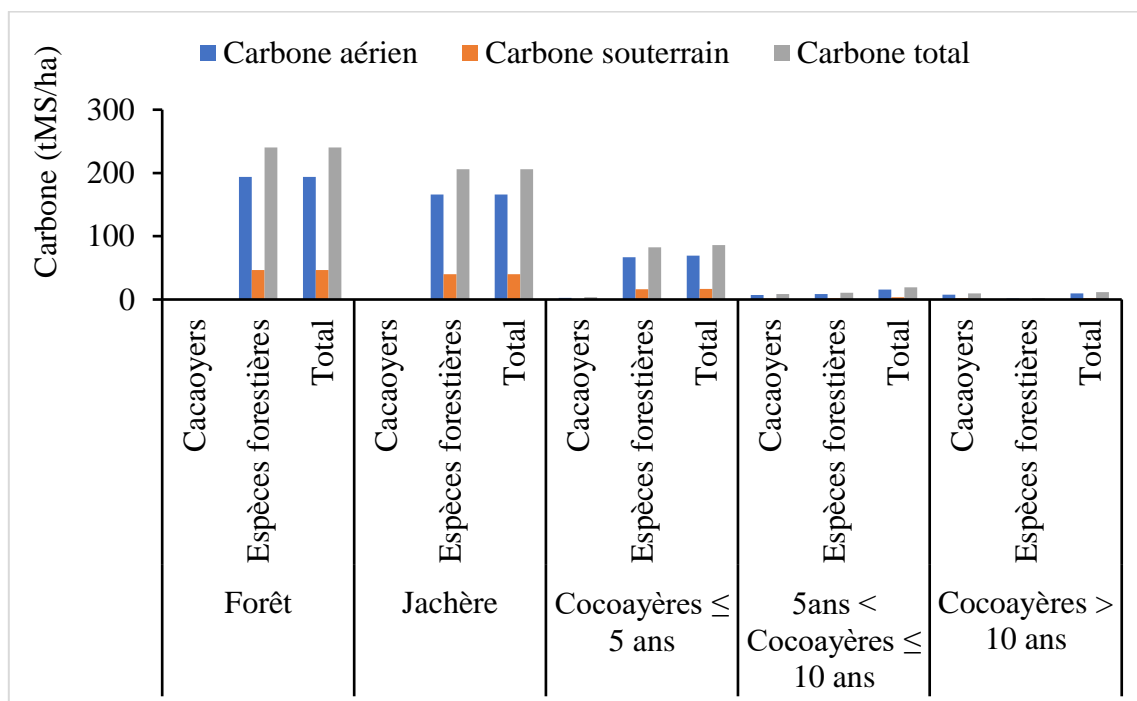
**Figure 28** : Biomasse totale de chaque type d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

## 7.1.2 Carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra

### 7.1.2.1 Carbone séquestré par hectare

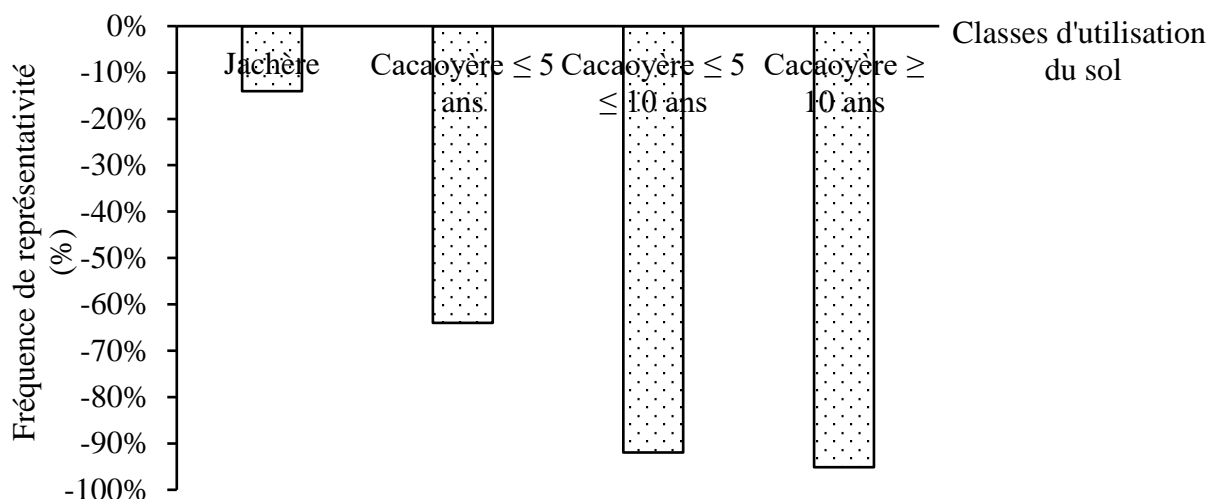
Le taux de carbone aérien, souterrain et total séquestré par unité de surface dans les différents types d'utilisation du sol de la FCHS est consigné dans la figure 30. Le taux moyen de carbone aérien séquestré dans la FCHS est de 58,98 tC/ha. Les taux les plus élevés de carbone séquestré sont enregistrés dans les forêts (193,15 tC/ha) et les jachères (165,95 tC/ha). Le plus faible taux de carbone est séquestré par les cacaoyères de plus de 10 ans (9,49 tC/ha). Le taux moyen de carbone souterrain séquestré par la FCHS est de 19,55 tC/ha. En considérant les différents types

d'utilisation du sol, les forêts séquestrent le plus le carbone souterrain (46,52 tC/ha) que les jachères (39,83 tC/ha), cacaoyères de 5 ans au plus (16,66 tC/ha), cacaoyères d'âge compris entre 5 et 10 ans (3,74 tC/ha) ainsi que les cacaoyères de plus de 10 ans (2,28 tC/ha). Le taux moyen de carbone séquestré dans la FCHS par unité de surface est de 101,01 tC/ha. Le plus grand taux de carbone est séquestré dans les forêts (240 tC/ha) et les jachères (205,77 tC/ha). Le plus faible taux de carbone est enregistré dans les cacaoyères de plus de 10 ans (11,77 tC/ha). Par ailleurs en considérant uniquement les cacaoyères, l'on note une décroissance du taux de carbone séquestré au fur et à mesure que les cultures augmentent en âge.



**Figure 29** : Taux de carbone aérien, souterrain et total séquestré par unité de surface dans les différents types d'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra

La figure 31 indique le bilan des pertes du carbone séquestré dans les milieux perturbés (jachères et cacaoyères) par rapport aux reliques forestières dans la FCHS. La perte du taux de carbone séquestré dans les jachères et cacaoyères par rapport à la forêt varie entre 14 % et 95 %. Ainsi, les jachères séquestrent moins de 14 % du carbone par rapport aux reliques de forêt tandis que les cacaoyères de plus de 10 ans en séquestrent moins de 95,10 %.



**Figure 30** : Bilan des pertes du carbone des jachères et cacaoyères par rapport aux reliques forestières de la forêt classée du Haut-Sassandra

### 7.1.2.2 Carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

Le taux de carbone séquestré par la FCHS en 2019 est d'environ 9 millions de tonne. Ce taux de carbone réparti dans tous les milieux est plus élevé dans les jeunes cacaoyères (3 651 121 t) et les jachères (3 550 207 t) tandis que les taux les moins élevés sont notés dans les cacaoyères d'âge compris entre 6 et 10 ans (186 661) et les cacaoyères de plus de 10 ans (117 439 t) (Tableau XVII).

**Tableau XVII** : Taux de carbone total séquestré dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

Types de milieux	Carbone séquestré (tC)
Forêt	1 669 658
Jachère	3 550 207
Cacaoyère ≤ 5 ans	3 651 121
5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	186 661
Cacaoyère ≥ 10 ans	117 439
FCHS	9 175 087

## 7.2 Valeur monétaire du carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra

### 7.2.1 Valeur monétaire du carbone séquestré par hectare

La valeur économique du carbone séquestré (VE) par ha dans la FCHS varie d'un marché à un autre. Cette valeur oscille entre 201 515 FCFA en moyenne pour le MDP et 6 717 165 FCFA en moyenne selon le marché de la REDD<sup>+</sup>. Par ailleurs, en considérant les différents biotopes de la FCHS, la valeur économique du carbone séquestré dans 1 ha de forêt est la plus élevée tandis que celle séquestrée dans un ha de cacaoyère de plus de 10 ans est la plus faible peu importe le marché considéré. Ainsi, la valeur économique du carbone séquestré dans les vieilles cacaoyères (cacaoyères de plus de 10 ans) est 95 fois moins élevée que celle du carbone séquestré en forêt quel que soit le marché considéré (Tableau XVIII).

**Tableau XVIII** : Valeur monétaire du carbone séquestré dans la forêt classée du Haut-Sassandra par unité de surface dans chaque type d'utilisation du sol

Utilisations du sol	VE selon le MDP (FCFA)	VE selon le Marché volontaire (FCFA)	VE selon la REDD <sup>+</sup> (FCFA)
Forêt	479 538	751 276	15 984 605
Jachère	410 511	643 134	13 683 705
Cacaoyère ≤ 5 ans	171 670	268 949	5 722 325
5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	38 603	60 478	1 286 775
Cacaoyère > 10 ans	23 481	36 787	782705
FCHS	201 515	315 707	6 717 165

VE = Valeur économique ; MDP = Mécanismes de Développement Propre ; REDD<sup>+</sup> = Réduire les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts

### 7.2.2 Valeur monétaire totale du carbone séquestré par la forêt classée du Haut-Sassandra

La valeur pécuniaire totale du carbone séquestré dans la FCHS selon les marchés du DP, volontaire et de la Redd<sup>+</sup> est consignée dans le tableau XIX. La valeur monétaire du carbone séquestrée par la FCHS est plus élevée selon le marché de la Redd<sup>+</sup> et plus faible selon le MDP. Cette valeur est de 917 508 798 FCFA et 27 525 264 FCFA respectivement pour les marchés de la Redd<sup>+</sup> et du MDP. Par ailleurs, les jeunes cacaoyères ont la plus grande valeur pécuniaire selon

tous les marchés de carbone tandis que les cacaoyères de 6 à 10 ans ont la plus faible valeur marchande.

**Tableau XIX** : Valeur monétaire totale de la forêt classée du Haut-Sassandra estimée à partir du carbone séquestré

Utilisation du sol	VE (FCFA) du carbone suivant différents marchés		
	Marché de la MDP	Marché volontaire	Marché de la Redd <sup>+</sup>
Forêt	5 008 974	7 847 393	166 965 809
Jachère	10 650 622	1 668 5975	355 020 743
Cacaoyère ≤ 5 ans	10 953 364	17 160 270	365 112 129
5 ans < Cacaoyère ≤ 10 ans	559 984	877 308	18 666 137
Cacaoyère > 10 ans	352 319	551 967	11 743 979
FCHS	27 525 264	43 122 913	917 508 798

MDP = Mécanismes de Développement Propre ; Redd<sup>+</sup> = Réduire les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts

## Chapitre 8 : Services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Le présent chapitre se propose de donner les résultats de l’évaluation des services d’approvisionnement fournis par les plantes de la FCHS.

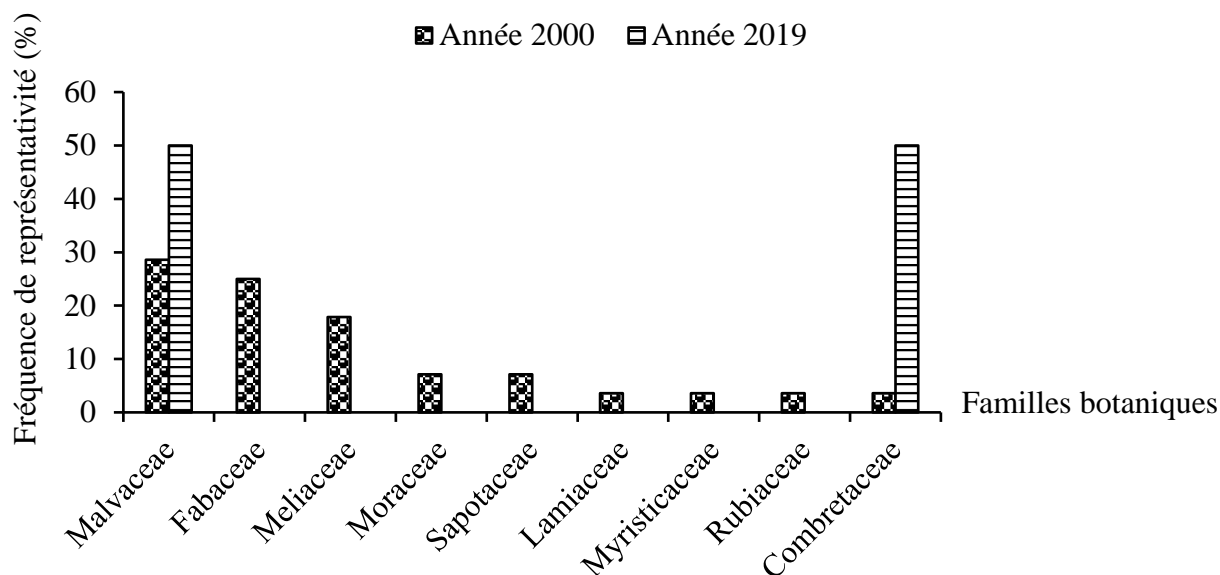
### 8.1 Services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra au gestionnaire en 2000 et 2019

#### 8.1.1 Richesse des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Les données d’archives collectées auprès de la structure de gestion de la FCHS (SODEFOR) ont révélé que 28 espèces appartenant à 25 genres et 9 familles ont été exploitées dans la FCHS en 2000 (Annexe 3). En 2019, seulement 2 espèces réparties entre 2 genres et 2 familles ont été exploitées dans la FCHS (Tableau XX). Elles représentent 7,14 % des espèces exploitées par la SODEFOR en 2000. Ces espèces sont *Terminalia superba* et *Triplochiton scleroxylon* (Annexe 3). Parmi les espèces exploitées comme bois d’œuvre dans la FCHS en 2000, les familles les plus abondantes sont les Malvaceae (28,57 %), Fabaceae (25 %) et Meliaceae (17,86 %). La figure 32 révèle que les 02 espèces exploitées en 2019 appartiennent aux familles des Malvaceae (50 %) et Combretaceae (50 %).

**Tableau XX** : Richesse des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

	Année 2000	Année 2019
Espèces	28	2
Genres	25	2
Familles	9	2



**Figure 31** : Fréquence des familles botaniques des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

### 8.1.2 Composition floristique des espèces exploitées comme bois d'œuvre dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Les essences exploitées dans la FCHS sont de 2 catégories à savoir les essences principales et les essences sporadiquement exploitées. Les espèces exploitées en 2000 sont majoritairement composées d'essences de la catégorie des espèces principales (89 %). En 2019, les essences exploitées appartiennent uniquement à la catégorie des espèces sporadiquement exploitées (P2) (Tableau XXI).

Le coefficient de similitude de Sørensen montre que seulement 13 % des espèces sont communes aux listes floristiques des essences exploitées dans la FCHS en 2000 et 2019 (Tableau XXI).

Vingt-deux (22) des espèces exploitées comme bois d'œuvre dans la FCHS en 2000 ont un statut particulier. Elles représentent environ 79 % des essences exploitées. 12 espèces sont vulnérables. Pour l'année 2019, une (01) des deux espèces exploitées est à risque faible (LR). Il s'agit de *Triplochiton scleroxylon* (Tableau XXI).

**Tableau XXI** : Catégories et statut de conservation des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Caractéristiques	Indicateurs	Année 2000	Année 2019
Statut UICN	LC	7	0
	LR	3	1
	VU	12	0
	Total	22	1
Catégories	P1 (%)	89,29	0
	P2 (%)	10,71	100
	Total	100	100

LC : Espèces à préoccupation mineur ; LR : Espèces à risques faible ; VU : Espèces vulnérables ; P1 : Espèces principales ; P2 : Espèces sporadiquement exploitées

### 8.1.3 Volume et valeur économique du bois exploité dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Un volume de bois de 16 388 m<sup>3</sup> a été exploité dans la FCHS en 2000. En 2019, ce fut un volume de 3 848,57 m<sup>3</sup> de bois qui a été exploité. En somme, le volume de bois exploité dans la FCHS sur les deux périodes est de 20 236,57 m<sup>3</sup>. La valeur économique de la FCHS estimée à partir du bois exploité en 2000 est d'environ 48 932 000 FCFA tandis que celui de l'an 2019 est égal à 21 040 000 FCFA (Tableau XXII). Ainsi, l'on note une réduction d'environ 27 892 000 FCFA, soit 57 % des bénéfices offerts en 2000.

**Tableau XXII** : Volume et valeur économique du bois exploité dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

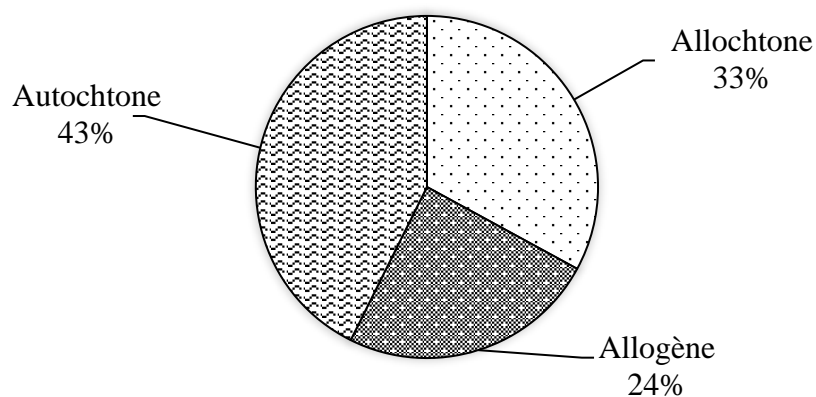
	Année 2000	Année 2019
Volume de bois exploité (m <sup>3</sup> )	16 388	3 844
Valeur marchande du bois exploité (FCFA)	48 932 000	21 040 000



## 8.2 Services d’approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines en 2000 et 2019

### 8.2.1 Caractéristiques socioculturelles des populations enquêtées

Au total, 358 personnes riveraines de la FCHS ont été interviewées. Les personnes autochtones représentant 43 % sont les communautés dont les ancêtres sont originaires de la zone périphérique de la FCHS (Gnamboua, Niédéboua et Gouro). Les populations allochtones quant à elles sont des habitants qui viennent d’une région autre que celle de la FCHS mais originaire de la Côte d’Ivoire (Baoulé, Lobi, Malinké, etc). Ces populations constituent 33 % des enquêtés. Enfin, les personnes allogènes sont des communautés étrangères à la zone périphérique de la FCHS et au pays, provenant essentiellement du Burkina Faso. Ils représentent 24 % de la population enquêtée (Figure 33).



**Figure 32** : Proportion des enquêtés de la zone riveraine de la forêt classée du Haut-Sassandra selon leur origine

## 8.2.2 Services d’approvisionnement fournis en 2000 et 2019

### 8.2.2.1 Cortège d’espèces floristiques utilisées par les populations riveraines

#### 8.2.2.1.1 Richesse floristique

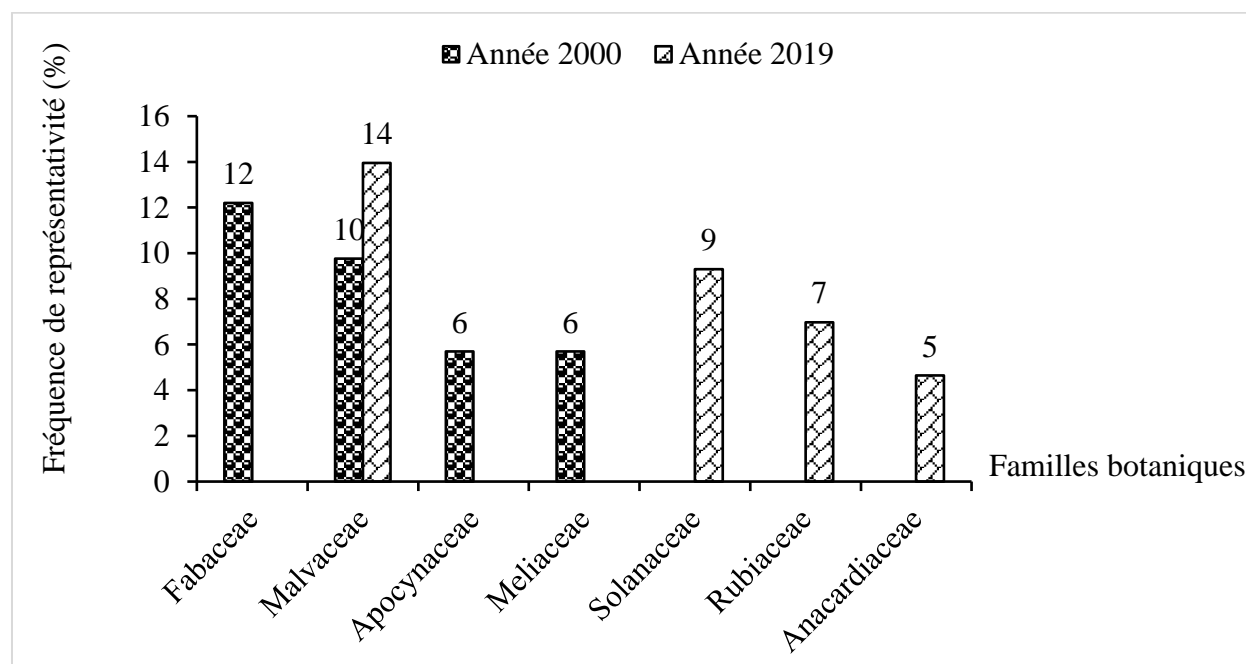
Les populations riveraines de la FCHS ont listé 128 espèces appartenant à 122 genres et 45 familles botaniques qui leur fournissaient des services d’approvisionnement aussi bien en 2000 qu’en 2019 (Annexe 4). L’étude a révélé qu’au début des années 2000, 123 espèces d’origine

végétale réparties entre 45 familles et 104 genres étaient utilisées par les populations riveraines de la FCHS. En 2019, ce sont 43 espèces réparties entre 40 genres et 28 familles qui étaient utilisées par les populations riveraines de la FCHS (Tableau XXIII).

**Tableau XXIII** : Richesse floristique des espèces végétales issues de la forêt classée du Haut-Sassandra utilisées par les populations riveraines

Année	Nombre d'espèces	Nombre de genres	Nombre de familles
2000	123	104	45
2019	43	40	28
Total	128	122	45

Les familles les plus représentées (Figure 34) des espèces utilisées en 2000 étaient les Fabaceae (12 %), les Malvaceae (10 %), les Apocynaceae et les Méliaceae avec un taux de 6 % chacun. Les familles les plus représentées parmi les espèces utilisées en 2019 étaient les Malvaceae (14 %), les Solanaceae (9 %), les Rubiaceae (7 %) et les Anacardiaceae (5 %).



**Figure 33** : Fréquence des familles botaniques des espèces exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

### 8.2.2.1.2 Espèces les plus citées par les populations riveraines en 2000 et 2019

Les espèces les plus citées par les populations riveraines au début des années 2000 étaient des espèces forestières. Il s'agit des espèces que sont *Nesogordonia papaverifera* utilisée par 50 % de la population, *Ricinodendron heudelotii* (38,13 %), *Irvingia gabonensis* (32,73 %), *Triplochiton scleroxylon* (31,29 %) et *Mansonia altissima* (29,86 %). En 2019, ces espèces forestières avaient de très faibles fréquences de citation et celles qui sont désormais les plus citées sont des espèces cultivées telles que *Musa paradisiaca* (80,22 %), *Colocasia esculenta* (44,96 %), *Theobroma cacao* (31,65 %), *Manihot esculenta* (26,98 %), *Dioscorea* sp (25,90 %). Ces principales espèces cultivées avaient de faibles fréquences de citation en 2000 par rapport à 2019 (Tableau XXIV).

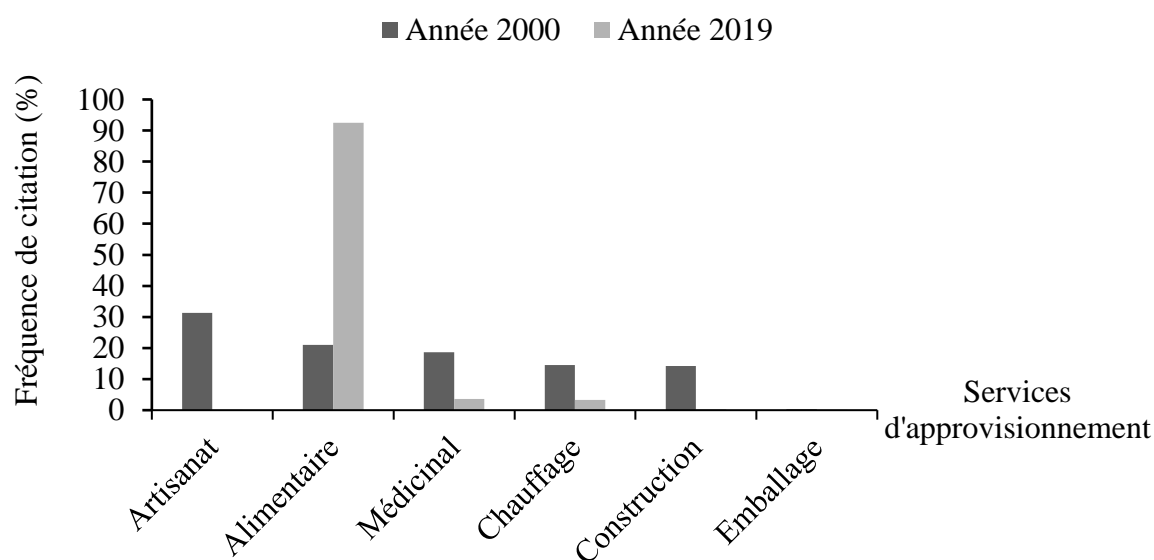
**Tableau XXIV** : Espèces végétales les plus citées en 2000 et 2019 par les populations riveraines

Espèces les plus citées en 2000	Fréquence de citation en 2000 (%)	Fréquence de citation en 2019 (%)
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	50,00	1,00
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	38,13	6,00
<i>Irvingia gabonensis</i>	32,73	1,00
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	31,29	2,00
<i>Mansonia altissima</i>	29,86	0,00
Espèces les plus citées en 2019		
<i>Musa paradisiaca</i>	5,00	80,22
<i>Colocasia esculenta</i>	4,00	44,96
<i>Theobroma cacao</i>	5,00	31,65
<i>Manihot esculenta</i>	1,00	26,98
<i>Dioscorea</i> sp	1,00	25,90

### 8.2.2.2 Typologie des services d'approvisionnement fournis par les espèces végétales

De façon générale, six (6) services d'approvisionnement à base de plantes ont été identifiés par les populations enquêtées en 2000 et en 2019 (Figure 35). Ce sont l'artisanat, l'alimentation, la médecine traditionnelle, le chauffage, la construction et l'emballage.

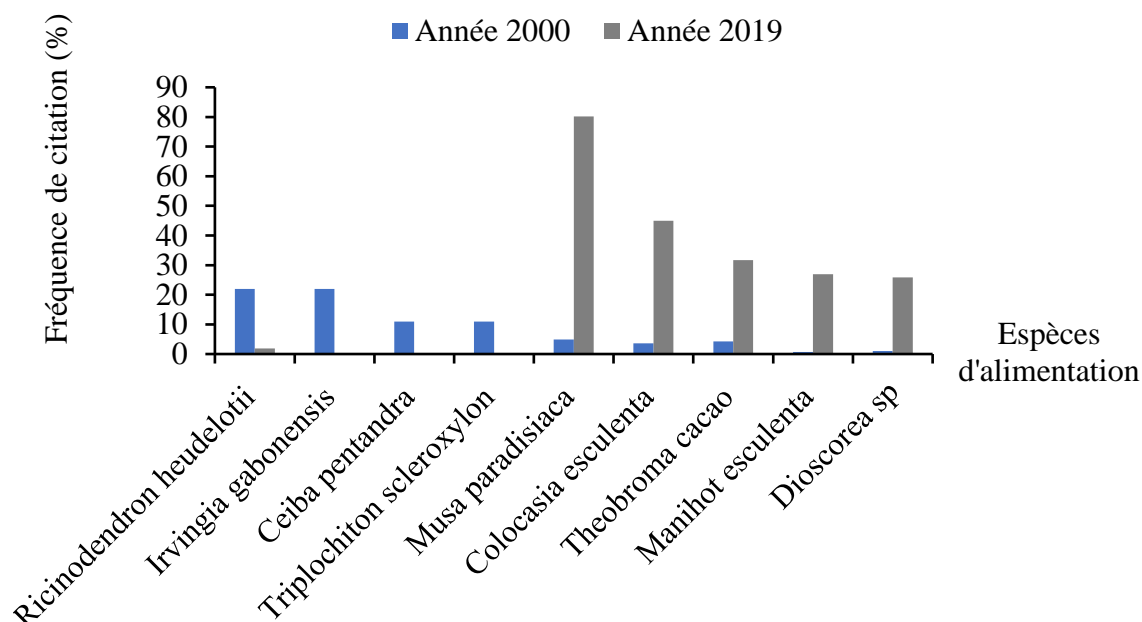
En 2000, les ressources forestières de la FCHS fournissaient 6 services d'approvisionnement que sont par ordre décroissant de citation, l'artisanat (31,34 %), l'alimentation (21,01 %), la médecine traditionnelle (18,62 %), le chauffage (14,48 %), la construction (14,20 %) et l'emballage (0,35 %). En 2019, les populations peuvent toujours bénéficier des 6 services écosystémiques d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 mais les proportions ont varié. Le service le plus cité par les populations est l'alimentation avec 92,53 % de citation. Bien que présents, les autres services sont cités plus faiblement qu'en 2000. Ainsi, le chauffage, la pharmacopée traditionnelle et la construction sont utilisés respectivement par 3,32 %, 3,63 % et 0,31 % des ménages enquêtés. Quant à l'artisanat et les emballages, ils sont cités par 0,1 % des ménages enquêtés.



**Figure 34 :** Typologie des services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019 aux populations riveraines

### 8.2.2.3 Cortège d'espèces végétales utilisées par les populations pour chaque type de service

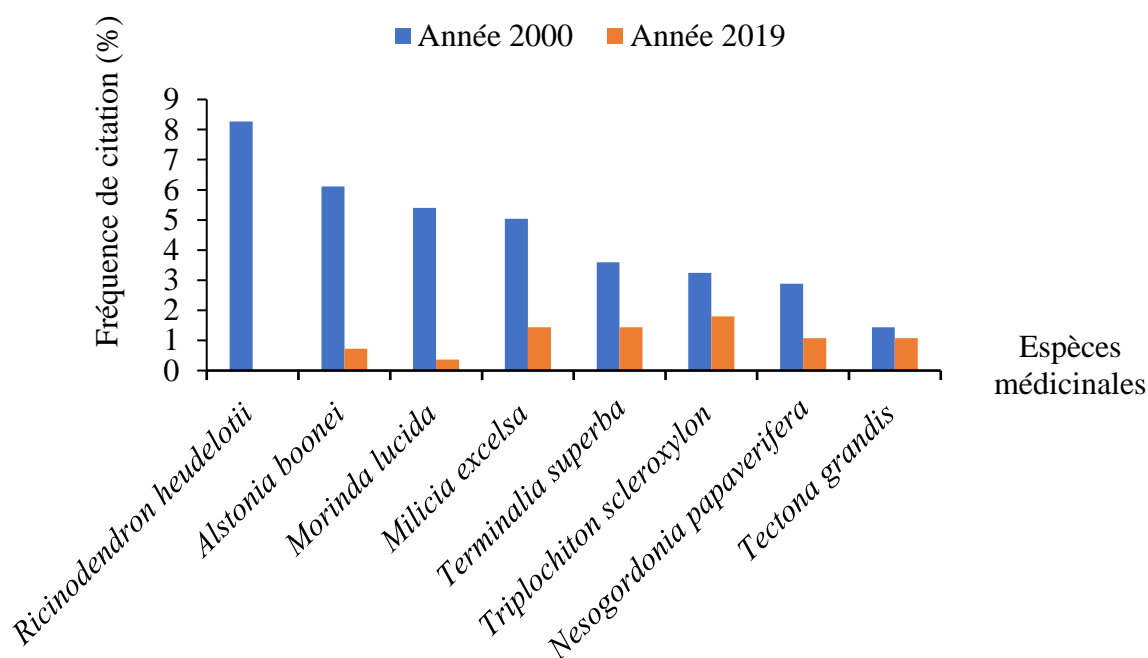
Au total, 53 espèces réparties en 48 genres et 30 familles sont utilisées par les populations riveraines dans l'alimentation (Annexe 4). Parmi ces espèces, 43 étaient utilisées au début des années 2000. Les espèces les plus sollicitées (Figure 36) sont des espèces forestières telles que *Ricinodendron heudelotii* (22 %), *Irvingia gabonensis* (22 %), *Ceiba pentandra* (11 %), *Triplochiton scleroxylon* (11 %). En 2019, 26 espèces sont utilisées par les populations rurales pour l'alimentation. Celles qui ont les plus grandes fréquences de citation sont des espèces cultivées telles que *Musa paradisiaca* (80,22 %), *Colocasia esculenta* (44,96 %), *Theobroma cacao* (31,65 %), *Manihot esculenta* (26,98 %) et *Dioscorea sp* (25,90 %).



**Figure 35** : Espèces végétales les plus citées pour l'alimentation en 2000 et 2019 par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra

Concernant l'usage médicinal, 75 espèces végétales réparties en 67 genres et 35 familles sont utilisées par les populations riveraines (Annexe 4). Les 75 espèces étaient utilisées par les populations riveraines en 2000. Les espèces les plus citées (Figure 37) pour la pharmacopée en 2000 étaient *Ricinodendron heudelotii* (8,22 %), *Alstonia boonei* (6,12 %), *Morinda lucida* (4,40

%), *Milicia excelsa* (5,04 %) et *Terminalia superba* (3,60 %). En 2019, les populations utilisaient désormais que 16 espèces végétales parmi les 75 espèces antérieurement utilisées en 2000. Les espèces qui étaient les plus utilisées sont *Triplochiton scleroxylon* (1,80 %), *Milicia excelsa* (1,44 %), *Terminalia superba* (1,44 %), *Nesogordonia papaverifera* (1,08 %) et *Tectona grandis* (1,08 %).



**Figure 36** : Espèces végétales les plus citées pour la pharmacopée traditionnelle en 2000 et 2019 par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra

Cinq organes de plantes étaient utilisés par les populations riveraines en 2000 pour l'usage médicinal. Il s'agit des écorces, feuilles, racines, fruits et rameaux. Les organes qui sont les plus utilisés sont les écorces (43,87 %) et les feuilles (29,26 %). Ces organes étaient utilisés par les populations riveraines pour le traitement de plusieurs affections spécifiques notamment le paludisme, les ulcères d'estomac, la faiblesse sexuelle, la migraine, les règles douloureuses, la fatigue, etc. (Tableau XXV).

En 2019, cinq organes de plantes sont toujours utilisés et dominés par les écorces (51,85 %) et les feuilles (25,93 %). Ces organes sont utilisés pour le traitement de diverses maladies que sont

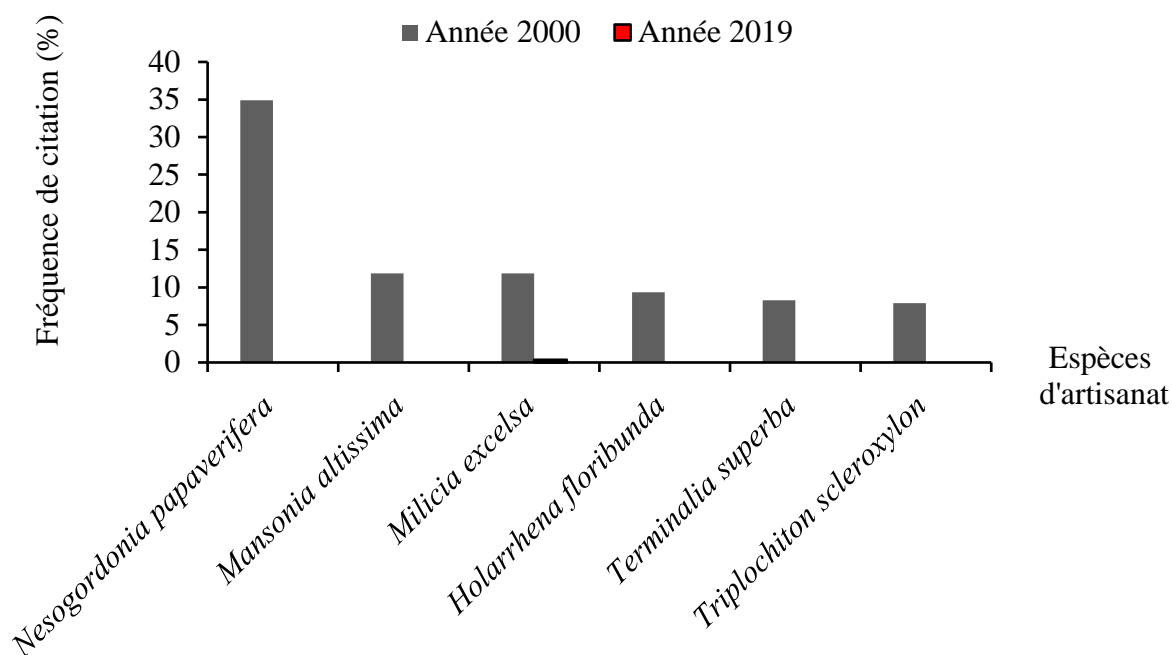
le paludisme, la tension artérielle, la migraine, la fatigue générale, les règles douloureuses, etc. (Tableau XXV).

**Tableau XXV** : Espèces les plus citées par les populations riveraines de la forêt classée en 2000 et 2019 dans la médecine traditionnelle, les affections traitées et leur fréquence de citation

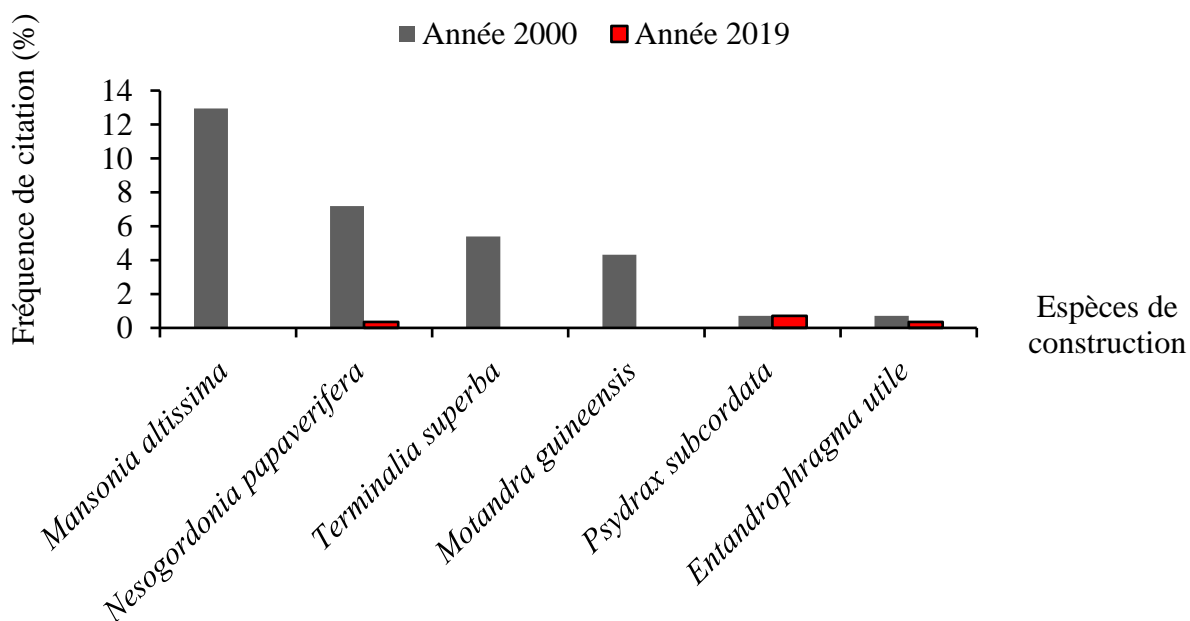
Espèces	Maladies traitées	Fréquences	Fréquences
		de citation (%) en 2000	de citation (%) en 2019
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Paludisme, Ulcère d'estomac, Faiblesse sexuelle	8	0
<i>Alstonia boonei</i>	Ulcère d'estomac, Diarrhée, Paludisme	6	0
<i>Morinda lucida</i>	Ulcère d'estomac, Paludisme	6	0
<i>Milicia excelsa</i>	Paludisme, Migraine, Dysménorrhée	5	12
<i>Terminalia superba</i>	Fatigue, Paludisme, Ulcère d'estomac	4	13
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Paludisme, Régulateur de la tension artérielle	0	16
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Paludisme, Fatigue	0	9
<i>Tectona grandis</i>	Ulcère d'estomac	0	9

Pour l'artisanat, 53 espèces réparties en 47 genres et 23 familles étaient couramment utilisées en 2000 (Annexe 4) parmi lesquelles les plus sollicitées (Figure 38) étaient *Nesogordonia papaverifera* (34,89 %), *Mansonia altissima* (11,87 %), *Milicia excelsa* (11,87 %), *Holarrhena floribunda* (9,35 %), *Terminalia superba* (8,27 %) et *Triplochiton scleroxylon* (7,91 %). En 2019, seule l'espèce *Milicia excelsa* (0,35 %) est encore utilisée par les populations riveraines.

On estime à 44, le nombre d'espèces utilisées par les populations riveraines de la FCHS pour la construction (Annexe 4). Ces 44 espèces étaient utilisées en 2000. Mais, en 2019, seules trois de ces espèces sont utilisées pour la construction. Les espèces les plus utilisées en 2000 sont *Mansonia altissima* (12,95 %), *Nesogordonia papaverifera* (7,19 %), *Terminalia superba* (5,40 %) et *Motandra guineensis* (4,32 %). En 2019, deux nouvelles espèces, *Psydrax subcordata* (0,72 %) et *Entandrophragma utile* (0,36 %), sont maintenant utilisées dans la construction en plus de *Nesogordonia papaverifera* (0,36 %). Les populations riveraines utilisaient le tronc de ces espèces pour la construction de cases et de hangars aussi bien en 2000 qu'en 2019 (Figure 39).



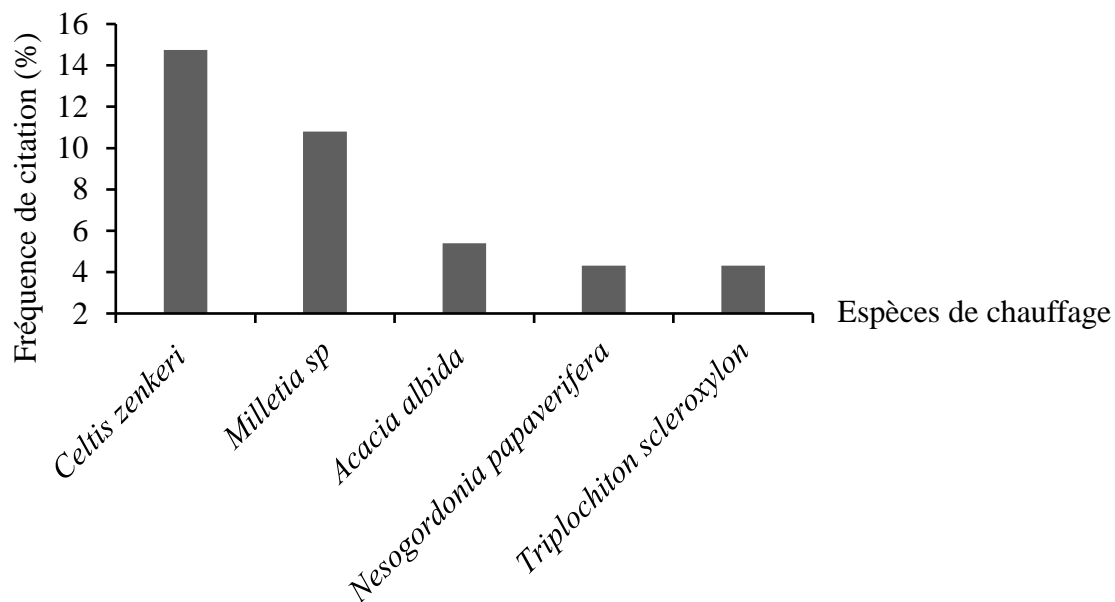
**Figure 37** : Fréquence de citation des espèces les plus utilisées dans l'artisanat par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019



**Figure 39** : Espèces les plus citées dans la construction par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

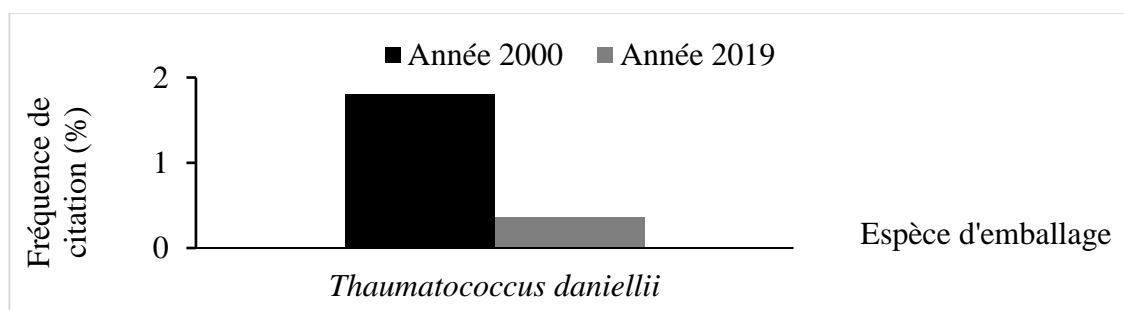


Les espèces utilisées au début des années 2000 comme bois d'énergie étaient au nombre de 50 réparties entre 44 genres et 25 familles (Annexe 4). La figure 40 indique que les espèces les plus utilisées comme bois de chauffe étaient *Celtis zenkeri* (14,75 %), *Milletia* sp. (10,79 %), *Acacia albida* (5,40 %), *Nesogordonia papaverifera* (4,32 %) et *Triplochiton scleroxylon* (4,32 %).



**Figure 4038** : Espèces les plus utilisées en 2000 comme bois de chauffe par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra

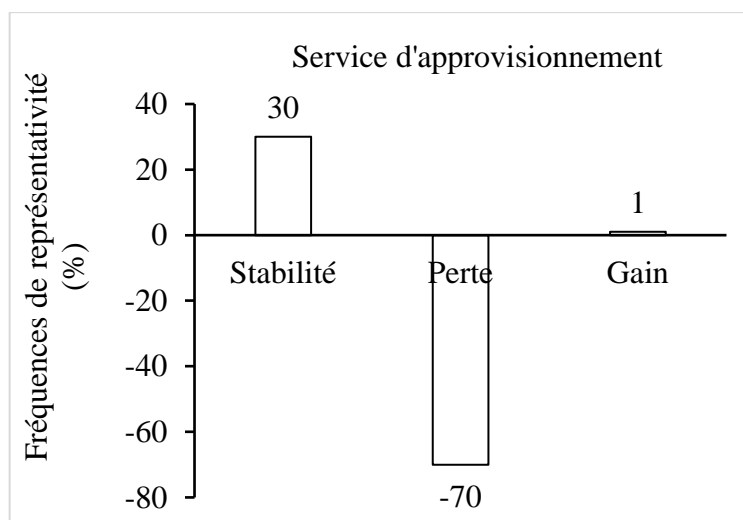
Une seule espèce était utilisée (Figure 41) aussi bien au début des années 2000 qu'en 2019 pour l'emballage (Annexe 4). Il s'agit de *Thaumatococcus daniellii* (Marantaceae). Cependant, son usage a baissé dans le temps passant de 1,80 % en 2000 à 0,36 % en 2019.



**Figure 391** : Espèce végétale utilisée en 2000 et 2019 pour l'emballage par les populations riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra

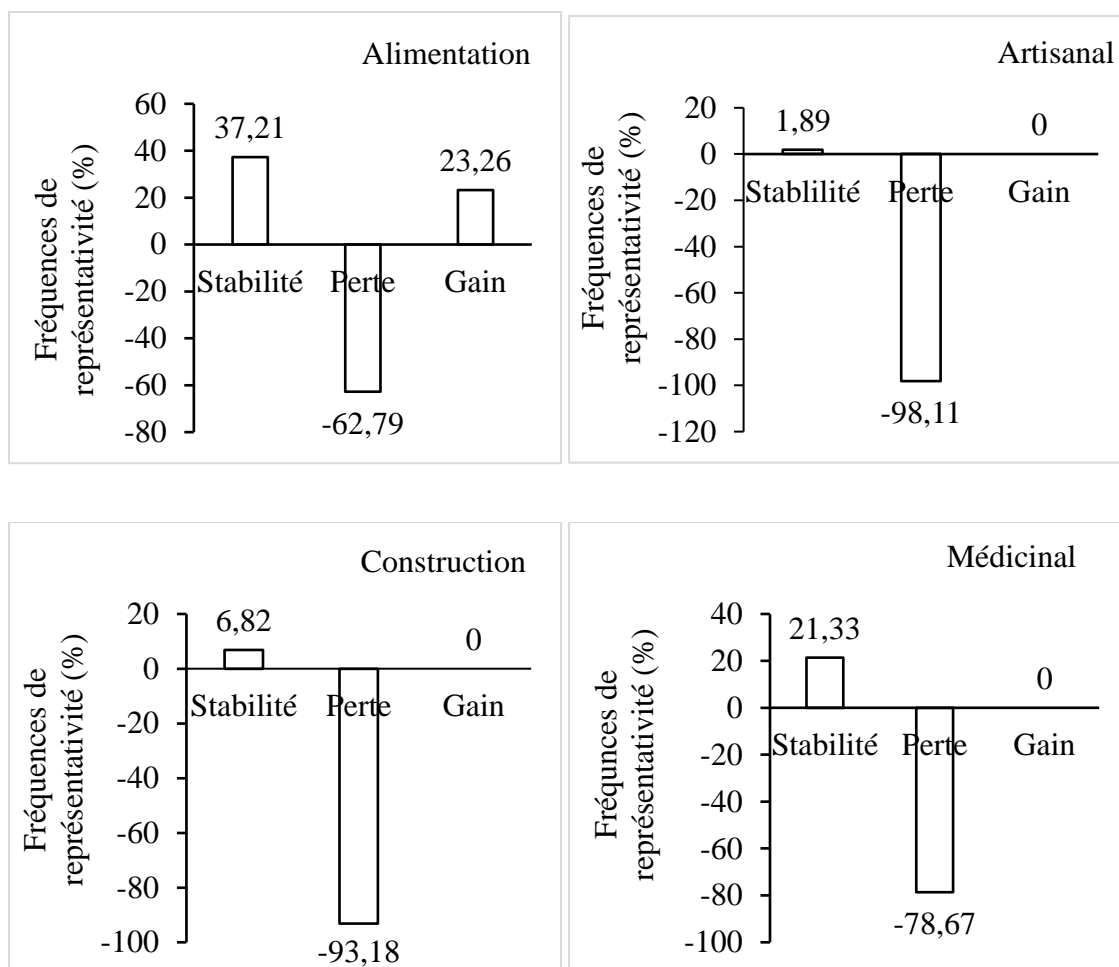
### 8.2.2.4 Bilan des pertes et gains d'espèces utilisées pour chaque type de service d'approvisionnement

La figure 42 fait état du bilan des pertes et gains d'espèces utilisées par les populations riveraines pour l'ensemble des services d'approvisionnement. Ainsi, 36 des espèces utilisées en 2019 faisaient partie du cortège floristique de 2000, soit une stabilité de 30 % des espèces utilisées en 2000. On note que 86 des espèces utilisées par les populations riveraines de la FCHS en 2000 sont signalées comme ayant disparu en 2019, soit une perte d'environ 70 % des espèces. Par contre, sept (7) espèces alimentaires cultivées en 2019 ne faisaient pas partie du cortège d'espèces utilisées en 2000. Il s'agit de *Anacardium occidentale*, *Arachis hypogaea*, *Citrus limon*, *Coffea* sp., *Solanum lycopersicum*, *Solanum torvum* et *Vernonia amygdalina*. L'on enregistre ainsi un gain de 1 % d'espèces.



**Figure 402** : Bilan des pertes et gains des services d'approvisionnement fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines

Dans le détail (Figure 43), l'on note en 2019 une perte de 98,11 % et 93,18 % des espèces utilisées par les populations en 2000 respectivement pour l'artisanat et la pharmacopée traditionnelle. Pour la construction et l'alimentation, ce sont des pertes de 78,67 % et 62,79 % des espèces utilisées en 2000 qui sont enregistrées en 2019. On constate une stabilité de 37,21 % d'espèces d'alimentation, 21,33 % d'espèces pour la pharmacopée traditionnelle, 6,82 % d'espèces de construction et 1,89 % d'espèce d'artisanat. Par ailleurs, 10 nouvelles espèces s'ajoutent aux espèces couramment utilisées par les populations en 2000.

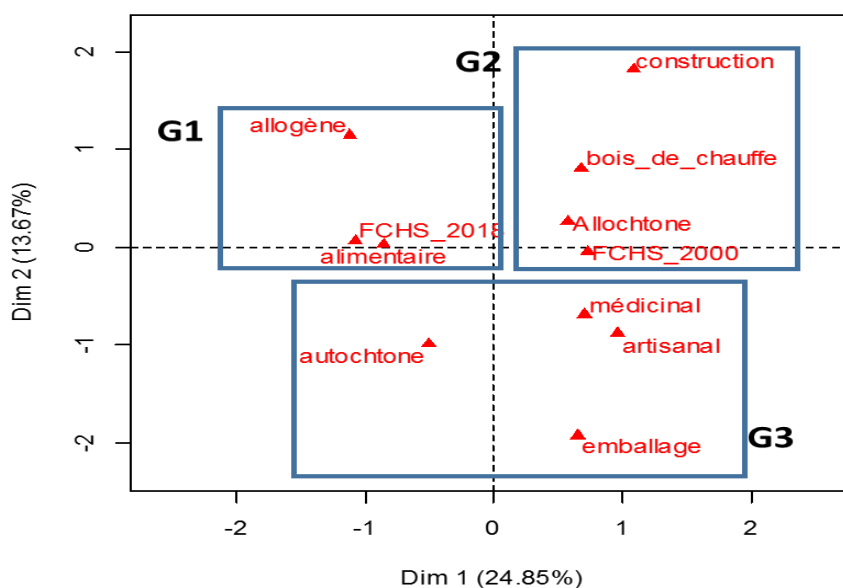


**Figure 413** : Bilan des pertes et gains des services d'approvisionnement fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra aux populations riveraines

### 8.2.3 Répartition des services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019 entre les couches socioculturelles

L'analyse de correspondance multiple (ACM) réalisée indique que les deux premiers axes restituent 38,56 % des variances des relations entre le profil socioculturel des enquêtés et les services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019 (Figure 44). 3 grands groupes de relation ont été déterminés au travers de l'ACM. En effet, l'examen du plan factoriel met en évidence un axe 1 qui restitue 13,67 % de la variance de l'information et oppose le groupe 1 (G1) au groupe 2 (G2). Cet axe décrit du côté positif le G2 indiquant les communautés allochtones bénéficiant des services de construction et de bois de chauffage en 2000. Du côté négatif, l'axe 1

décrit le G1 présentant les communautés allogènes comme bénéficiaires du service alimentaire fournis par la FCHS en 2019. A l'opposé de l'axe 1, se trouve l'axe 2 regroupant 24,85 % de la variance de l'information. Cet axe présente les communautés autochtones opposées aux allogènes et allochtones bénéficiant des services médicaux, artisanaux et d'emballage aussi bien en 2000 qu'en 2019.



**Figure 424** : Carte factorielle de distribution des services d'approvisionnement en fonction de l'origine des enquêtés et de l'année

## 8.2.4 Valeur monétaire des espèces cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

### 8.2.4.1 Principales espèces cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra

Les enquêtes réalisées auprès des populations riveraines de la FCHS ont révélé que 13 espèces réparties entre 14 genres et 12 familles sont cultivées dans la FCHS. Les espèces qui ont les plus grandes fréquences de citation sont *Theobroma cacao* (100 %) et *Musa paradisiaca* (95,80 %). Les espèces les moins cultivées sont *Arachis hypogaea* et *Phaseolus vulgaris* (0,70 % chacun) (Tableau XXVI).

**Tableau XXVI** : Liste des espèces cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2019

N°	Espèces	Noms vernaculaires	Familles	Fréquence de citation
1	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	Sterculiaceae	100
2	<i>Musa paradisiaca</i>	Banane plantain	Musaceae	95,80
3	<i>Colocasia esculenta</i>	Taro	Araceae	78,32
4	<i>Dioscorea</i> sp	Igname	Dioscoreaceae	74,83
5	<i>Capsicum frutescens</i>	Piment	Solanaceae	58,74
6	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Gombo	Malvaceae	54,55
7	<i>Manihot esculenta</i>	Manioc	Euphorbiaceae	51,75
8	<i>Solanum</i> sp	Aubergine	Solanaceae	51,05
9	<i>Zea mays</i>	Maïs	Poaceae	29,37
10	<i>Coffea canephora</i>	Café	Rubiaceae	2,80
11	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Solanaceae	1,40
12	<i>Arachis hypogaea</i>	Arachide	Fabaceae	0,70
13	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Haricot	Fabaceae	0,70

#### 8.2.4.2 Quantité de fèves de cacao et de banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Le rendement moyen annuel en cacao des cacaoyères installées dans la FCHS est de 0,28 t/ha. Ce rendement varie en fonction des classes d'âge des plantations cacaoyères. Les valeurs maximales de rendement sont obtenues pour les plantations d'âge supérieur à 10 ans (0,37 t/ha) et les valeurs minimales pour les plantations de moins de cinq (05) ans (0,16 t/ha). Ainsi en 2000, la quantité de fèves produite dans les cacaoyères de moins de 5 ans était égale à 146,92 t (Tableau XXVII). En 2019, la quantité totale de fèves de cacao fournit par la FCHS est de 18 384,05 t, soit une hausse de 18 237,13 t entre les deux dates. Ainsi, le taux d'augmentation de la production cacaoyère est de 12 410 %.

Pour ce qui est de la banane plantain, le rendement moyen annuel est de 1,95 t/ha. La quantité moyenne de banane produite est de 3,36 t/ha dans les plus jeunes cacaoyères (< 5 ans), 1,82 t/ha dans les cacaoyères de 6 à 10 ans et 0,67 t/ha pour celles ayant un âge supérieur à 10 ans. En outre,

en 2000, la quantité de banane plantain produite dans la FCHS était de 3 087,02 t. En 2019, la production de banane est passée à 187 061,17 t ; soit une différence de 183 974 t en 2000 et 2019 correspondants à une hausse de 5 959 % (Tableau XXVII).

**Tableau XXVII** : Quantités de fève de cacao et de banane plantain cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Spécifications	Classes d'âge des cacaoyères	Quantité de production (kg)	
		Année 2000	Année 2019
Cacao	Cacaoyères ≤ 5 ans	146,92	6 754,89
	5 ans < Cacaoyères ≤ 10 ans	0	5 948,91
	Cacaoyères > 10 ans	0	5 680,25
	Total	146,92	18 384,05
Banane plantain	Cacaoyères ≤ 5 ans	3 085,39	141 852,73
	5 ans < Cacaoyères ≤ 10 ans	0	34 925,86
	Cacaoyères > 10 ans	0	10 285,86
	Total	3 087,02	187 061,17

#### 8.2.4.3 Valeur monétaire des fèves de cacao et de la banane plantain fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

La valeur monétaire totale du cacao fournit par la FCHS en 2000 est de 47 749 000 FCFA contre 13 743 037 500 FCFA en 2019 (Tableau XXVIII). Ainsi, l'on note un gain de 28 681 % des bénéfices tirés de la vente du cacao issu de la FCHS en 2000. La valeur monétaire totale issue de la vente de la banane plantain en 2000 est de 77 175 640 FCFA. En 2019, cette valeur est passée à environ 14 milliards de FCFA (Tableau XXVIII). Ainsi, la valeur pécuniaire totale de la FCHS estimée à partir des fèves de cacao ainsi que de la banane plantain fournis aux populations riveraines s'élevait en 2000 à 124 924 640 FCFA. En 2019, cette valeur est passée à 27 772 625 003 FCFA. Ainsi, de 2000 à 2019, la FCHS a gagné en valeur pécuniaire de 27 647 700 363 FCFA pour les populations riveraines, soit un gap positif de 14 000 %.

**Tableau XXVIII** : Valeur monétaire des fèves de cacao et de la banane plantain cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

Spéculation	Classe d'âge des cacaoyères	Valeur monétaire de production (FCFA)	
		Année 2000	Année 2019
Cacao	Cacaoyères ≤ 5 ans	47 749 000	5 066 167 500
	5 ans < Cacaoyères ≤ 10 ans	0	4 416 682 500
	Cacaoyères > 10 ans	0	4 260 187 500
	Sous-total	47 749 000	13 743 037 500
Banane plantain	Cacaoyères ≤ 5 ans	77 175 640	10 644 833 020
	5 ans < Cacaoyères ≤ 10 ans	0	2 610 320 144
	Cacaoyères > 10 ans	0	774 434 339
	Sous-total	77 175 640	14 029 587 474
	Total	124 924 640	27 772 625 003

### 8.3 Valeur monétaire totale des espèces agricoles cultivées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

La valeur monétaire totale (VET) du bois d'œuvre, du cacao et de la banane plantain issus de la FCHS en 2000 s'élevait à 173 856 640 FCFA contre 27 793 664 974 FCFA en 2019. Ainsi, de 2000, l'on note environ 15 886 % de gain par rapport à 2000 (Tableau XXIX).

**Tableau XXIX** : Valeur monétaire totale des services d'approvisionnement de la forêt classée du Haut-Sassandra évaluée en 2000 et 2019

Spéculation	Valeur monétaire totale des productions (FCFA)	
	Année 2000	Année 2019
Bois d'œuvre	48 932 000	21 040 000
Fève de cacao	47 749 000	13 743 037 500
Banane plantain	77 175 640	14 029 587 474
VET	173 856 640	27 793 664 974

## Chapitre 9 : Discussion

Ce chapitre propose une discussion générale des principaux résultats de la thèse.

Rappelons que l'objectif général de cette étude est d'évaluer les services écosystémiques fournis par cet espace domanial au gestionnaire et aux populations riveraines à deux périodes correspondant à deux états de la FCHS. Le premier état concerne l'état relativement bien conservé (2000) et le second, aujourd'hui, correspondant à un état anthropisé (2019). Par ailleurs, l'hypothèse qui sous-tend cette étude stipule que l'anthropisation des espaces domaniaux a entraîné une modification des services écosystémiques rendant le bilan des pertes plus élevé que celui des gains en termes de catégories et de valeur économique.

### 9.1 Dynamiques de l'utilisation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019

La classification de l'image Landsat 7 ETM+ couvrant la FCHS en 2000, révèle une dominance de la matrice paysagère par la forêt dense. Les résultats obtenus confirment les travaux de N'Guessan *et al.* (2003), Oszwald (2005), Sangne *et al.* (2015), Koua *et al.* (2017) et Kouakou *et al.* (2018), qui ont révélé que la FCHS au début des années 2000 était relativement bien conservée. Le bon état de conservation de la FCHS au début des années 2000 serait dû à la surveillance effective de celle-ci par les agents en charge de la gestion des forêts classées. En effet, la surveillance effective de la FCHS dissuadait les paysans tentés d'y installer des plantations (Oszwald *et al.*, 2003). Les classes anthropiques au sein de la FCHS ne représentaient qu'environ 8 % de la superficie totale de cet espace domanial. La présence des jachères serait liée à l'exploitation forestière légale (Kouamé *et al.*, 1998) effectuée par la Société Industrielle Forestière de Côte d'Ivoire (SIFCI) (SODEFOR, 1994). Toutefois, les exploitations agricoles les plus importantes au sein de cette forêt étaient à cette époque situées au niveau de la parcelle d'exploitation de la SIFCI (localisée au Nord-est de la forêt). D'autres exploitations se trouvaient dans la zone de Trouvougbeu, se trouvant non loin de la SIFCI et dans le Sud de la FCHS (SODEFOR, 1994). Une partie des infiltrations de la forêt classée serait le fait de populations à la recherche de terres cultivables (SODEFOR, 1994).



Contrairement à l'année 2000, en 2019, la FCCHS a été fortement anthropisée. En effet, le traitement de l'image Landsat OLI-TIRS a montré qu'en 2019, la classe « Forêt » occupait seulement 7,24 % du paysage. La classe culture quant à elle constitue la matrice du paysage dans la FCCHS avec une proportion de 92,76 % du paysage. Cette forte anthropisation de la FCCHS en 2019 serait due à l'infiltration de cet espace domanial pendant la période de crises politico-militaire en Côte d'Ivoire. L'infiltration de cet espace protégé à la faveur de la crise fut la cause de sa dégradation. Ainsi, la période des conflits a été considérée comme une période charnière de l'anthropisation (Barima *et al.*, 2016 ; Kouakou *et al.*, 2018). Au cours de cette période, il n'y a pas eu d'activités de surveillance occasionnant une infiltration massive des populations au sein de la FCCHS à la recherche de terres propices à la cacaoculture (Kouakou *et al.*, 2015). Cette assertion se justifie par la présence de cacaoyères de plus de 10 ans d'âge (17 % de l'espace). La forte anthropisation de la FCCHS en 2019 est également due à une poursuite des activités anthropiques dans la FCCHS après les conflits. En effet, la fin des conflits ne s'est pas matérialisée par la fin ou la baisse de la déforestation de la FCCHS (Koua *et al.*, 2017 ; Kouakou *et al.*, 2018). Nos résultats ont révélé que les jeunes cacaoyères (Cacaoyères de 1 à 5 ans) occupent une proportion de 44 % du paysage. Ainsi, après les conflits, les infiltrations dans la FCCHS se sont poursuivies à tel point que la matrice du paysage a été transformée. La matrice du paysage est passée de la classe forêt dense en 2000 à la classe forêt dégradée-culture/jachères en 2015 comme l'avaient démontré Kouakou *et al.* (2018) puis à la classe culture-jachère en 2019. Cette observation confirme les travaux de Vadrot (2005) et N'Goran (2010) qui ont montré que les impacts environnementaux post-conflit en Côte d'Ivoire sont surtout le fait du prolongement de ceux survenus pendant la période de conflits. Il s'agit entre autres d'une exploitation abusive des ressources naturelles afin de combler des besoins alimentaires et énergétiques. Ce même constat de la poursuite de la cacaoculture dans la FCCHS après les conflits a été relaté par Koua *et al.* (2017) et Kouakou *et al.* (2018).

## **9.2 Variation par biotope des services de soutien fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra**

Les inventaires floristiques réalisés dans les différents types d'utilisation du sol de la FCCHS en 2019 ont permis de constater une baisse de la richesse floristique par rapport à celle présente

quand la FCHS était relativement bien conservée. En effet, en 1998, Kouamé *et al.* avaient recensé 1047 espèces. Cette réduction du nombre d'espèces est due à une anthropisation croissante de la FCHS depuis le début des années 2000 et sa transformation en cacaoculture.

En outre, parmi les différents types d'utilisation du sol de la FCHS, les forêts enregistrent le plus grand nombre d'espèces et sont suivies de cacaoyères d'âge inférieur à 5 ans. La présence d'espèces forestières dans les jeunes cacaoyères peut être imputable à la nécessité de leur utilisation pour la protection des jeunes plants de cacaoyers contre les rayonnements solaires (Adou Yao, 2005 ; Koulibaly, 2008). Le nombre élevé d'espèces forestières dans les jeunes cacaoyères est également dû au fait que les paysans adoptent une stratégie de camouflage de leurs exploitations agricoles lors de la mise en place des cacaoyères au cours des premières années de développement dans la FCHS. En effet, dans le souci d'échapper à la surveillance de la SODEFOR, les paysans défrichent le sous-bois en prélude à la mise en culture du cacaoyer. Les grands arbres y sont laissés faisant croire à un bon état de la forêt vue de haut. Les fèves de cacao sont alors semées dans le sous-bois pendant les premières années de culture. Après quelques années, les grands arbres brûlés à la base du tronc meurent pour laisser la place aux cacaoyères ; ce qui traduit le faible nombre d'espèces dans les cacaoyères plus âgées. Cette réduction du nombre d'espèces est également due au fait que certains arbres et arbustes laissés sur les plantations meurent de façon naturelle car ne disposant plus des conditions idéales pour leur développement (Adou Yao & N'Guessan, 2006).

Par ailleurs, l'indice de Shannon calculé a montré que les cacaoyères de plus de 10 ans sont les moins diversifiées. Ce résultat confirme les travaux de Jiagho *et al.* (2016) et Mekideche *et al.* (2018) qui ont montré que l'indice de Shannon est positivement corrélé avec l'intensité des activités anthropiques.

Aucune ressemblance n'est notée de manière générale entre les forêts existantes actuellement dans la FCHS et les autres types d'utilisation du sol. Ainsi, la flore de la FCHS aujourd'hui serait différente de celle de 2000 vu le changement de l'utilisation du sol de la FCHS de 2000 à 2019.

En ce qui concerne les espèces à statut particulier, leur présence, leur nombre et leur variété confirme le rôle de conservation de la biodiversité que jouent les espaces domaniaux en général (Konan, 2009 ; Triplet, 2009 ; Goné Bi *et al.*, 2013 ; Boushaba, 2017) et la FCHS en particulier

(Kouakou *et al.*, 2015 ; Kouakou, 2019). Ainsi, malgré son état de dégradation, la FCHS regorge encore plusieurs espèces à statut particulier, qui méritent une attention particulière. En effet, selon Tchouto (2004), les espèces à statut particulier sont les plus sensibles aux perturbations causées par l'homme. Les activités anthropiques dont la résultante est la destruction de la forêt, ne favorisent pas la survie de ces espèces qui recherchent un microclimat particulier (Sangne *et al.*, 2008).

Les milieux qui enregistrent le plus faible nombre d'espèces de bois d'œuvre sont les espaces cultivés et plus spécifiquement les cacaoyères de plus de 10 ans avec une (01) seule espèce enregistrée. Ce faible nombre d'espèces de bois d'œuvre s'explique par le fait que les paysans éliminent ces espèces dans leur plantation afin d'éviter leur exploitation par le gestionnaire (Kpangui, 2015). En outre, la dissemblance entre les espèces commerciales présentes dans les fragments de forêt et les cacaoyères pourrait entraîner une différence significative entre les listes d'espèces exploitées dans la FCHS en 2000 et 2019.

### **9.3 Variation par biotope des services de régulation fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra**

La biomasse des jachères est moindre de 14 % que celle des forêts et est suivie des cacaoyères de moins de 5 ans (-64 %), cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans (-91,95 %) et cacaoyères de plus de 10 ans (-95,10 %). Cette réduction graduelle de la biomasse végétale dans les cultures s'explique par deux facteurs. Le premier facteur est que les cacaoyers ont une biomasse assez faible, du fait de leur circonférence et leur hauteur moins importante comparativement aux arbres laissés dans les champs (Bakayoko *et al.*, 2012). Le second facteur qui explique la perte de biomasse dans les milieux cultivés par rapport aux forêts est le faible nombre d'arbres à grands diamètres dans les cacaoyères, surtout celles qui sont âgées (Kpangui, 2015). Ainsi, bien que la biomasse de la FCHS en 2000 n'ait été estimée, des déductions peuvent être faites sur sa valeur. En effet, vues les réductions drastiques des surfaces forestières observées dans la FCHS, la quantité de matière sèche dans la FCHS en 2000 devrait être plus grande que celle de l'an 2019.

Le taux élevé de carbone séquestré par les forêts (240 tC/ha) et les jachères (205,77 tC/ha) se justifie par la présence d'arbres de grands diamètres et d'espèces ayant une forte densité spécifique (Bakayoko *et al.*, 2012). En effet, selon les travaux de Saj *et al.* (2013) et Anobla &

N'Dja (2016), ce sont les arbres qui séquestrent plus le carbone, surtout ceux à gros diamètre (Bah *et al.*, 2019). Ainsi, les forêts classées, quand elles sont bien conservées, participent significativement à la régulation du climat à travers la séquestration du carbone. En d'autres termes, bien que les forêts classées soient dédiées entre autres à l'exploitation de bois d'œuvre, elles participent à lutter contre le changement. La participation des espaces domaniaux à la lutte contre le changement climatique a également été mis en évidence (Wani & Qaisar 2014 ; Mensah *et al.*, 2016 ; Yang *et al.*, 2017). En effet, selon McNeely & Mainka (2009), les aires protégées stockent 15 % du carbone mondial terrestre, soit 312 Gigatonnes.

Le stock moyen de carbone dans les cultures est de 39,05 tC/ha. Bien que le stock de carbone des espaces cultivés reste faible, ils participent à la régulation du climat à travers la séquestration du dioxyde de carbone (Durot, 2013 ; Mboye, 2015). Le faible taux de carbone séquestré par les cultures par rapport à ce qui est stocké par les fragments forestiers se justifierait par le fait que les cacaoyers sont des arbustes. De ce fait, leur croissance en circonférence et hauteur reste limitée. Ce qui réduit leur potentiel de séquestration. Ainsi, plus le champ prend de l'âge et que les espèces forestières a fort potentiel de séquestration sont éliminées, moins il stocke du carbone (Kpangui, 2015). Ainsi, bien que le taux de carbone séquestré par la FCHS en 2000 n'ait été estimé, celui-ci est plus élevé que le taux de séquestration de la forêt en 2019 vu le bon état de conservation de la forêt en 2000 par rapport à 2019.

## **9.4 Variation des services d'approvisionnement fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019**

### **9.4.1 Variation des services d'approvisionnement fournis au Gestionnaire**

Les forêts assez bien protégées regorgent une forte disponibilité d'essences commerciales dans les forêts classées (Amani & Touré, 2015). En effet, Kouamé *et al.* (1998), avaient recensé 72 espèces exploitables dans la FCHS. Par ailleurs, les données collectées ont révélé une disponibilité d'un volume de bois d'œuvre de 1 418 582 m<sup>3</sup> d'espèces principales dans la FCHS à cette période. Ainsi, la disponibilité d'essences exploitables dans la FCHS au moment où elle était relativement bien conservée a favorisé l'exploitation d'un volume important de bois d'œuvre appartenant à un grand nombre d'espèces forestières. Les données collectées auprès de la structure

de gestion de la FCHS (SODEFOR) ont ainsi révélé que 28 espèces appartenant à 25 genres et neuf (09) familles ont été exploitées dans la FCHS en 2000 pour un volume de 16 388 m<sup>3</sup>.

Bien que les données concernant le volume de bois d'œuvre exploitable en 2019 ne soient pas disponibles actuellement auprès de la structure en charge de la gestion de la FCHS, des déductions peuvent être faites sur leur quantité. En effet, vues les réductions drastiques des surfaces forestières observées dans la FCHS, le volume actuel de bois exploitables devrait être inférieur que celui de l'an 2000.

Seulement deux espèces de bois d'œuvre, à savoir *Terminalia superba* et *Triplochiton scleroxylon*, sont exploitées dans la FCHS en 2019. Ce nombre réduit d'espèces exploitées en 2019 est dû à trois facteurs. Le premier facteur est lié à l'inexistence d'un grand nombre d'espèces dans le milieu suite à leur destruction lors de la mise en place des exploitations cacaoyères dans la FCHS comme l'avaient montré Barima *et al.* (2016) et Kouakou *et al.* (2018). En outre, plusieurs travaux ont montré que les activités agricoles réduisent la diversité floristique d'un milieu (Adou Yao & N'Guessan, 2006 ; Koulibaly, 2008 ; Koulibaly *et al.*, 2010 ; Akoudjin *et al.*, 2016). Le deuxième facteur qui justifie le nombre réduit d'essences exploitées dans la FCHS en 2019 est le manque d'espèces de bois d'œuvre atteignant les seuils d'exploitabilité. En effet, selon la distribution des taxons par classes de diamètre, la FCHS est dominée par les individus de diamètres compris entre 5 et 10 cm (34,67 %) et ceux compris entre 5 et 10 cm (34,67 %). Selon le plan d'aménagement de toute forêt d'exploitation comme c'est le cas de la FCHS, un arbre peut être coupé que s'il a un diamètre minimum à 1,30 m du sol ou au-dessus des contreforts égal ou supérieur au diamètre prescrit pour cette espèce (SODEFOR, 1994). Le troisième facteur qui justifie l'exploitation de ce nombre limité d'espèces en 2019 est la demande formulée par les exploitants forestiers. En effet, l'exploitation d'une espèce obéit à une demande par les exploitants forestiers (SODEFOR, 1996). Ainsi, bien que plus de deux espèces pourraient être exploitées en 2019, les exploitants forestiers ont formulé la demande d'exploitation de ces deux espèces que sont le *Terminalia superba* et le *Triplochiton scleroxylon*.

#### **9.4.2 Variation des services d'approvisionnement fournis aux populations riveraines**

A l'issue de l'enquête réalisée, 128 espèces d'origine végétale ont été désignées comme étant utilisées par les populations riveraines de la FCHS pour assurer leur bien-être. Les espèces les plus

utilisées au début des années 2000 étaient des espèces forestières. Ce résultat se justifie par une dominance de la classe « Forêt » dans le paysage de la FCHS en 2000 favorisant une disponibilité de produits forestiers non ligneux comme l'avaient démontré Zanh *et al.* (2016). L'utilisation des espèces agricoles telles que *Musa paradisiaca* et *Manihot esculenta* en 2000 prouve la présence d'exploitations agricoles dans la FCHS déjà à cette période. Cette présence d'activités anthropiques est révélée par les images satellitaires qui présentaient 8 % d'espace occupés par les cultures et jachères.

En 2019, seules 29 % des espèces utilisées par les populations en 2000 restent encore disponibles. Désormais, les espèces les plus utilisées sont des espèces vivrières et pérennes cultivées telles que *Musa paradisiaca* (80,22 %), *Colocasia esculenta* (44,96 %), *Manihot esculenta* (26,98 %) et *Dioscorea* sp (25,90 %). La plupart de ces espèces sont traditionnellement associées aux cultures pérennes de cacao et de café (Zanh *et al.*, 2019).

Par ailleurs, l'utilisation d'espèces forestières provenant de la FCHS par les populations riveraines en 2019 indique que, dans les systèmes agricoles en cours dans la FCHS, des espèces locales utiles pour les populations riveraines subsistent encore. Cette situation s'explique par la présence de fragments de forêts résiduelles dans la FCHS comme le révèle la carte d'utilisation du sol de la FCHS en 2019.

Six types de services d'approvisionnement à base de plantes sont fournis par la FCHS aux populations riveraines en 2000 et en 2019. Les ressources forestières de la FCHS sont utilisées par les populations riveraines pour l'alimentation, la médecine, le bois de chauffe, la construction, l'emballage et l'artisanat. Ces résultats obtenus en 2019 sont la preuve que les écosystèmes anthropisés peuvent continuer à fournir une diversité de services d'approvisionnement autant que les écosystèmes naturels. Cependant, des différences importantes existent dans les fréquences d'usage de ces services. Ainsi, la dominance des services d'artisanat, de pharmacopée traditionnelle et de construction en 2000 s'explique par le bon état de conservation de la FCHS à cette période (Kouakou *et al.*, 2018). La perte de la quasi-totalité des espèces utilisées après l'année 2000 par les populations s'explique par une disparition des produits forestiers non ligneux avec la déforestation de la FCHS en 2019 (Kouakou *et al.*, 2018). En effet, l'anthropisation de la FCHS a entraîné une perte importante des espèces utilisées par les populations riveraines pour leur subsistance. Cette réduction des espèces forestières dans la FCHS a pour conséquence la réduction

des services liés à ces espèces, matérialisée par une réduction drastique par ordre d'importance des services d'artisanat, de construction et de pharmacopée traditionnelle.

Par ailleurs, le taux élevé des services d'alimentation en 2019 est attribuable à l'expansion des espèces cultivées sur la quasi-totalité de la superficie de la FCHS (Assalé *et al.*, 2016). Pourtant, cette extension de l'espace agricole entraîne une baisse de la diversité floristique du milieu se traduisant par une quête de productivité agricole (Berger *et al.*, 2015). Ainsi, les populations riveraines n'utilisaient que 26 espèces alimentaires en 2019 alors qu'elles en utilisaient 43 en 2000. Au niveau alimentaire, en nous basant sur le nombre d'espèces utilisées, la FCHS fournissait plus de services alimentaires en 2000 qu'en 2019. Par ailleurs, la forte proportion du service d'alimentation en 2019 pourrait également s'expliquer par le fait que plus de personnes ont accès aux ressources alimentaires de la FCHS en 2019 qu'en 2000. En effet, la notion de service écosystémique implique certains facteurs tels que la disponibilité et l'accessibilité (Janin, 2019). Ainsi, bien que plus d'espèces étaient utilisées au début des années 2000, moins de personnes y avaient accès à cause de la surveillance de cet espace rendant le service d'alimentation fourni par la FCHS en 2000 moins élevé que celui fourni en 2019.

Les résultats ont révélé que la FCHS fournissait plus de bois d'énergie quand elle était bien conservée en 2000 qu'en 2019. Dans le processus de mise en culture traditionnelle, l'agriculture sur brulis est d'usage. Le brulis des arbres en vue de limiter l'ombrage devrait rendre plus disponible les bois de chauffe. Cependant, les pratiques du brulis telles que réalisées dans la FCHS ne permettent pas une disponibilité d'arbres pouvant servir de chauffage aux populations après trois (03) ans. Dans la FCHS, les populations procèdent autrement dans la mise en place des cultures. En effet, vu le caractère clandestin de leurs activités agricoles, ces populations introduisent les cultures sous les arbres ; les arbres leur servant de camouflage contre les agents de surveillance de la forêt. Plus tard, lorsque les espèces agricoles ont atteint un certain âge, les paysans mettent le feu à la base des arbres qui meurent sur pied (Barima *et al.*, 2016). Les arbres morts et secs pourraient alors servir de bois de chauffage domestiques pendant les trois premières années de mise en place de l'exploitation. Cependant, après trois (03) ans, il n'existerait pratiquement plus d'arbres morts pouvant servir de chauffage aux populations.

Concernant le lien entre les caractéristiques socioculturelles des enquêtés et les services d'approvisionnement, l'Analyse de Correspondance Multiple indique que les services fournis par

la FCHS en 2019 sont un gain pour les communautés allogènes et une perte pour les autochtones et les allochtones. Ce résultat s'explique par le fait que les populations les plus nombreuses à infiltrer la FCHS pour la culture du cacao sont représentées à plus de 90 % par les communautés allogènes provenant majoritairement du Burkina Faso (Timité *et al.*, 2019). Cette forte infiltration dans la FCHS aurait eu lieu depuis l'avènement des crises politico-militaire en Côte d'Ivoire qui ont débuté en 2002. En effet, Barima *et al.* (2016) ont montré que la période des conflits a constitué une période charnière de l'infiltration de la FCHS pour la cacaoculture. Ainsi, le cacao et les cultures vivrières associées constituaient donc le principal approvisionnement de ces populations. L'appropriation de la FCHS par les allogènes explique également le faible taux des services liés aux espèces forestières. En effet, les travaux de Kouakou *et al.* (2017) ont révélé une méconnaissance des services liés aux produits forestiers non ligneux par les communautés allogènes parce que ces produits forestiers ne sont pas présents dans leur environnement d'origine. Cette méconnaissance aurait entraîné un abattage systématique de la quasi-totalité des plantes forestières lors de la mise en place des plantations (Barima *et al.*, 2016). Cette pratique agricole développée au sein de la FCHS engendre de lourdes conséquences environnementales liées à la perte de la biodiversité locale.

Les résultats ont également révélé que les communautés autochtones et allochtones étaient les bénéficiaires des services fournis par la FCHS en 2000. Ce résultat s'explique par le fait que ces communautés ont une grande connaissance des usages liés aux espèces forestières. Ce résultat confirme les travaux de Kouakou *et al.* (2018) qui ont montré une large connaissance des usages liés aux produits forestiers non ligneux par les autochtones. Ainsi, du fait de leur proximité de la FCHS, les communautés autochtones et allochtones utiliseraient les ressources de cette forêt pour leurs besoins quotidiens. Toutefois, l'utilisation des ressources forestières en 2000 n'a pas eu d'incidence remarquable sur la végétation de la FCHS vu son état de conservation à cette période.

Les dynamiques de l'occupation des exploitations agricoles dans la FCHS de 2000 à 2019 ont également entraîné une dynamique de la production agricole dans cet espace domanial. En effet, nos travaux ont montré qu'en 2000, environ 147 t de cacao étaient issus de la FCHS contre environ 18 384 t de fèves en 2019. Ainsi, cet espace domanial qui était consacré à l'exploitation forestière contribue fortement aujourd'hui, à alimenter le marché international en fève de cacao. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Higonnet *et al.* (2019) qui ont révélé que de



nombreux espaces protégés en Côte d'Ivoire ont été entièrement défrichés pour laisser place à des exploitations de cacao, matière première du chocolat. Selon Luc (2002) et Kouakou *et al.* (2009), la cacaoculture requiert de petits investissements et procure de grands bénéfices, raisons pour lesquelles les paysans la pratiquent sur de grandes superficies. L'infiltration des paysans dans les espaces domaniaux en Côte d'Ivoire pour la cacaoculture a également été observée dans plusieurs espaces protégés dont les parcs nationaux de la Marahoué et du Mont Péko (Kadet, 2015 ; Kouamé, 2016), les forêts classées de la Béki (Atta *et al.*, 2017), etc. Le même constat de l'anthropisation des espaces protégés pour la cacaoculture a été fait au Ghana, le deuxième producteur mondial de cacao (Wardell & Lund, 2004). Dans ce pays, entre 2001 et 2014, 117 866 ha d'aires protégées ont été défrichés et le Ghana a perdu plus de 7 000 km<sup>2</sup> de forêts, soit au moins 10 % de l'ensemble de son couvert forestier (Higonnet *et al.*, 2019). En outre, les fèves de cacao produites dans la FCCHS semblent être une réelle opportunité stratégique pour les communautés riveraines, nationales et internationales. Cependant, derrière cette opportunité stratégique se cache une déforestation des espaces domaniaux qui constituent les derniers vestiges de la forêt ivoirienne (Kouamé Kra, 2019).

Nos enquêtes ont également montré que les populations infiltrées dans la FCCHS, associent plusieurs espèces vivrières aux cacaoyères. La culture en association de ces vivriers (*Musa paradisiaca*, *Colocasia esculenta*, *Dioscorea* sp, etc.) et maraichers (*Capsicum frutescens*, *Solanum* sp, *Abelmoschus esculentus*, etc.) a pour but d'assurer l'autosuffisance alimentaire des paysans et de dégager un surplus commercialisable. Cette technique agricole fait légion dans la plupart des régions de la Côte d'Ivoire aussi bien dans le domaine rural que domaniaux (Deheuvels, 2007). Par ailleurs, nos analyses ont montré que la quantité de banane plantain produite dans la FCCHS est passée d'environ 3 085 t en 2000 à plus de 187 000 t en 2019, soit une hausse de 5 962 %. La FCCHS qui était consacrée à l'exploitation forestière participe également à garantir la sécurité alimentaire des populations riveraines. Cependant, le rendement en banane plantain diminue au fur et à mesure que les cacaoyères augmentent en âge. En effet, les bananiers sont disposés en intercalaire des cacaoyers, à la même densité afin de servir d'ombrage aux jeunes plants de cacao avec une durée d'association de deux à trois ans en moyenne (Sonwa, 2002). Après quelques années, les bananiers tout comme les autres cultures vivrières associées aux cacaoyers tendent à disparaître des plantations laissant place à une monoculture de rente (cacao). La banane plantain

comme les autres cultures vivrières associées au cacaoyer, telle que cultivée ne pourraient assurer la sécurité alimentaire des populations riveraines sur le long terme.

### **9.5 Variation de la valeur pécuniaire des ressources tirées de la forêt classée du Haut-Sassandra de 2000 à 2019**

Les données collectées ont montré que la valeur marchande du bois d'œuvre issu de la FCHS est passée d'environ 49 millions de FCFA en 2000 à 21 millions de FCFA en 2019, soit une baisse de 57 %. Une tendance contraire est observée pour les productions agricoles de cacao et de banane plantain avec moins de 125 millions de FCFA en 2000 et environ 27 772 millions de FCFA en 2019, soit une hausse de 22 131 %. Ainsi, si l'on se base sur le bois d'œuvre exploité, la FCHS avait une valeur monétaire plus élevée en 2000 qu'en 2019. Sur la base du cacao et de la banane plantain cultivés illégalement, la FCHS avait une faible valeur pécuniaire en 2000 qu'en 2019. Aussi pris ensemble, la valeur marchande du bois d'œuvre, du cacao et de la banane plantain en 2000 est de 173 856 640 FCFA alors que celui de l'an 2019 est de 27 793 664 974 FCFA, soit une hausse de 15 886 %. Ainsi, la FCHS dans son état anthropisé semble avoir une valeur pécuniaire plus élevée que lorsqu'elle est assez bien conservée. L'avantage économique issu de l'anthropisation des espaces naturels pour l'agriculture a également été mis en évidence dans les travaux du MEA (2005b). Selon ces auteurs, les changements occasionnés aux écosystèmes ont contribué à des gains substantiels sur le niveau du bien-être de l'Homme et le développement économique.

L'anthropisation des espaces domaniaux entraînant une augmentation des revenus des populations suscite de nombreuses interrogations sur le devenir des espaces domaniaux ivoiriens. En d'autres termes, les avantages économiques issus de la production agricole dans la FCHS doivent-elles soutenir l'abandon total de cet espace à l'agriculture ? La réduction drastique du service d'approvisionnement en bois d'œuvre doit-elle inciter le gestionnaire au déguerpissement des populations infiltrées en vue de la reconstitution de cet espace domaniale ? Le gestionnaire devrait-il plutôt mettre en place un système de culture permettant de concilier production de bois d'œuvre et production agricole sur le même espace domaniale ?

Cette étude a montré que l'anthropisation de la FCHS a entraîné une hausse de l'économie ivoirienne due à la production cacaoyère (Higonnet *et al.*, 2019). Cependant, cette action pourrait conduire à la mise en place d'infrastructures puis à l'urbanisation, accentuer la pauvreté de certaines catégories de personnes (MEA, 2005b) et entraîner une dégradation de nombreux services d'origine écosystémique (en plus de l'approvisionnement en bois d'œuvre). En effet, nos analyses ont montré que les services fournis par la FCHS en 2019 sont un gain pour les communautés allogènes et une perte pour les autochtones et les allochtones alors que ces dernières étaient les bénéficiaires des services fournis par la FCHS quand elle était relativement bien conservée. Aussi, l'anthropisation a entraîné la réduction des services liés aux espèces forestières et s'est matérialisée par des pertes de 98,11 %, 93,18 % et 78,67 % respectivement pour l'artisanat, la construction et la pharmacopée traditionnelle. L'anthropisation des espaces naturels pourrait entraîner également la dégradation de plusieurs services dont le traitement et la détoxification des eaux, la protection contre les dangers naturels, la régulation de la qualité de l'air, du climat régional et local, la fertilité du sol et un grand nombre d'avantages culturels (spirituels, esthétiques, récréatifs et autres) comme le souligne MEA (2005a) et TEEB (2010a). Un autre désavantage de l'abandon de la FCHS à la cacaoculture serait la cessation de cette même culture aussi bien dans le domaine rural que dans le domaine domanial. En effet, les espaces protégés à l'instar des forêts favorisent à travers la régulation du climat local, un microclimat indispensable à la pratique de la cacaoculture (Kouadio *et al.*, 2018). La cacaoculture étant elle-même strictement dépendante de l'existence effective de la forêt. Ainsi, l'abandon de la FCHS à l'agriculture semble générer plus d'inconvénients que d'avantages.

Une autre alternative pour le gestionnaire face à l'anthropisation pourrait être le déguerpissement des populations infiltrées en vue de la reconstitution naturelle ou assistée de cet espace domanial. Cette alternative est essentielle pour la restauration des espaces protégés de la Côte d'Ivoire et par ricochet la restauration des services écosystémiques liés aux espèces forestières. Ces services seraient entre autres la production de bois d'œuvre, la production de produits forestiers non ligneux, la régulation du climat local et global, etc. Cependant, elle aura pour conséquence une perte des bénéfices liés à la production agricole dans ces espaces. Par ailleurs, le déguerpissement des populations des espaces protégés pourrait générer des conflits entre le gestionnaire et les populations riveraines comme cela a été observé dans de nombreux

espaces protégés en Côte d'Ivoire (Kouamé Krah, 2019). Par ailleurs, ces conflits entraîneraient de lourdes conséquences sociales et économiques.

Le maintien à long terme du rang de premier producteur mondial de cacao et la sécurisation alimentaire des populations nécessiterait un développement intégré de la filière avec la stratégie nationale d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques en général et la stratégie nationale de lutte contre la déforestation (stratégie REDD+) en particulier. Ainsi, la pratique de l'agroforesterie pourrait constituer une alternative conciliante entre la production de bois et les activités agricole dans la FCHS. L'agroforesterie désigne les pratiques, nouvelles ou historiques, associant arbres, cultures et/ou animaux sur une même parcelle agricole, en bordure ou en plein champ (Dupraz & Liagre, 2008 ; Bisiaux *et al.*, 2009).

**CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET  
PERSPECTIVES**

## CONCLUSION

L'objectif général de cette étude est d'évaluer les services écosystémiques fournis par la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) au gestionnaire et aux populations riveraines à deux périodes correspondant à deux états de ladite forêt. Il s'agissait (1) d'analyser les dynamiques spatiotemporelles de l'utilisation du sol de la FCHS de 2000 à 2019 ; (2) d'analyser les services de support de la FCHS à travers la quantification de la diversité floristique ; (3) de déterminer les services de régulation à travers l'estimation du carbone forestier séquestré par la FCHS ; (4) de déterminer les services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019 aux gestionnaires et aux populations riveraines ; (5) de déterminer la valeur monétaire totale de la FCHS.

Le traitement numérique des images satellitaires de 2000 et 2019 couvrant la FCHS a montré que la matrice paysagère de la FCHS en 2019 était dominée par la classe culture-jachère alors que celle de l'année 2000 était dominée par la classe Forêt.

Les dynamiques de l'utilisation du sol de la FCHS ont entraîné une variation des services de support. En effet, les inventaires floristiques réalisés dans les différents types d'utilisation du sol de la FCHS en 2019 ont permis de recenser au total 446 espèces floristiques contre 1047 espèces dans les années 2000. Parmi les espèces recensées en 2019, 172 ont un statut particulier. Par ailleurs, les forêts sont plus riches en taxons (386 espèces) que les milieux modifiés par l'action humaine à savoir les cacaoyères de moins de 5 ans (148 espèces), les cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans (129 espèces), les jachères (128 espèces) et les cacaoyères de plus de 10 ans (39 espèces). Ainsi, plusieurs espèces des forêts initiales tendent à disparaître des milieux lorsque l'âge des cultures augmente. Cette réduction de la diversité végétale dans la FCHS a également entraîné une variabilité dans la biomasse de la FCHS.

Au niveau des services de régulation, les différentes analyses ont mis en exergue une réduction du taux de carbone séquestré des plus jeunes cacaoyères vers les plus vieilles du fait de la méconnaissance des pratiques agroforestières par les paysans. En effet, les cacaoyères de moins de 5 ans séquestrent moins de 64 % du carbone séquestré par les fragments de forêt et sont suivies des cacaoyères comprises entre 6 et 10 ans (-91,95 %) et enfin par les cacaoyères de plus de 10 ans (-95,10 %).

Au niveau des services d'approvisionnement, pour le gestionnaire, l'anthropisation de la FCCHS a entraîné une perte de plus de 90 % des essences exploitées comme bois d'œuvre dans la FCCHS en 2019 du fait de l'indisponibilité des arbres. Cette réduction du bois d'œuvre a également entraîné en 2019, une réduction de plus de 75 % du volume de bois exploité par an dans la FCCHS en 2000. Pour les populations riveraines, l'anthropisation de la FCCHS a entraîné une perte importante des espèces forestières utilisées au début des années 2000 pour leur bien-être. Cette diminution des espèces forestières a impliqué la réduction des services liés à ces espèces, matérialisée par des pertes de 98,11 %, 93,18 % et 78,67 % respectivement des services d'artisanat, de construction et de pharmacopée traditionnelle. Les analyses ont montré que la FCCHS a fourni en 2019, 18 384 t de cacao et 187 064 t de banane contre 145 t de cacao et 3087 t de banane en 2000. Les services d'approvisionnement fournis par la FCCHS en 2019 constituent un gain pour les communautés allogènes et une perte pour les communautés autochtones et les allochtones, premiers bénéficiaires des services fournis en 2000.

Au niveau économique, les données collectées ont montré que la valeur monétaire de la FCCHS estimée à partir du bois d'œuvre exploité est passée d'environ 48 millions FCFA en 2000 à plus de 21 millions FCFA en 2019. L'on note une perte d'environ 57 % des bénéfices offerts en 2000. La valeur monétaire des ressources tirées de la FCCHS estimée à partir des espèces agricoles cultivées est passée de 124 millions de FCFA en 2000 à 27 milliards de FCFA en 2019. Si l'on se base sur le bois d'œuvre exploité, la FCCHS fournit moins de services aujourd'hui qu'elle en fournissait en 2000. Sur la base du cacao et de la banane cultivés illégalement, la FCCHS fournit plus de services aujourd'hui qu'elle en fournissait en 2000. Aussi pris ensemble, la valeur monétaire du bois d'œuvre et des principales espèces agricoles ont augmenté de plus de 15 000 % par rapport à l'année 2000.

En définitive, l'anthropisation des espaces domaniaux a entraîné une modification des services écosystémiques rendant le bilan des pertes plus élevé que celui des gains en termes de catégories et moins élevé en termes de valeur économique.

## **RECOMMANDATIONS**

### **Aux décideurs**

Cette étude a montré que la FCHS rend plus de services aux populations riveraines qu'au gestionnaire. Nous recommandons par conséquent aux décideurs de mener des campagnes de sensibilisation afin que les populations infiltrées pratiquent l'agroforesterie. Par ailleurs une évolution du cadre réglementaire des forêts classées pourrait permettre une gestion plus efficiente de ces espaces. L'application effective du nouveau code forestier ivoirien permettra de transformer certaines forêts classées en agroforêts. Par ailleurs, une gestion participative des forêts protégées pourrait être envisagée.

### **Aux gestionnaires des forêts domaniales**

Nous recommandons par conséquent au gestionnaire de mener des campagnes de sensibilisation afin que les populations infiltrées dans la FCHS pratiquent l'agroforesterie. Ainsi, à leurs exploitations agricoles, les populations infiltrées pourraient associer des espèces couramment exploitées comme bois d'œuvre.

Nous recommandons également la sensibilisation des populations riveraines sur l'importance des services écosystémiques fournis par les écosystèmes bien conservés.

Cette étude a également montré que le cacao issu de la FCHS est une réelle opportunité stratégique pour les communautés riveraines. Ainsi, le gestionnaire pourrait mettre en place un système de paiement de services écosystémiques. Les populations infiltrées pourraient payer une sorte d'impôt pour que leurs exploitations agricoles demeurent dans la FCHS. Cette technique permettra de compenser les pertes économiques du gestionnaire dues à la perte des essences exploitées. Par ailleurs, le revenu issu des paiements pour services écosystémiques devrait servir à la gestion efficiente de la FCHS et à poser des actions de développement dans les villages riverains de la FCHS.

### **Aux populations infiltrées**

L'anthropisation de la FCHS a entraîné une perte importante des espèces forestières utilisées par les populations riveraines au début des années 2000 pour leur bien-être. Ainsi nous



recommandons aux populations infiltrées dans la FCHS l'association des arbres utiles à leurs plantations.

Nous leur recommandons également de ne plus étendre leurs plantations afin de toujours bénéficier des services que pourraient fournir les quelques poches de forêt subsistantes.

Il serait également utile que les populations associent à leurs vieilles plantations, des espèces vivrières afin d'assurer leur sécurité alimentaire.

## **PERSPECTIVES**

L'analyse des dynamiques de certains services de régulation, d'approvisionnement et de support fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra a été réalisée entre 2000 et 2019 dans le cadre de cette thèse. Pour une meilleure généralisation des résultats, une analyse d'un plus grand nombre de services écosystémiques devrait être effectuée. Une telle étude permettra de mettre en évidence tous les effets de l'anthropisation sur le bien-être des populations.

Par ailleurs, cette étude n'ayant porté que sur les plantes devrait être étendue aux animaux, afin d'évaluer les dynamiques des services écosystémiques fournis par ceux-ci. Cette étude n'ayant porté que sur les services fournis par les écosystèmes terrestres devrait être étendue aux écosystèmes aquatiques.

Cette thèse a porté uniquement sur les services écosystémiques fournis par les espaces domaniaux aussi bien anthropisés que naturels. Cependant, les desservices de ces écosystèmes n'ont pas été mis en évidence. Pourtant l'évaluation des problèmes dus à la présence des espaces domaniaux pour les populations riveraines pourrait aider à mieux gérer les milieux. Ainsi, pour une meilleure gestion des espaces domaniaux, les desservices devraient être évalués.

## **REFERENCES**

- Abdel-Kawy O.R., Rod J.K., Ismail H.A. & Suliman A.S. (2011). Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31(2) : 483-494.
- Adelman I. & Griliches Z. (1961). On an index of quality change. *Journal of the American statistical Association*, 56(295) : 535-548.
- Adingra K.K.M. (2014). Pratiques agroforestières à base de cacao paysannes : étude de cas aux environs de Kokumbo, dans le département de Djékanou au Centre de la Côte d'Ivoire. Mémoire de master, UFR Sciences de l'homme et de la Société, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 86 p.
- Adingra O.M.M.A. & Kassi J.N. (2016). Diversité floristique, structure et dynamique des jachères post-culturelles de la forêt classée de Bamo (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 28(1), 24-32.
- Adingra O.M.M.A. (2017). Dynamique du peuplement et stocks de carbone dans la mosaïque de végétation de la forêt classée de Bamo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 158 p.
- Adjonou K., Djiwa O., Kombaté Y., Kokustse D.A. & Kokou K. (2010). Etude de dynamique spatiale et structurale des forêts sèches reliques du Togo : implication pour une gestion durable des aires protégées. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(1) : 168-183.
- Adou Yao C.Y. (2005). Pratiques paysannes et dynamiques de la biodiversité dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Département Hommes Natures Sociétés, Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris, France), 238 p.
- 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.
- Adou Yao C.Y., Kpangui K.B., Kouao K.J., Adou L.M.D., Vroh B.T.A. & N'guessan K.E. (2013). Diversité floristique et valeur de la forêt sacrée Bokasso (Est de la Côte d'Ivoire) pour la conservation. *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement*, 13(1).
- Affre G. (1974). Dénombrement et distribution géographique des fauvettes du genre *Sylvia* dans une région du midi de la France. *J. Méthodes. A la uda*, 42 : 359-384.

- Ajar D., Dassa C. & Gougeon H. (1983). L'échantillonnage et le problème de la validité externe de la recherche en éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 9(1) : 3-21.
- Aké-Assi L. (1984). Flore de la Côte d'Ivoire : étude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de doctorat d'état, Faculté des Sciences, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 1206 p.
- 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.
- Aké-Assi L. (2001). Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et Jardin Botanique, Boissieria 57, Genève (Suisse), 396 p.
- Aké-Assi L. (2002). Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et Jardin Botanique, Boissieria 58, Genève (Suisse), 441 p.
- Aké-Assi L., Lebbie A. & Kouassi E. (2005). La flore des Forêts Classées de la Haute Dodo et du Cavally, Côte d'Ivoire. In : Alonso L.E., Lauginie F. & Rondeau G. Une évaluation biologique de deux forêts classées du sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Bulletin RAP d'Évaluation Rapide 34 (eds). *Conservation International*, Washington (Etats-Unis) : 35-38.
- Akoudjin M., Kiéma S., Sangare M., César J., Bouyer J. & Kabore-Zoungana C. (2016). Influence des activités agricoles sur la végétation le long d'un gradient pluviométrique nord-sud du Burkina Faso. [*VertigO*] *La revue électronique en sciences de l'environnement*, 16(1).
- Allsopp M.H., de Lange W.J. & Veldtman R. (2008). Valuing insect pollination services with cost of replacement. *PLoS ONE*, 3(9) : e3128.
- Amani Y.C. & Touré A. (2015). Implantations humaines et dégradation des forêts classées du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire : cas des Rapides Grah. *Taloha*, 21: 1-9.
- Amar R. (2010). Impact de l'anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins : exemple de la Manche-Mer du Nord. [*VertigO*] *La revue électronique en sciences de l'environnement*, (8).
- Amin A., Zaehring J.G., Schwilch G. & Koné I. (2015). People, protected areas and ecosystem services : a qualitative and quantitative analysis of local people's perception and preferences in Côte d'Ivoire. *Natural Resources Forum*, 39(2) : 97-109.
- Anderson M.J., Crist T.O., Chase J.M., Vellend M., Inouye B.D., Freestone A.L., Sanders N.J., Cornell H.V., Comita L.S., Davies K.F., Harrison S.P., Kraft N.J.B., Stegen J.C. &

- Swenson N.G. (2011). Navigating the multiple meanings of  $\beta$  diversity : a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, 14 : 19-28.
- Angoni H., Ongolo R.S., Melingui J.B.N. & Mpeck M.L.N. (2018). Composition floristique, structure et menaces de la végétation de la ligne côtière de la Réserve de Faune de Douala-Edéa. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(2) : 915-926.
- Anielski M. & Wilson S. (2005). Les chiffres qui comptent vraiment : Evaluation de la valeur réelle du capital naturel et des écosystèmes boréaux du Canada. Initiative boréale canadienne, Ottawa (Canada), 78 p.
- Anobla A.O.M.M. & N'Dja J.K. (2016). Dynamique de la végétation de Bamou et stocks de carbone dans la mosaïque de végétation. *European Scientific Journal*, 12(18) : 359-374.
- AOF (1955). Carte régulière de l'Afrique de l'Ouest à 1/200000<sup>e</sup> : Man et Séguéla. N. B. 29 – XXIII et XXIV, I.G.N., France. A.O.F.
- Asner G.P., Rudel T.K., Aide T.M., Defries R. & Emerson R. (2009). A Contemporary Assessment of Change in Humid Tropical Forests. *Conservation Biology*, 23(6) : 1386-1395.
- 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(1) : 123-133.
- Assalé A.A.Y., Barima Y.S.S., Sangne Y.C., Bleu D.K.C.R. & Kpangui K.B. (2020). Evaluation des services d'approvisionnement fournis par les espaces domaniaux anthropisés : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Canadian Journal of Forest Research*, 50 : 1002-1011.
- Assiri A.A., Yoro G.R., Deheuvels O., Kebe B.I., Keli Z.J., Adiko A. & Assa A. (2009). Les caractéristiques agronomiques des vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2(1) : 55-66.
- Atta J.M.K., Robin M., Toure A., Pottier P. & Oszwald J. (2017). Déforestation et conflits fonciers dans les forêts classées de Béki et de Bossématié dans l'est de la Côte d'Ivoire. In : Espaces et tensions en Afrique subsaharienne. Edition Universitaires Européennes, Sarrebruck (Allemagne) : 357-387.

- Auda Y., Blasco F., Gastellu-Etchegorry J.P., Marty G. & Déchamp C. (2002). Éssai préliminaire de détection des champs d'ambrosie par télédétection spatiale. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 42(5) : 533-538.
- Avenard J.M. (1971). Carte réalisée à partir de photographies aériennes. *In* : Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Edition ORSTOM, France (Paris), 391 pages.
- Badou R.B., Yedomonhan H. & Tossou M. (2019). Diversité d'usages et Statut de conservation de *Syzygium guineense* (Willd.) DC. (Myrtaceae) au Bénin. *International Journal of Environmental Studies*, 76(5) : 827-842.
- Bagnouls F. & Gaussen H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. *Annales de géographie*, 335 : 193-220.
- Bah A.L., Diaby I. & Bamba Z. (2019). Evaluation du potentiel de sequestration du carbone par les equations allometriques multi-especes dans la reserve de la biosphère du mont Nimba. *Sciences et Techniques*.
- Bahuchet S. & Betsch J.M. (2012). L'agriculture itinérante sur brûlis, une menace sur la forêt tropicale humide ? Savoirs et savoir-faire des Amérindiens en Guyane française. *Revue d'ethnoécologie*, (1).
- Bakayoko O., Assa A.M., Coulibaly B. & N'Guessan K.E. (2012). Stockage de Carbone dans des Peuplements de *Cedrela odorata* et *Gmelina arborea* en Côte d'Ivoire. *European journal of Scientific Research*, 75(4) : 490-501.
- Balac R. (2002). Dynamiques migratoires et économie de plantation. *In* : La Côte d'Ivoire à l'aube du 21ème siècle : défis démographiques et développement durable. Edition Karthala, Paris (France) : 195-231.
- Balez A. & Reunkrilerk J. (2013). Écosystèmes et territoires urbains : impossible conciliation ? *Développement durable et territoires*, 4(2).
- 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.
- Barima Y.S.S., Barbier N., Ouattara B. & Bogaert J. (2010). Relation entre la composition floristique et des indicateurs de la fragmentation du paysage dans une région de transition forêt-savane ivoirienne. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14(4) : 617-625.

- Barima Y.S.S., Sangne Y.C., Bamba I. & N'doumé C. (2014). Dynamiques forestières en périodes de conflits armés en Côte d'Ivoire : cas de la Forêt Classée du Haut-Sassandra. Conférence GEOSFT – Communications-GeoForAfri, 21 Octobre 2014, Yaoundé, Caméroun, 11 p.
- Barima Y.S.S., Bamba I., Sangne Y.C., Kouakou Akoua T.M., Kouakou Kouassi A., Assalé A. A.Y., Zanh G.G. & Koua K.A.N. (2015). Les enjeux de la gestion participative sur la préservation des aires protégées après les conflits en Côte d'Ivoire : cas de la Forêt Classée du Haut-Sassandra. Rapport d'activité du projet DYNAPAY- PFNL, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 48 p.
- 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.
- Bazot M., Lesur C., Fadel Bio Beri M.L., Béjot P. & Loyce C. (2014). Mesurer et prédire les rendements du Miscanthus (*Miscanthus X giganteus*) en parcelles agricoles. In *Le Cahier des Techniques de l'INRA 81*.
- Beauchemin C. & Lessault D. (2014). Les statistiques des migrations africaines : ni exode, ni invasion. *e-Migrinter*, (12) : 32-43.
- Bechir A.B. & Logtene Y.M. (2015). Analyse de la végétation pâturée autour des ouvrages hydrauliques dans le Département du Batha Est au Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3) : 1557-1570.
- Bélangier C.E., Jolin L. & Mignon J.M. (2007). Les concepts et les réalités du tourisme social et du tourisme solidaire en Afrique. *Téoros, Revue de recherche en tourisme*, 26(3) : 25-30.
- Beley Y., Bouscasse H., Defrance P., Amand B., Grandmougin B. & Strosser P. (2011). Amélioration des connaissances sur les fonctions et usages des zones humides : évaluation économique sur des sites tests. Rapport d'étude Acteon, 91 p.
- Berger J., Deffner A., Quetier F. & Baptist F. (2015). Evaluation de la valeur du Parc national de Taï - Evaluation des services écosystémiques du Parc national de Taï. Rapport d'étude Biotope pour la GIZ, l'OIPR et la FPRCI, Abidjan, Côte d'Ivoire, 107 p.
- Berthier L., Pitres J.C. & Vaudour E. (2008). Prédiction spatiale des teneurs en carbone organique des sols par spectroscopie de terrain visible-proche infrarouge et imagerie satellitale SPOT. *Revue Étude et Gestion des Sols*, 15(4) : 213-224.

- Bielsa S., Chevassus-au-Louis B., Martin G., Pujol J.L., Richard D. & Salles J.M. (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Rapport du centre d'analyse stratégique (CAS), France, 399 p.
- Bisiaux F., Peltier R. & Muliele J.C. (2009). Plantations industrielles et agroforesterie au service des populations des plateaux Batéké, Mampu, en République démocratique du Congo. *Bois & Forêts des Tropiques*, 301(301) : 21-32.
- Blein R., Soulé B.G., Dupaigne B.F. & Yérima B. (2008). Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Rapport d'étude de potentialité de la Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde, 116 p.
- Blondel J. (1975). L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs. *L'erre et Vie*, 29 : 533-589.
- Blondel J. (1979). Biogéographie et écologie : synthèse sur la structure, la dynamique et l'évolution des peuplements de vertébrés terrestres. *In* : Collection d'écologie, 4ème édition, Masson, Paris (France). 120 p.
- Boba E., Dje K.A., Kodjo A.A. & Koffi Y.A. (1994). Elaboration du plan de développement agricole de la série agricole de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (cas de l'enclave V12). Institut Agricole de Bouaké à Yamoussoukro, 63 p.
- Bogaert J., Vranken I. & Andre M. (2014). Anthropogenic effects in landscapes : historical context and spatial pattern. *In* : *Biocultural Landscapes Diversity, Functions and Values*. Edition Springer Science + Business Media, Berlin et Heidelberg (Allemagne) : 89-112.
- Bonneau J. (1965). Introduction au calcul des prix de revient dans les exploitations forestières et scieries. *Economie rurale*, 66 : 39-48.
- Bontems P. & Rotillon G. (2007). L'économie de l'environnement. 4<sup>e</sup> édition, La Découverte, Collection Repères, Paris (France), 119 p.
- Boulier J. & Simon L. (2010). Les forêts au secours de la planète : quel potentiel de stockage du carbone ? *L'Espace géographique*, 39(4) : 309-324.
- Bourassa Y. (2011a). Notes de cours ENV. 730 – Économie de l'environnement, session hiver, cours 5. Communication orale. ENV 730 - Économie de l'environnement, Longueuil, Université de Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement.



- Bourassa Y. (2011b). Conférence de Yves Bourassa. Communication orale. Notes de cours ENV. 792 – Valeur des écosystèmes et leur gestion, Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement.
- Bouscasse H., Defrance P., Duprez C., Strosser P., Beley Y. & Morardet S. (2011). Évaluation économique des services rendus par les zones humides – Enseignements méthodologiques de monétarisation. Collection « Études et documents » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD). Etudes et documents n° 49.
- Bouscasse H. & Defrance P. (2012). Du document : valuation économique des services rendus par les zones. *Transport*, 250(100) : 250 p.
- Boushaba K. (2017). Relations sociétés-nature et stratégies intégrées de conservation et du développement : Cas de la Réserve de Biosphère Intercontinentale de la Méditerranée. Thèse de doctorat, Faculté de l'aménagement, Université de Montréal (Montréal, Canada), 318 p.
- Boyd J. & Banzhaf S. (2007). What are ecosystem services ? the need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63 : 616-626.
- Boyer J.Ph. (2013). Evaluation économique des biens et services environnementaux par la méthode du transfert de bénéfices. Mémoire de maîtrise, Environnement, Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 102 pp.
- Brahic E. & Terreaux J.P. (2009). Évaluation économique de la biodiversité : Méthodes et exemples pour les forêts tempérées. 1<sup>ère</sup> édition, Éditions Quae, Paris (France), 199 p.
- Brunel P. (2005). Visages de la biodiversité marine. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 6(1).
- Brunet R., Ferras R. & Theyry H. (1993). Les Mots de la géographie : dictionnaire critique. In : Espaces africains en crise. Formes d'adaptation et de réorganisation. GIP reclus, Montpellier (France) : 148-154.
- CBD (1993). Multilateral : Convention on Biological Diversity. Rapport d'étude d'étude des nations unies, 30 p.
- CDB (2008). Biodiversité et agriculture, Protéger la biodiversité et assurer la sécurité alimentaire. In : Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Journée internationale de la diversité biologique, 60 p.

- CGDD (2011). Evaluation économique des services rendus par les zones humides – Enseignements méthodologiques de monétarisation. Études et document, 220 p.
- Chao A. & Shen T.J. (2003). Nonparametric estimation of Shannon's diversity index when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics*, 10 : 429-443.
- 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, Université de Genève (Genève, Suisse), 206 p.
- Chave J., Brown S., Cairns M.A., Chambers J.Q., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescuyer J.P., Nelson B., Ogawa H., Puig H., Reira B. & Yamakura T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stock and balance in tropical forest. *Oecologia*, 145 : 87-99.
- Chave J., Coomes D., Jansen S., Lewis S.L., Swensen N.G.S. & Zanne A.E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12 : 351–366.
- Chave J., Réjou-Méchain M., Búrquez A., Chidumayo E., Colgan M.S., Delitti W.B. & Henry M. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global change biology*, 20(10), 3177-3190.
- Chenost C. & Bouculat G. (2010). Le risque carbone dans les investissements Forestiers. Les Cahiers de la Chaire Économie du Climat, 14 p.
- Chevassus-au-Louis B., Salles J.M., Pujol J.L., Bielsa S., Gilles M. & Richard D. (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique (rapport public). La Documentation française, édition AWS, Paris (France), 367 p.
- Christie M., Loan F., Rob C., Tony H. & Kenter J.O. (2012). An evaluation of monetary and non-monetary techniques for assessing the importance of biodiversity and ecosystem services to people in countries with developing economies. *Ecological Economics*, 18 : 67-78.
- Colon M., Mattersdorf G. & Pavageau C. (2009). La place de l'évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques dans les processus de décision. Rapport du Travail du Groupe d'Elèves ENV2, AgroParisTech/IDDRI, Nancy (France), 68 p.
- Commission Européenne (2008). L'économie des écosystèmes et de la biodiversité. 1ère Ed. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés Européennes, 64 p.

- Cornet A. (1981). Mesure de biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal. *Acta oecologica. Oecologia plantarum*, 2(16) : 251-266.
- Cosio-Zavala M.E. (2012). Les transitions démographiques du XXe siècle dans les pays en développement, des contre-exemples théoriques ? *Les Cahiers d'EMAM. Études sur le Monde Arabe et la Méditerranée*, (21) : 13-31.
- Costanza R., d'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Suttonkk P. & van den Belt M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630) : 253-260.
- Cousin S.A.O. (2001). Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs. *Landscape Ecology*, 16 : 41-54.
- CREDOC (2009). Evaluation des services rendus par les écosystèmes en France : Etude exploratoire ; septembre 2009 ; synthèse ; application du Millennium Ecosystem Assessment à la France. Collection des Rapports, (260) : 30 p.
- Cronquist A. (1988). The Evolution and Classification of Flowering Plants. New-York botanical garden, New –York (USA), 230 p.
- Daily G. (1997). Nature's Services : Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press.
- Daily G.C., Polasky S., Goldstein J., Kareiva P.M., Mooney H.A, Pejchar L., Ricketts T.H., Salzman J. & Shallenberge R. (2009). Ecosystem services in decision making : time to deliver. *Front Ecol Environ*, 7(1) : 21–28.
- Dajoz R. (1971). Précis d'écologie. In : Revue Géographique de l'Est, tome 12, n°4. Problèmes de la protection et de la conservation de la nature dans la France de l'Est. 445 p.
- Dale V.H. & Beyeler S.C. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators*, 1 : 3-10.
- Damian M. & Graz J.C. (2001). L'organisation mondiale du commerce, l'environnement et la contestation écologique. *Revue internationale des sciences sociales*, (4) : 657-670.
- De Groot R. (1992). Functions of nature : evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Wolters-Noordhoff, Groningen (Pays-Bas), 101 p.
- De Groot R.S., Wilson M.A. & Boumans R.M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 41(3) : 393-408.

- De Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L. & Willemen L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecology Economy and Social Sciences*, 7 : 260-272.
- Deheuvels O. (2007). Dynamiques de plantation - replantation cacaoyères en Côte d'Ivoire : comparaison de choix techniques avec Olympe. In : E. Penot, O. Deheuvels Olivier (eds.) *Modélisation économique des exploitations agricoles : modélisation, simulation et aide à la décision avec le logiciel Olympe*. L'Harmattan, Paris (France) : 49-61.
- Dendoncker N., Keune H. & Jacobs S. (2013). Integrated Ecosystem Services Valuation.
- Deng J.S., Wang K., Hong Y. & Qi J.G. (2009). Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 92 : 187-198.
- Descoings B. (1976). Approches des formations herbeuses tropicales par la structure de la végétation. Thèse de doctorat, UFR Sciences technologiques, Université de Montpellier (Montpellier, France), 221 p.
- Díaz S., Fargione J., Chapin III F.S. & Tilman D. (2006). La perte de biodiversité menace le bien-être humain. *PLoS Biology*, 4(8).
- Dilet C. (2014). Valorisation financière de la biodiversité : recommandations pour l'outil Biocompta. Mémoire de maîtrise et de Master, Environnement, Ecologie et Biodiversité, Universités de Sherbrooke et de Montpellier II (Montpellier, France), 161 p.
- Doumbia M., Kouassi R.H., Ambe A.S.A., Kouadio Y.J.C., Nomel G.J.R. & N'Guessan K.E. (2020). Services écosystémiques de l'inselberg Brafouéby (Sud-Est de la Côte d'Ivoire) Ecosystem services of inselberg Brafouéby (South-East Côte d'Ivoire). *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 14(2) : 44-51.
- DSS (2010). Technical Report : Valuation of ecological goods and services in Canada's natural resources sectors. Environnement Canada, 43 p.
- Dumax N. (2009). Les mesures de compréhension : un indicateur du coût environnemental. Thèse de Doctorat, Sciences Economiques, Université de Strasbourg - Engées, France, 297 p.
- Dupraz C. & Liagre F. (2008). Agroforesterie : des arbres et des cultures. France Agricole Editions.

- Durot C. (2013). Evaluation et comparaison des stocks de carbone des systèmes agroforestiers à base de cacaoyers du Centre Cameroun : Cas de l'arrondissement de Bokito. Mémoire de fin d'étude, Cirad, Cameroun, 83 p.
- Duval J. (2013). L'analyse des correspondances et la construction des champs. *Actes de la recherche en sciences sociales*, (5) : 110-123.
- Duval L., Binet T., Dupraz P., Leplay S., Etrillard C., Pech M., Deniel E. & Laustriat M. (2016). Paiements pour services environnementaux et méthodes d'évaluation économique. Enseignements pour les mesures agro-environnementales de la politique agricole commune. Rapport final, Oréade-Brèche, 135 p.
- EFESE (2017). Cadre conceptuel. Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, 88 p.
- Ehrlich P.R. & Ehrlich A.H. (1981). Extinction : the causes and consequences of the Disappearance of species. Random House, New York, 305 p.
- Ehrlich P.R., Ehrlich A.H. & Holdren J.P. (1977). Ecoscience : Population, Resources, Environment. W. H. Freeman, San Francisco (Californie), 1051 p.
- Ehrlich P.R. & Mooney H.A. (1983). Extinction, Substitution and Ecosystem Services. *Bioscience*, 33 : 248-254.
- Escofier B. (1990). Analyse des correspondances multiples conditionnelle. *Monde des Util. Anal. Données*, 5 : 13-28.
- EVRI (2011). Environmental Valuation Reference Inventory. <https://www.evri.ca/>
- Fairhead J. & Leach M. (2012). Réexamen de l'étendue de la déforestation en Afrique de l'Ouest au XXe siècle. FAO.
- FAO (1990). Forest resources assessment. Survey of tropical forest cover. Forestry Paper, 130p.
- FAO (2007). The State of Food and Agriculture. Paying farmers for environmental services. Rome : 222 p.
- FAO (2017). Données forestières de base pour la REDD<sup>+</sup> en Côte d'Ivoire : Cartographie de la dynamique forestière de 1986 à 2015. Abidjan, Côte d'Ivoire, 33 p.
- Farber S.C., Costanza R. & Wilson M.A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 41 : 375-392.

- 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 Ecology*, 175 : 37 – 46.
- Field B.C. & Olewiler N. (2005). Environmental Economics. 2e édition, Éditions McGraw-Hill Ryerson, Canada, 498 p.
- Fielding A.H. & Bell J.F. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24(1) : 38-49.
- Fisher B. & Turner R. (2008). Ecosystem services : classification for valuation. *Biological conservation*, 141 : 1167-1169.
- Fischer B., Turner R.K. & Morling P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68 : 643-653.
- Flamenco-Sandoval A., Ramos M.M. & Masera O.R. (2007). Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical rain forest. *Biological Conservation*, 138 : 131-145.
- Fontana V., Radtke A., Bossi Fedrigotti V., Tappeiner U., Tasser E., Zerbe S. & Buchholz T. (2013). Comparing land-use alternatives : Using the ecosystem services concept to define a multi-criteria decision analysis. *Ecological Economics*, 93(0) : 128-136.
- Foody G.M. (2002). Status of land covers classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80 : 185-201.
- FRB (2012). Les valeurs de la biodiversité : un état des lieux de la recherche française. Rapport, Paris (France), 49 p.
- Gallai N., Salles J.-M., Settele J. & Vaissière B.E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68(3) : 810-821.
- Gboze A.E., Sanogo A., Amani B.H.K. & N'dja J.K. (2020). Diversité floristique et valeur de conservation de la forêt classée de Badenou (Korhogo, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 32(1) : 51-73.
- Gehring C., Park S. & Denich M. (2004). Equations allométriques de la biomasse des lianes pour la forêt primaire et secondaire amazonienne. *Forest Ecology and Management*, 195(2) : 69-83.

- Gibbs H.K., Brown S., Niles J.O. & Foley J.A. (2007). Suivi et estimation des stocks de carbone des forêts tropicales : faire de REDD une réalité. *Lettres de recherche environnementale*, 2(4) : 045023.
- GIEC (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. *Institute for Global Environmental Strategies, Kamiyamaguchi Hayama, Japan*, 2108(11) : 240-0115.
- GIEC (2006). Guide pour l'inventaire national des gaz à effet de serre ; agriculture, foresterie et autre usage des terres. *Institute for Global Environmental Strategies Japon*, 4 : 46-52.
- Ginet R. & Lemée G. (1967). Précis de Biogéographie. *In* : Bulletin mensuel de la Société linnéenne, Lyon (France), 36<sup>e</sup> année, n<sup>o</sup>7, 318 p.
- Girard G., Sircoulon J. & Toucheboeuf P. (1971). Aperçu sur les régimes hydrauliques. *In* : le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. O.R.S.T.O.M., Paris (France) : 109-155.
- Girard M.C. & Girard C.M. (1999). Traitement des données de télédétection. Dunod, Paris (France), 529 p.
- GIZ (2012). Intégration des services écosystémiques dans la planification du développement : Une approche graduelle destinée aux praticiens et basée sur l'approche TEEB, 92 p.
- Gnagbo A. (2015). Diversité, distribution des épiphytes vasculaires des strates inférieures des forêts côtières de Côte d'Ivoire : cas du Parc National d'Azagny. Thèse de Doctorat, Bioscience, Laboratoire de botanique, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 187 p.
- Gnagne J.R.N., Kouassi R.H., Ambe A.S.A., Kouadio Y.J.C., Doumbia M., N'guessan K.E. (2019). Diversité Et Stock De Carbone Des Arbres D'alignement : Cas d'Assabou Et Dioulakro De La Ville De Yamoussoukro (Centre De La Côte d'Ivoire). *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 13( 4) : 84-89.
- Goba A.E., Koffi K.G., Sié R.S., Kouonon L.C. & Koffi Y.A. (2019). Structure démographique et régénération naturelle des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) des savanes de Côte d'Ivoire. *Bois & forêts des tropiques*, 341 : 5-14.
- 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.

- Godron M. (2012). *Ecologie et évolution du monde vivant. Volume 1, La vie est une transmission d'information*, Harmattan, Paris (France), 612 p.
- Gómez-Baggethun E., Martín-López B., García-Llorente M. & Montes C. (2009). Hidden values in ecosystem services. A comparative analysis of preferences outcomes obtained with monetary and nonmonetary valuation methods, paper presented at *diversitas OSC2 Biodiversity and Society : Understanding Connections, Adapting To Change*, Capetown.
- Gómez-Baggethun E. & Barton D.N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological economics*, 86 : 235-245.
- Gone Bi Z.B., Kouamé D., Kone I. & Adou C.Y. (2013). Diversité végétale et valeur de conservation pour la Biodiversité du Parc National du Mont Péko, une aire protégée, menacée de disparition en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 71 : 5753-5762.
- Grall J. & Coïc N. (2005). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Institut Universitaire européen de la Mer. Université de Bretagne Occidentale Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, REF. I fremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT, 91 p.
- Gueulou N., Douffi K.G.C., Yenilougo S.O.R.O., Kone M. & Bakayoko A. (2020). Evaluation de la couverture forestière et du stock de carbone forestier de la réserve scientifique de Lamto (Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 28(3) : 682-689.
- Guillaumet J.L. & Adjanohoun E. (1971). La végétation de la Côte d'Ivoire. In : Avenard J.M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J-L., Adjanohoun E. et Perraud A., *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, Mémoires O.R.S.T.O.M., (Paris, France) : 155- 261.
- Haaren C., Albert C. & Galler C. (2016). Aménagement du territoire et du paysage : une place pour les services écosystémiques. In : *Potschin M. Haines-Young R, Fish R, Turner, R Kerry : Manuel Routledge des services écosystémiques*. Routledge, Londres (Angleterre) : 568-581.
- Haines-Young R. & Potschin M. (2014). L'approche écosystémique comme cadre pour comprendre l'utilisation des connaissances. *Environnement et planification : Gouvernement et politique*, 32(2) : 301-319.
- Hamid M.L.A. (2018). Évaluation économique des services écosystémiques offerts par les aires marines protégées en Afrique de l'Ouest : Exemple Parc National du Banc d'Arguin-



- Mauritanie. Thèse de doctorat, Sciences Économiques, Université Montpellier (Montpellier, France), 263 p.
- Hein L., Van Koppen K., de Groot R.S. & Van Ierland E.C. (2006). Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 57(2) : 209-228.
- Higonnet E., Bellantonio M. & Hurowitz G. (2019). La déforestation amère du chocolat : Comment les forêts classées deviennent du "cacao classé". Rapport d'étude, 24 p.
- Houdet J. (2010). Entreprises, biodiversité et services écosystémiques. Quelles interations et stratégies ? Quelles comptabilités ? Thèse de doctorat, Management Sciences, AgroParisTech (Paris, France), 305 p.
- Houghton R.A. (2005). Biomasse forestière aérienne et bilan mondial du carbone. *Global Change Biology*, 11(6) : 945-958.
- Howarth R.B. & Farber S. (2002). Accounting for the value of ecosystem services. *Ecological Economic*, 41 : 421-429.
- IPBES (2015). Preliminary guide regarding diverse conceptualization of multiple values of nature and its benefits, including biodiversity and ecosystem functions and services (deliverable 3 (d)). Rapport technique, 95 p.
- Jacobs S. & Oliveira N. (2013). If you have a hammer, every problem is a nail : Pricing methods in ecosystem service assessments. *The American Review of Public Administration*, 44(6) : 627-655.
- James P., Tzoulas K., Adams MD, Barber A., Box J., Brueste J., Elmqvist T., Frith M., Gordon C., Greening K.L., Handley J., Haworth S., Kazmierczak A.E., Johnston M., Korpela K., Moretti M., Niemela J., Pauleit S., Roe M.H., Sadler J.P. & Ward T.C. (2009). « Towards an integrated understanding of green space in the European built environment ». *Urban Forestry & Urban Greening*, 8(2) : 65-75.
- Jiagho E.R., Zapfack L., Banoho L.P.R.K., Tsayem-Demaze M. & Tchawa J.C.P. (2016). Diversité de la flore ligneuse à la périphérie du Parc national de Waza (Cameroun). *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 16(1).
- Jim C.Y. (2011). « Holistic research agenda for sustainable management and conservation of urban woodlands ». *Landscape and urban planning*, 100(4) : 375-379.
- Jongkind C.C.H., Abu Juam M., Van Bergen M. & Yapo A.J. (1999). A rapid botanical survey of Parc National of Marahoué, Côte d'Ivoire. In : Schulenberg T.S., Short C.A. et

- Stephenson J.P.A, biological Assessment of the Parc Nation of Marahoué, Côte d'Ivoire. *Conservation International*, (3) : 32-41.
- Kabran E.A.D.A. (2019). Evaluation initiale de la faune mammalienne au sein des parcelles de suivi de la biodiversité dans la forêt classée du Haut-Sassandra, Centre – Ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 62 p.
- Kadet B.G. (2015). L'ouest forestier ivoirien : enjeux et problèmes d'une zone grise. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, (271) : 437-458.
- Karsenty A., Sembrés T. & Perrot-Maître D. (2009). Paiements pour services environnementaux et pays du Sud. La conservation de la nature rattrapée par le développement ? Montpellier, France. In : 3èmes Journées de recherches en sciences sociales, Montpellier, France, 20 p
- Kent M. & Coker P. (1996). *Vegetation description and analysis : a practical approach*. Belhaven Press, New York (Etats Unis), 363 p.
- Kergomard C. (1990). La télédétection aérospatiale : une introduction. Cours de télédétection, Ecole Normale Supérieure Paris.
- Koleff P., Gaston K.J. & Lennon J.J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72(3) : 367-382.
- Konan K.E. (2009). Diagnostic-analyse de l'environnement humain du parc national de la marahoué. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 1 : 1-9.
- Koné M., Konate S., Yéo K., Kouassi K.P. & Linsenmaire K.E. (2014). Effects of management intensity on ant diversity in cocoa plantation (Oume, Centre west Côte d'Ivoire). *Journal of Insect Conservation*, 18(4) : 701-712.
- Kosoy N. & Corbera E. (2010). Les paiements pour les services écosystémiques en tant que fétichisme des marchandises. *Ecological economics*, 69(6) : 1228-1236.
- 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.
- Kouadio K. (2007). Études de la flore, de la végétation et de l'impact de l'éclaircie sélective par dévitalisation, sur les essences principales de la forêt classée de Bossematié, Est de la

- Côte-d'Ivoire, Thèse de Doctorat Unique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 209 p.
- Kouadio Y.J.C. (2016). Diversité végétale, services écosystémiques et valeur économique de la végétation urbaine de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Laboratoire Botanique, Foresterie urbaine, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 200 p.
- Kouadio Y.J.C., Vroh B.T.A., Goné Bi Z.B., Adou Yao C.Y., & N'guessan K.E. (2016). Évaluation de la diversité et estimation de la biomasse des arbres d'alignement des communes du Plateau et de Cocody (Abidjan-Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 97 : 9141-9151.
- Kouadio Y.L., Neuba D.F., Koné M., Bourland N. & Doucet J. (2014). Étude de la croissance diamétrique de quatre essences de bois d'œuvre exploitées à l'Est du Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 77(1) : 6444-6455.
- Kouakou A.T.M. Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Kouamé N.F. & Yatty K.J. (2015). Forest dynamics in armed conflicts period in classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast). *American Journal of Life Sciences*, 3(5) : 375-382.
- Kouakou A.T.M., Assalé A.A.Y. & Barima Y.S.S. (2018). Impact des pressions anthropiques sur la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 36(2) : 155-170.
- 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, Ecologie végétale, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 352 p.
- Kouakou K.A. (2014). 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, UFR Environnement, 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 and Plant Science*, 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.
- Kouakou P.M., Camara M. & G'Bongue D. (2009). Rationalité paysanne à travers les opérations culturales du canton Gô dans la région semi montagneuse de l'Ouest Ivoirien. *Agronomie Africaine*, 19(3) : 323-335.
- Kouamé Kra W. (2019). Côte d'Ivoire : les aires protégées entre politique de conservation contrastée et réinterprétation sociale. *Études caribéennes*, 43-44.
- Kouamé N'.F., Tra bi F.H., Ettien D.T. & Traoré D. (1998). Végétation et Flore de la forêt classée du Haut-Sassandra, en Côte d'Ivoire. *Revue du CAMES*, 1 : 28-35.
- Kouamé N'.F. (1998). Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de les forêts classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat 3è Cycle, UFR Biosciences, Université Félix Houphouet Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 227 p.
- Kouamé W.K. (2016). Le parc national du Mont Péko (Côte d'Ivoire) entre dynamiques de déguerpissement, tensions sociales et logiques des acteurs : vers un risque d'explosion de violences. *Etudes caribéennes*, 4 : 33-34.
- Kouassi J.K., Kouassi H.K. & Kouassi H.R. (2018). Evaluation de la diversité floristique et estimation du taux de séquestration de carbone des arbres en alignement de voies de la commune de Daloa (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(4) : 1876-1886.
- Koulibaly A. (2008). Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Biosciences, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 150 p.

- Koulibaly A., Traoré D. & Goetze D. (2010). Le cacao et la diversité végétale. In : Konaté S, Kampmann D, (Eds). Biodiversity Atlas of West Africa, Tome III, Abidjan (Côte d'Ivoire), 418-425.
- Koulibaly A., Koffi A.P.K., Boyé M.A.D., Koffi M. & Kouadio Y.J. (2016). Effet des engrais chimiques sur les caractères agronomiques des variétés de cacaoyers dans la région de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 26(1) : 117-124.
- 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, Ecologie Végétale, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 206 p.
- Kuyah S., Dietz J., Muthuri C., Jamnadass R., Mwangi P., Coe R. & Neufeldt H. (2012) Équations allométriques pour l'estimation de la biomasse dans les paysages agricoles : I. Biomasse aérienne. *Agr Ecosyst Environ*, 158 : 216–224.
- Lambert J. (1960). Croissance démographique et instruction dans les pays en voie de développement : Application au Brésil. *Population (french edition)*, 15(4) : 655-664.
- Lamine R. (2008). Croissance démographique et dynamiques migratoires récentes des grandes villes tunisiennes. *Les Cahiers d'EMAM. Études sur le Monde Arabe et la Méditerranée*, (16) : 51-75.
- Layke Ch. (2009). Measuring nature's benefits : a preliminary roadmap for improving ecosystem services indicators. Washington DC : World Resources Institute, Working paper, 36 p.
- Le Gall-Ely M. & Loïg H. (2006). Critique des méthodes de l'évaluation contingente et de l'analyse conjointe : application au cas du test de prix d'un concept de service innovant dans le secteur du logement social. *Archives ouvertes*, 7-17.
- Lebrun J.P. & Stork A.L. (1991 ; 1997). Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, Genève (Suisse), 4 Volume.
- Legendre P. & Legendre L. (1998). Numerical Ecology. 2nd edition. *Elsevier Scientific Publishing Company*, Amsterdam (Pays-Bas), 213 p.
- Le Pochat S., Mary T., Danic F., Roquesalane A. & Causse S. (2013). La valorisation économique de l'environnement : problématiques et méthodes - Un tour d'horizon. Fondation 2019, 46 p.

- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.-P. & Trommetter M. (2008). Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. *In* : Institut national de la recherche agronomique, Agriculture et biodiversité. Rapport d'expertise, 109 p.
- Les Echos (2008). Le jour où l'eau vaudra plus cher que le diamant. lesechos.fr.
- Lescuyer G. & Locatelli B. (1999). Rôle et valeur des forêts tropicales dans le changement climatique. *Bois et forêts des tropiques*, 260 : 5-18.
- Limburg K.E., O'Neill R.V., Costanza R. & Farber S. (2002). Systèmes complexes et évaluation. *Économie écologique*, 41(3) : 409-420.
- Limoges B. (2009). Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. *Le naturaliste canadien*, 133(2) : 15-19.
- Locatelli B., Catterall CP., Imbach P., Kumar C., Lasco R., Marín-Spiotta E., Mercer B., Powers J.S., Schwartz N. & Uriarte M. (2015) Reforestation tropicale et changement climatique : au-delà du carbone. *Restor Ecol*, 23(4) : 337–343.
- Longcore T. & Rich C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4) : 191-198.
- Luc M.T. (2002). La cacaoculture hybride à l'ère du retour des employés déflatés au village dans la zone cacaoyère du Cameroun. *African Anthropologist*, 9(2) : 138-156.
- Lucas R.E. (2005). Migration internationale vers les pays à haut revenu : quelles conséquences pour le développement économique des pays d'origine ? *Revue d'économie du développement*, 13(4) : 123-171.
- Macaire L., Vandenbroucke N. & Postaire J.G. (2004). 04-Segmentation d'images par classification spatio-colorimétrique des pixels. *Traitement du signal*, 15 p.
- Maebe L., Fermin N., Pipart N., Dendoncker N., Dufrêne M., Bertrand G., Généreux C., Brahy V., Debruyne C. & Brahic Y. (2015). WalES (Plateforme régionale relative aux services écosystémiques (SE). Séminaire d'unités, Wallonie, Belgique, 36 P.
- Maes J., Teller A., Erhard M., Liqueste C., Braat L., Berry P.M., Egoh B., Puydarrieux P., Fiorina C., Santos F., Paracchini M.L., Keune H., Wittmer H., Hauck J., Fiala I., Verburg P.H., Condé S., Schägner J.P., SanMiguel J., Estreguil C., Ostermann O., Barredo J.I., Pereira H.M., Stott A., Laporte V., Meiner A., Olah B., Royo

- Gelabert E., Spyropoulou R., Petersen J.E., Maguire C., Zal N., Achilleos E., Rubin A., Ledoux L., Brown C., Raes C., Jacobs S., Vandewalle M., Connor D. & Bidoglio G. (2013). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action of the EU biodiversity strategy to 2020. Publication office of the European Union, Commission européenne, Luxembourg.
- Maes J., Carmino L., Teller A., Erhard M., Paracchini M.L., Barredo J.I., Grizzetti B., Cardoso A., Somma F., Petersen J-E., Meiner A., Gelabert E.R., Zal N., Kristensen P., Bastrup-Birk A., Biala K., Chiara P., Egoh B. & Lavallo C. (2016). An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosystem services*, 17 : 14-23.
- Maguran A.E. (2004). Measuring biological diversity assessment. Blackwell publishing company, 256, 70 p.
- Malan D.F., Aké-Assi L., Tra Bi F.H. & Neuba D. (2007). Diversité floristique du parc national des îles Éhotilé (littoral est de la Côte d'Ivoire). *Bois et Forêts des Tropiques*, 292(2) : 49-58.
- Maresca B., Mordret X., Ughetto A.L. & Blanche P. (2011). Évaluation des services rendus par les écosystèmes en France : les enseignements d'une application du Millennium Ecosystem Assessment au territoire français. *Développement durable et territoires*, 3(2).
- Maris V., Walker J., Devictor V., Beltrame C., Levrel H., Billet R., Bonneuil C. & Béchet A. (2013). Saving biodiversity from ecosystem services. *Bioscience*, 2 : 33-51.
- Marsh G.P. (1864). Man and Nature ; or. Physical geography as modified by human action. In : *Nature & Ecology*, Andesite Press, 598 p.
- Martín-López B., Iniesta-Arandia I., Garcia-Llorente M., Palomo I., Casado-Arzuaga I., Garcia Del Amo D., Gómez-Baggethun E., Oteros-Rozas E., Palacios-Agundez I., Willaarts B., Gonzalez J.A., Santos -Martin F., Onaindia M., Lopez-Santiago C. & Montes C. (2012). Découvrir les ensembles de services écosystémiques grâce aux préférences sociales. *PLoS One*, 7(6) : e38970.
- Martín-López B., Gómez-Baggethun E., García-Llorente M. & Montes C. (2014) Compromis entre domaines de valeur dans l'évaluation des services écosystémiques. *Ecological Indicator*, 37 : 220-228.

- Mayaux P., Bartholomé E., Fritz S. & Belward A. (2004). A new land-cover map of Africa for the year 2000. *Journal of Biogeography*, 31(6) : 861-877.
- Lukongo M.N. (2015). Evaluation de la contribution de la culture de cacao (*Theobroma cacao*) sous ombrage dans le maintien des stocks de carbone et la conservation de la biodiversité dans les forêts secondaires exploitées de l'Ituri (Province Orientale, RD Congo). Mémoire de Licence, faculté de gestion des ressources naturelles renouvelables, université de Kisangani (Kisangani, Congo), 48 p.
- McNeely J.A. & Mainka S.A. (2009). Conservation pour une ère nouvelle. Union internationale pour la conservation de la Nature. Gland, Suisse. 238 p.
- MEA (2005a). Ecosystems and Human Wellbeing: Biodiversity Synthesis. *World Resources Institute*, Washington, 356 p.
- MEA (2005b). Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire, 59 p.
- MEDD (2011). Consultation régionale de l'atelier de renforcement des capacités pour l'Afrique sur REDD+. Rapport d'étude du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable de la Côte d'Ivoire, Cape Town, Afrique du Sud, 15 p.
- Mehdi L. (2010). Structure verte et biodiversité urbaine : l'espace vert : analyse d'un écosystème anthropisé. Thèse de doctorat en Aménagement, Université de Tours (Tours, France), 240 p.
- Mekideche S., Brakchi-Ouakour L. & Kadik L. (2018). Impact des perturbations anthropiques sur la diversité végétale de la subéraie de Chréa, au nord de l'Algérie. *Bois et Forêts des Tropiques*, 337 : 53-66.
- Mensah S., Veldtman R., du Toit B., Glèlè Kakaï R. & Seifert T. (2016) Biomasse aérienne et carbone dans une forêt de brume sud-africaine et relations avec la diversité des espèces d'arbres et les structures forestières. *Forêts*, 79 : 1-17.
- Méral P. (2010). Les services environnementaux en économie : revue de la littérature. Document de travail réalisé dans le cadre du programme SYSTERRA, portant la référence ANR-08-STRA-13
- MINEDD (2018). Biodiversité : Restitution de l'évaluation sur la biodiversité et les services écosystémiques aux parties prenantes régionales. Page consultée le 23 juillet 2020.



- Moore R., Williams T., Rodriguez E. & Hepinstall-Cymmerman J. (2011). Quantifying the value of non-timber ecosystem services from Georgia's private forests, Final Report submitted to the Georgia Forestry Foundation, 44 p.
- Muller F. & Burlard B. (2012). The indicator side of ecosystem services. *Ecosystem services*, 1 : 26-30.
- Muradian R., Corbera E., Pascual U., Kosoy N. & May P.H. (2010). Reconciling theory and practice : An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological economics*, 69(6) : 1202-1208.
- Myers J.A., Chase J.M., Jiménez I., Jørgensen P.M., Araujo-Murakami A., Paniagua-Zambrana N. & Seidel R. (2013). Beta-diversity in temperate and tropical forests reflects dissimilar mechanisms of community assembly. *Ecology Letters*, 16 : 151-157.
- 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.
- N'Doumé C., Lachenaud P., Hussard A., Nguyen H. & Flori A. (2000). Etude de faisabilité pour l'élaboration d'une cartographie statistique d'inventaire des vergers de café et de cacao en Côte d'Ivoire par télédétection satellitale. *Bulletin SFPT*, (157) : 3-1.
- Nelson J.P. & Kennedy P.E. (2009). The use (and abuse) of meta-analysis in environmental and natural resource economics: an assessment. *Environmental and resource economics*, 42(3) : 345-377.
- N'Goran R.K. (2010). Application de l'évaluation environnementale stratégique dans un contexte conflictuel en Côte d'Ivoire. Maître en environnement, Centre Universitaire de Formation en Environnement, Université de Sherbrooke (Sherbrooke, Canada), 83 p.
- N'Goufo R., Zapfack L., Tiomo D E., Tsafack Ngoufo L.S., Matsaguim Guimdo C.A., Chimi Djomo C., Lekeufack A., Neckdem Manfo F., Kana E.C., Bouba Nezene B. & Njal Njock S. (2019). Évaluation et spatialisation du carbone stocké dans le massif forestier de Ngog-Mapubi (Cameroun). Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Mar 2019, Cotonou, Bénin.
- N'Guessan E., Bellan M. & Blasco F. (2003). Suivi par télédétection spatiale d'une forêt tropicale humide protégée soumise à des pressions anthropiques. *Télédétection*, 3 : 443-456.

- Ngwamashi T. (2009). Inventaire des espèces ligneuses locales pour le reboisement à des fins énergétiques, Kinshasa. Graduat en Géographie, Université de Kinshasa (Kinshasa, Congo), 33 p.
- Nolet J. (2011). Valeur monétaire de la nature : pourquoi, comment et quels résultats ? Communication orale. Congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec, Boucherville (Canada).
- Nomel G.J.R. (2016). Diversité des espèces végétales et services écosystémiques des espaces aménagés des échangeurs de l'autoroute Cocody-Yopougon (Abidjan), Mémoire de Master, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 162 p.
- Nowak D.J., Robert III E., Crane D.E., Stevens J.C. & Fisher C.L. (2010). Assessing urban forest effects and values, Chicago's urban forest. *Northern Research Station Resour*, Bull. NRS-37, 27 p.
- Nowak D.J., Robert III E., Crane D.E., Weller L. & Davila A. (2011). Assessing urban forest effects and values, Los Angeles' urban forest. *Northern Research Station*, Bull. NRS-47, 30 p.
- NRC (2004). Valuing Ecosystems Services : Toward better environmental Decision-Making. *In* : National Academy of science. National Academies Press.
- Ntale Mihigo J.P. (2010). Evaluation de la pression anthropique sur les forêts périurbaines de la ville de Kinshasa : cas du peuplement de *milletia* sp de la commune de Mont-Ngafula. Mémoire d'ingénieur agronome, UFR gestion des ressources naturelles, Université des sciences agronomiques de Kinshasa, (Kinshasa, Congo), 39 p.
- Olewiler N. (2004). The Value of Natural Capital in Settled Areas of Canada. In Ducks Unlimited Canada. Ducks Unlimited Canada and the Nature Conservancy of Canada.
- Olivier E. (2011). Notes de cours ENV. 792 – Valeur des écosystèmes et leur gestion. Communication orale. ENV. 792 – Valeur des écosystèmes et leur gestion. Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Centre universitaire de formation en environnement.
- Osborn J.E. (1948). The structure and life history of *Hormosira banksii* (Turner) Decaisne. In Transactions of the Royal Society of New Zealand. *Printer*, (77) : 47-71.
- Oszwald J., Bigot S., Kergomard C. & Brou T.Y. (2003). Dynamiques et représentations spatiales de la déforestation en Côte d'Ivoire : l'exemple de la forêt classée du Haut-Sassandra

- (1986-2001). In : *Photo-Interprétation, European Journal of Applied Remote Sensing*, Editions Eska, pp 1-11.
- 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, Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille, 304 p.
- Oszwald J., Kouacou Atta J-M., Kergomard C. & Robin M. (2007). Représenter l'espace pour structurer le temps : Approche des dynamiques de changements forestiers dans le sud-est de la Côte d'Ivoire par télédétection. *Revue Télédétection*, 7 (1-2-3-4) : 271-282.
- Ouattara D., Vroh B.T.A., Kpangui K.B. & N'Guessan K.E. (2013). Diversité végétale et valeur pour la conservation de la réserve botanique d'Agbaou en création, Centre-ouest, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Physics*, 20(1) : 3034 - 3047.
- Ouattara S. (1993). Les grands mammifères de la Forêt Classée du Haut-Sassandra. Mémoire. D.E.A., Sciences Naturelles, Université Nanguy Abrogoua, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 69 p.
- Ouedraogo W.O., Gomgnimbou A.P., Santi S., Ilboudo D. & Toguyeni A. (2019). Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso province du Houet au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(7) : 3276-3288.
- Ouji A. (2012). Segmentation et classification dans les images de documents numérisés. Thèse de doctorat, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, (Lyon, France), 199 p.
- Oulaitar M.E. (2018). Diversité végétale et services écosystémiques du jardin botanique et de la réserve naturelle partielle dahliafleur de Bingerville dans la vie des populations du district d'Abidjan (Côte d'Ivoire), Thèse de doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 151 p.
- 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.
- Pan Y., Birdsey R.A., Fang J., Houghton R., Kauppi P.E., Kurz W.A., Phillips O.L., Shvidenko, A., Lewis S.L., Canadell J.G., Ciais P., Jackson R.B., Pacala S.W., McGuire A.D., Piao

- S., Rautiainen A., Sitch S. & Hayes D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333 : 988-993.
- Parmentier I., Malhi Y., Senterre B., Whittaker R.J., Alonso A., Balinga M.P., Bakayoko A., Bongers F., Chatelain C. & Comiskey J.A. (2007). The odd man out ? Might climate explain the lower tree  $\alpha$ -diversity of African rain forests relative to Amazonian rain forests. *Journal of Ecology*, 95(5) : 1058–1071.
- Pattison J., Boxall P.C. & Adamowicz W.L. (2011). The economic benefits of wetland retention and restoration in Manitoba. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 59(2).
- Pearce D.W. (1994). The great environmental values debate. *Environment and Planning A*, 26(9) : 1329-1338.
- Pearce D.W., Atkinson G. & Mourato S. (2006). *Cost-Benefit Analysis and the Environment, Recent Developments*, OECD, Paris.
- Pellegrini S. (2005). Analyse comparative des méthodes économiques d'évaluation de la qualité de vie : Une application à la lombalgie chronique. Thèse de doctorat, Sciences économiques, Université de Neuchâtel, (Neuchâtel, Suisse), 184 p.
- Perraud A. & De La Souchère P. (1963). Esquisse pédologique de la Côte d'Ivoire, 1/500000e, feuille Sud-Ouest, ORSTOM, Adiopodoumé.
- Picard N., Saint-André L. & Henry M. (2012). Manuel de construction d'équations allométriques pour l'estimation du volume et la biomasse des arbres : de la mesure de terrain à la prédiction. Rome : FAO ; Montpellier, France : CIRAD.
- Pielou E.C. (1966). Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 1 : (370-383).
- Pison G. (2019). 7, 7 milliards d'humains en 2019 : sommes-nous trop nombreux sur Terre ? *Archive ouverte*, 7 p.
- PNUE (2000). Approche par écosystème : poursuite de l'élaboration conceptuelle. Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques, cinquième réunion, Montréal.
- PNUE (2010). Plan stratégique pour la biodiversité 2011-2020. Justification technique provisoire, indicateurs possibles et jalons suggérés pour les objectifs d'Aichi pour la biodiversité, Nagoya, Japon.

- Polorigni B., Raoufou R. & Kouami K. (2014). Perceptions, tendances et préférences en foresterie urbaine : cas de la ville de Lomé au Togo. *European Scientific Journal*, 10(5) : 1857-7431.
- Poorter L., Bongers F., Kouamé F.N. & Hawthorne W.D. (2004). Biodiversity of West African Forests : An Ecological Atlas of Woody Plant Species. CABI Publishing, Nederland, Pays-Bas, 521 p.
- Prigent L. (2001). Valeur d'usage et valeur de non-usage d'un patrimoine : une application de la méthode d'évaluation contingente au Mont-Saint-Michel. Thèse de doctorat, Sciences économiques, Université de Bretagne Occidentale, (Bretagne, France), 359 p.
- Puydarrieux P. (2012). Les services fournis par les écosystèmes forestiers : identification, évaluation économique et valorisation. Le RUCHE (le Réseau Universitaire des Chercheurs en Histoire Environnementale), Colloque « La forêt, des enjeux vitaux entre science et décision », 23 novembre 2012, Lille (France), pp 306-355.
- Raboteur J. & Rodes M.F. (2006). Application de la méthode d'évaluation contingente aux récifs coralliens dans la Caraïbe : étude appliquée à la zone de Pigeon de la Guadeloupe. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 7(1).
- Rana A.T. & Saucier P. (2013). Les clauses environnementales dans les accords de libre-échange entre pays développés et pays émergents. Analyser des déterminants. *Mondes en développement*, (2) : 49-66.
- Reveret J.P., Charron I. & St-Arnaud R.M. (2008). Réflexions sur les méthodes d'estimation de la valeur économique des pertes d'habitats fauniques. Québec, Groupe Agéco pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement socio-économique, des partenariats et de l'éducation, 54 p.
- Reveret J.P. (2011). Faut-il donner une valeur monétaire à la nature ? Communication orale. Congrès annuel de l'Association des biologistes du Québec, 28 octobre 2011, Boucherville, Canada.
- Robert M. & Saugier B. (2003). Contribution des écosystèmes continentaux à la séquestration du carbone. *Comptes Rendus Geoscience*, 335(6-7) : 577-595.
- Rollet B. (1979). La régénération naturelle en forêts dense humide sempervirente de la plaine en Guyane Vénézuélienne. *Bois et Forêts des Tropique*, 124 : 19-38.

- Rondeux J. (1975). Pour une définition du volume du bois d'oeuvre de nos principales essences forestières feuillues. *Revue Forestière Française*, 27(5) : 371-376.
- Roy-Vigneault F. (2009). Evaluation de la valeur de biens et services écologiques liés à l'agroforesterie : une approche expérimentale. Mémoire de Maîtrise, Economie rurale, Faculté des études supérieures, Université Laval, (Québec, Canada), 85 p.
- Sainteny G., Salles J.M., Ducos G., Marcus V., Duboucher P., Paul E., Auverlot D. & Pujol J.L. (2012). Les aides publiques dommageables à la biodiversité. Documentation française.
- Saj A., Cojan Y., Vocat R., Luauté J. & Vuilleumier P. (2013). Prism adaptation enhances activity of intact fronto-parietal areas in both hemispheres in neglect patients. *Cortex*, 49(1) : 107-119.
- Salles J.M. (2010). Dossier « Le réveil du dodo III » -Évaluer la biodiversité et les services écosystémiques : pourquoi, comment et avec quels résultats ? *Natures Sciences Sociétés*, 18(4) : 414-423.
- Sangaré A., Koffi E., Akamou F. & Fall C.A. (2009). Etat des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Espèces menacées. Méthodologie de l'UICN & démarche d'élaboration. Seconde édition. Paris, France. 60 p.
- Sangne Y., Adou-Yao Y. & N'Guessen K.E. (2008). Transformations de la flore d'une forêt dense sémi-décidue : impact des activités humaines (Centre Ouest de la Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 20(1) : 1-11.
- Sangne C.Y., Barima Y.S.S., Bamba I. & N'Doumé C.T.A. (2015). Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire), *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 15(3/2015).
- Sawyer D., Bourassa Y. & Justason A. (2001). Évaluer nos environnements locaux. Projet sur l'évaluation des ressources : Document guide. Canada, ministère de l'environnement du Nouveau-Brunswick, 24 p.
- SCDB (2010). Synthèse scientifique des impacts de l'acidification des océans sur la biodiversité marine : Montréal. *Cahier technique*, 46 : 1- 61.
- Scherrer S. (2001). Méthodologie de valorisation des biens environnementaux. Série Méthodes, MATE-D4E, document de travail n°01-M01, 12 p.

- Scherrer S. (2005). Evaluation économique des aménités récréatives d'une zone humide intérieure : le cas du lac du der. Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale, France, 75 p.
- Schmidt K., Martín-López B., Julius E., Philips P., Mekan N. & Walz A. (2018) Principales caractéristiques du paysage dans la fourniture de services écosystémiques : perspectives pour la gestion. *Politique d'utilisation des terres*, 82 : 353–366.
- Sébastien L. & Brodhag C. (2004). A la recherche de la dimension sociale du développement durable. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 3 : 1-19.
- Sebille P. (2004). Migration de la population et structure des ménages au Mexique : l'influence de la migration sur le calendrier de nuptialité. Thèse de doctorat, Démographie, (Paris, France), 315 p.
- Segura M. & Kanninen M. (2001). Allometric models for estimating volume and total aboveground biomass of seven dominant tree species in a tropical humid forest in Costa Rica. *Biotropica*, 37(1).
- Segura M., Kanninen M. & Suárez D. (2005). Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee plants in agroforestry systems in Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestry Systems*, 68(2) : 143-150.
- Serpantié G., Méral P. & Bidaud C. (2012). Des bienfaits de la nature aux services écosystémiques. *VertigO—la revue électronique en sciences de l'environnement*, 12(3).
- Sharrow S.H. & Ismail S. (2004). Carbon and Nitrogen Storage in Agroforests, Tree Plantations, and Pastures in Western Oregon, USA. *Agroforestry Systems*, 60 : 123-130.
- Simpson E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148) : 688-688.
- SODEFOR (1994). Aménagement de la forêt classée du Haut Sassandra, 1994-2014. Rapport SODEFOR, 81 p.
- SODEFOR (1996). Plan d'aménagement de la forêt classée de Bouaflé. Ministère de l'agriculture et des ressources animales. pp 3-61.
- Sophie S. (2017). Concilier développement agricole et la préservation des biodiversités. *VertigO—la revue électronique en sciences de l'environnement*, 17(3).

- Sørensen T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. *Biologiske Skrifter*, 4(5) : 1-34.
- Spash C.L. (2007). The economics of climate change impacts a la Stern : Novel and nuanced or rhetorically restricted ? *Ecological Economics*, 63(4) : 706-713.
- Steadman D.W. (1995). Prehistoric extinctions of Pacific island birds : biodiversity meets zooarchaeology. *Science*, 267(5201) : 1123-1131.
- Stern N.H., Peters S., Bakhshi V., Bowen A., Cameron C., Catovsky S., Crane D., Cruickshank S., Dietz S. & Edmonson N. (2006). Stern Review : The economics of climate change. Cambridge University Press Cambridge, 30 : 662 p.
- Stessens J. (2002). Analyse technique et économique des systèmes de production agricole au nord de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Biologiques Appliquées, Département Agrotechnique et Economique, Université catholique de Louvain (Louvain, Belgique), 302 p.
- Stien E. (2012). L'impact de la culture sur le comportement de consommation : modélisation d'un comportement de consommation ethnique. Thèse de doctorat, Sciences de Gestion, Université d'Artois, (Arras, France), 268 p.
- Tansley A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3) : 284-307.
- Tchapgnouo J.G.N., Njiné T., Togouet S.H.Z., Segnou S.C.D., Tahir T.S.M., Tchakonté S. & Pinel-Alloul B. (2012). Diversité spécifique et abondance des communautés de copépodes, cladocères et rotifères des lacs du complexe Ossa (Dizangué, Cameroun). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, 6 : 71-93.
- Tchatat M., Ndoye O. & Nasi R. (1999). Produits Forestiers Autres que le Bois d'oeuvre (PFAB) : place dans l'aménagement durable des forêts humides d'Afrique Centrale. CIRAD-CIFOR, CARPE-IRAD, 18 : 95 p.
- Tchouto G.P.M. (2004). Plant diversity in Central African rain forest : implication for Biodiversity conservation in Cameroon. Thèse de Doctorat, Department of plant Sciences, Biosystemics Group, Wageningen University (Wageningue, Pays-Bas), 206 p.
- TEEB (2008). L'économie des écosystèmes et de la biodiversité. Rapport d'étude, 27 p.



- TEEB (2010a). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity : Mainstreaming the Economics of Nature : A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.* UNEP, 2-39.
- TEEB (2010b). « *The Economics of Ecosystems and Biodiversity : Ecological and Economic Foundations.* Edited by Pushpam Kumar ». London and Washington : Earthscan, 410 p.
- TEEB (2011). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making.* Earthscan. London and Washington, Ten Brink P. ed., 494 p.
- Teyssèdre A. (2004). *Vers une sixième grande crise d'extinctions. Biodiversité et changements globaux : enjeux de sociétés et défis pour la recherche,* Paris, ADPF, Ministère des Affaires étrangères, 24-36.
- Thaman R.R. (2013). *The contribution of indigenous and local knowledge systems to IPBES : building synergies with science.* In Report of the international expert workshop on the contribution of indigenous and local knowledge systems to the Platform. UNESCO, 46 p.
- Tiebre M.S., Ouattara D., Kpangui K.B., Kouassi D.F. & N'guessan K.E. (2016). *Diversité floristique de la région de Founbesso en zone de transition forêt-savane à l'ouest de la Côte d'Ivoire. International Journal of Biological and Chemical Sciences,* 10(3) : 1007-1016.
- Timité N., Sangne Y.C., Kpangui K.B. & Barima Y.S.S. (2019). *Exploitations cacaoyères et pratiques culturelles au sein d'un espace domanial : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS), Côte d'Ivoire. Journal of Animal and Plant Science,* 41(3) : 7015-7028.
- Triplet P. (2009). *Manuel de gestion des aires protégées d'Afrique francophone.* Awely, Paris, 1215 p.
- Tsoumou B.R., Lumandé K.J., Kampé J.P. & Nzila J.D. (2016). *Estimation de la quantité de Carbone séquestré par la Forêt Modèle de Dimonika (Sud-ouest de la République du Congo). Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale-RIFFEAC.*
- Tufekcioglu A., Raich J.W., Isenhardt T.M. & Schultz R.C. (2003). *Biomass, carbon and nitrogen dynamics of multi-species riparian buffers within an agricultural watershed in Iowa, USA. Agroforestry System,* 57 : 187-198.

- Turcati L. (2011). Mésurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les communautés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces. Thèse de doctorat, Ecologie, Université Pierre et Marie Curie (Paris, France), 264 p.
- Turner R.K., Paavola J., Cooper P., Farber S., Jessamy V. & Georgiou S. (2003). Valuing nature : lessons learned and future research directions. *Ecological economics*, 46(3) : 493-510.
- UICN (2020). La liste rouge mondiale des espèces menacées. <https://uicn.fr/liste-rouge-mondiale>
- UICN France (2012). Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France. Volume 1 : contexte et enjeux. Paris, France, 48 p.
- UK NEA (2011). Synthesis of the Key Findings. Information Press, Oxford, 10-15.
- UNEP-WCMC (2016). L'État de la Biodiversité en Afrique : Examen à mi-parcours des progrès réalisés vers l'atteinte des Objectifs d'Aichi. UNEP-WCMC, Cambridge, UK, 112 p.
- Vadrot C.M. (2005). Guerre et environnement : panorama des paysages et des écosystèmes bouleversés. Paris, Delachaux et Niestlé, 252 p.
- Vasseur L. & Siron R. (2019). Évaluation des services écosystémiques dans les réserves de biosphère de l'UNESCO. Commission canadienne pour l'UNESCO, 38 p.
- Vignal M. (2016). Dynamiques paysagères en période de crises politico-militaires en Côte d'Ivoire : Modélisation rétro-prospective des défrichements dans la forêt classée du Haut-Sassandra pendant les années 2000 par la simulation des comportements sociaux et sociétaux. Mémoire de Master, Faculté Science et Espace, Mention Science Géographiques, université Nice Sophia Antipolis (Nice, France), 173 p.
- Vindimian E. & Parfait G. (2010). Réduire les pollutions et les impacts sur la biodiversité. Note de cadrage de l'atelier « Pollutions », Conférence française pour la biodiversité, 10-12 mai, Chamonix, 28 p.
- Voltaire L. (2011). Méthode d'évaluation contingente et Evaluation économique d'un projet de réserves naturelles dans le Golfe du Morbihan (France). Thèse de doctorat, Environnement et Société, Université de Bretagne occidentale, (Bretagne, France), 281 p.

- Vroh B.T.A. (2013). Evaluation de la dynamique de la végétation dans les zones agricoles d'Azaguié (Sud-Est, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Botanique, Université Félix Houphouët-Boigny, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 208 p.
- Vroh B.T.A., Tiebre M.S. & N'Guessan K.E. (2014). Diversité végétale urbaine et estimation du stock de carbone : cas de la commune du Plateau Abidjan, Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 10(3).
- Wallace K.J. (2007). Classification of ecosystem services : Problems and solutions. *Biological conservation*, 139 : 235-246.
- Wani N.R. & Qaisar K.N. (2014). Pourcentage de carbone dans différents composants des espèces d'arbres et pool de carbone organique du sol sous ces espèces d'arbres dans la vallée du Cachemire. *Current World Environment*, 9(1) : 174–181.
- Wardell D.A. & Lund C. (2004). En marge de la loi et au cœur de la politique locale. Colonisation agraire des forêts classées au nord Ghana. *Autrepart*, (2) : 117-134.
- WBCSD (2009). Corporate Ecosystem Valuation : building the business case. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Geneva.
- Westman R.S. (1977). Magical reform and astronomical reform : The Yates thesis reconsidered. *Hermeticism and the scientific revolution*, 5-91.
- White F. (1983). The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the UNESCOAETFA-UNSO vegetation map of Africa. *Natural Resources Research*, UNESCO, Paris (France), 356 p.
- Whittington D. (1992). Possible adverse effects of increasing block water tariffs in developing countries. *Economic Development and Cultural Change*, 41(1) : 75-87.
- Whittington D. (1998). Administering Contingent Valuation Surveys in Developing Countries. *World Development*, 26(1) : 21-30.
- Wilson M.A. & Howarth R.B. (2002). Évaluation basée sur le discours des services écosystémiques : établir des résultats équitables grâce à une délibération de groupe. *Ecological Economics*, 41( 3 ) : 431–443.
- WRI (2008). Services d'écosystèmes : Guide à l'attention des décideurs. Rapport d'étude, 96 p.
- Wright J.S. (2002). Plant diversity in tropical forests : a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130(1) : 1-14.

- Yang J., Ji X., Deane D.C., Wu L. & Chen S. (2017). Distribution spatio-temporelle et facteurs déterminants du stockage du carbone de la biomasse forestière en Chine : 1977–2013. *Forêts*, 263(8) : 1–14.
- Yéo K., Konate S., Tiho S. & Camara K.S. (2011). Impacts of land use types on ant communities in a tropical forest margin (Oumé, Côte d'Ivoire). *African Journal of Agricultural Research*, 6 : 260-274.
- Yildirim H. (2017). Approche écosystémique et institutionnelle du développement durable territorial : Le panier de services écosystémiques dans la Péninsule de Karaburun (Turquie). Thèse de Doctorat, Laboratoire Montpellierain d'Économie Théorique et Appliquée, Université de Montpellier (Montpellier, France), 506 p.
- 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 and Applied Biosciences*, 4(5) : 212-225.
- 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) : 63-78.
- Zanini F., Zanini E., Weber C. & Schlaepfer R. (2006). Analyse de la dynamique du paysage de la plaine du Rhône de 1850 à 2003 sur la base de cartes topographiques. *Bulletin Murithienne*, 124 : 89-98.
- Zinger L., Gobet A. & Pommier T. (2012). Two decades of describing the unseen majority of aquatic microbial diversity. *Molecular Ecology*, 21 : 1878-1896.

# **ANNEXES**

**Annexe 1 : Fiche d'enquête destinée aux populations riveraines**

**Rubrique 1 : Identification de l'enquêté**

- 1) Village / Cpt : ..... 2) Quel est votre nom ?.....
- 3) Quel est votre sexe ? /\_\_\_\_\_/ 4) Quel est votre âge ? /\_\_\_\_\_/
- 5) Quelle est votre nationalité ? /\_\_\_\_\_/ 6) Quelle est votre ethnie ?.....
- 7) Depuis combien de temps habitez-vous dans cette zone ? /\_\_\_\_\_/ 1 = 1 – 5 ans ; 2 = 6 – 10 ; 3 = 11 – 15 ans ; 4 = 16 – 20 ans ; 5 = 20 ans et plus

**Rubrique 2 : Biens et services tirés de la FCHS en 2019**

- 8) Avez-vous des plantations à l'intérieur de la FCHS ? /\_\_\_\_\_/ Oui = 1, Non = 2
- 9) Si oui, combien de plantations avez-vous ? /\_\_\_\_\_/
- 10) Quel est l'âge de vos plantations situées à l'intérieur de la FCHS ? /\_\_\_\_\_/ /\_\_\_\_\_/
- 11) Quelle est la superficie de vos plantations ? /\_\_\_\_\_/ /\_\_\_\_\_/
- 12) Quels sont les types de cultures que vous pratiquez ?  
Rentes .....  
Vivrières .....  
Maraichères .....
- 13) Quelles sont vos deux principales cultures ?  
.....
- 14) Quels sont les rendements de vos deux principales cultures ?  
.....  
.....
- 15) Que faites-vous du bois abattu dans vos plantations ? /\_\_\_\_\_/ Bois de feu = 1, Charbon de bois = 2, Autres = 3 à préciser
- 16) Laissez-vous des arbres dans vos plantations ? /\_\_\_\_\_/ Oui = 1 Non = 2
- 17) Si oui, lesquels ?

Annexes

N°	Nom de l'espèce	Quantité d'individus	Usage de l'espèce	Précision de l'usage de l'espèce	Partie utilisées
1					
2					
3					

18) En dehors de votre plantation, bénéficiez-vous d'espèces de la FCHS ? /\_\_\_\_\_/ Oui =1 Non = 2

19) Si oui, quelles espèces bénéficiez-vous de la FCHS ?

N°	Espèces (végétales)	Parties utilisée	Usages	Précision de l'usage de l'espèce
1				
2				
3				

20) Bénéficiez-vous d'espèces provenant de la FCHS par achat ? /\_\_\_\_\_/ Oui =1 Non = 2

21) Si oui, de quelles espèces s'agit-il ?

N°	Biens	Usages	Quantité achetée / an	Lieu d'achat	Vendeurs potentiels	Forme d'achat	Prix d'achat	Destination du produit
1								
2								
3								

**Rubrique 3 : Biens et services tirés de la FCHS au début des années 2000**

22) Aviez-vous des plantations à l'intérieur de la FCHS ? /\_\_\_\_\_/ Oui = 1, Non = 2

23) Si oui, combien de plantations aviez-vous ? /\_\_\_\_\_/

24) Quelle était l'année de mise en culture de vos plantations situées à l'intérieur de la FCHS ?  
/\_\_\_\_\_/ /\_\_\_\_\_/

25) Quelle était la superficie de vos plantations ? /\_\_\_\_\_/ /\_\_\_\_\_/

26) Quels étaient les types de cultures que vous pratiquiez ?

Rentes .....  
Vivrières .....  
Maraichères .....

27) Quelles étaient vos deux principales cultures ?

.....

Annexes

---

**28) Que faisiez-vous du bois abattu dans vos plantations ? / \_\_\_\_\_ / Bois de feu = 1, Charbon de bois = 2, Autres = 3 à préciser**

**29) Laissez-vous des arbres dans vos plantations ? / \_\_\_\_\_ / Oui = 1 Non = 2**

Si oui, lesquels ?

N°	Nom de l'espèce	Quantité d'individus	Usage de l'espèce	Précision de l'usage de l'espèce	Partie utilisées
1					
2					
3					
4					

**30) Bénéficiiez-vous d'espèces de la FCCHS ? / \_\_\_\_\_ / Oui = 1 Non = 2**

**31) Quelles espèces bénéficiez-vous de la FCCHS ?**

N°	Espèces (végétales)	Parties utilisée	Usages	Précision de l'usage de l'espèce
1				
2				
3				
4				

**32) Bénéficiiez-vous de biens provenant de la FCCHS par achat ? / \_\_\_\_\_ / Oui = 1 Non = 2**

**33) Si oui, de quels biens s'agissait-il ?**

N°	Biens	Usages	Quantité achetée / an	Lieu d'achat	Vendeurs potentiels	Forme d'achat	Prix d'achat	Destination du produit
1								
2								
3								
4								



**Annexe 2** : Liste des espèces végétales inventoriées dans la forêt classée du Haut-Sassandra

N°	Espèces	Famille	Statut de conservation			5 ans ≤		
				Forêt	Jachère	Cacaoyère ≤ 5 ans	Cacaoyère ≤ 10 ans	Cacaoyère ≥ 10 ans
1	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malvaceae				x	x	
2	<i>Abrus canescens</i>	Fabaceae		x	x			
3	<i>Abrus precatorius</i>	Fabaceae		x				
4	<i>Abutilon mauritianum</i>	Malvaceae				x		
5	<i>Acacia pennata</i>	Fabaceae		x	x	x		x
6	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Asteraceae				x	x	
7	<i>Adenia cissampeloides</i>	Passifloraceae		x				
8	<i>Adenia lobata</i>	Passifloraceae		x	x	x		
9	<i>Afraegle paniculata</i>	Rutaceae		x				
10	<i>Aframomum alboviolaceum</i>	Zingiberaceae		x	x		x	
11	<i>Aframomum cereum</i>	Zingiberaceae		x				
12	<i>Aframomum daniellii</i>	Zingiberaceae	LC	x		x		
13	<i>Aganope gabonica</i>	Fabaceae		x			x	
14	<i>Aganope leucobotrya</i>	Fabaceae	LC	x				
15	<i>Agelaea pentagyna</i>	Connaraceae		x	x		x	
16	<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae				x	x	
17	<i>Aidia genipiflora</i>	Rubiaceae	LC	x				
18	<i>Alafia barteri</i>	Apocynaceae		x	x			
19	<i>Albizia adianthifolia</i>	Fabaceae		x	x	x	x	
20	<i>Albizia zygia</i>	Fabaceae	LC	x	x	x	x	
21	<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	LC	x	x	x		
22	<i>Alstonia boonei</i>	Apocynaceae	LC	x	x	x		
23	<i>Amphimas pterocarpoides</i>	Fabaceae	LC	x	x	x		
24	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae			x	x	x	
25	<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae		x		x	x	

Annexes

26	<i>Anchomanes difformis</i>	Araceae		x		x		
27	<i>Ancistrocladus abbreviatus</i>	Ancistrocladaceae		x				
28	<i>Annickia polycarpa</i>	Annonaceae		x				
29	<i>Anthonotha crassifolia</i>	Fabaceae	LC	x				
30	<i>Anthonotha macrophylla</i>	Fabaceae	LC	x		x		
31	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae	LC	x	x	x		x
32	<i>Antidesma venosum</i>	Phyllanthaceae	LC	x				
33	<i>Arachis hypogaea</i>	Fabaceae						
34	<i>Argocoffeopsis rupestris</i>	Rubiaceae		x				
35	<i>Argomuelleria macrophylla</i>	Euphorbiaceae	LC	x	x		x	
36	<i>Aubrevillea kerstingii</i>	Fabaceae		x	x			
37	<i>Baissea baillonii</i>	Apocynaceae		x				
38	<i>Baissea multiflora</i>	Apocynaceae		x				
39	<i>Baissea zygodioides</i>	Apocynaceae	GCW	x	x			
40	<i>Baphia bancoensis</i>	Fabaceae	LC	x	x	x	x	
41	<i>Baphia nitida</i>	Fabaceae	LC	x	x	x	x	x
42	<i>Bauhinia thonningii</i>	Fabaceae						
43	<i>Bequaertia mucronata</i>	Celastraceae		x	x			
44	<i>Bertiera racemosa</i>	Rubiaceae				x		
45	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae				x	x	
46	<i>Blighia sapida</i>	Sapindaceae	LC	x			x	
47	<i>Blighia unijugata</i>	Sapindaceae		x		x	x	x
48	<i>Blighia welwitschii</i>	Sapindaceae		x	x	x	x	
49	<i>Bombax brevicuspe</i>	Malvaceae	VU	x				
50	<i>Bombax buonopozense</i>	Malvaceae	LC			x		
51	<i>Breviea sericea</i>	Sapotaceae	LR	x				
52	<i>Bridelia grandis</i>	Phyllanthaceae		x				
53	<i>Bridelia micrantha</i>	Phyllanthaceae	LC				x	
54	<i>Buchholzia coriacea</i>	Capparaceae		x	x			
55	<i>Byrsocarpus coccineus</i>	Connaraceae		x	x			

Annexes

56	<i>Campylospermum affinis</i>	Ochnaceae		x	x			
57	<i>Campylospermum reticulatum</i>	Ochnaceae			x			
58	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Burseraceae		x	x	x	x	
59	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae		x				
60	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae		x	x	x	x	
61	<i>Carapa procera</i>	Meliaceae	LC			x		
62	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae		x	x	x	x	x
63	<i>Casearia barteri</i>	Flacourtiaceae	LR				x	
64	<i>Cassia hirsuta</i>	Fabaceae		x				
65	<i>Cassia siamea</i>	Fabaceae		x				
66	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	LC	x	x	x	x	x
67	<i>Celtis adolfi-fridericii</i>	Ulmaceae	LC	x	x		x	
68	<i>Celtis mildbraedii</i>	Cannabaceae	LC	x	x	x	x	x
69	<i>Celtis philippensis</i>	Cannabaceae	LC	x				
70	<i>Celtis zenkeri</i>	Ulmaceae	LC	x	x	x		
71	<i>Centrosema pubescens</i>	Fabaceae		x		x		
72	<i>Chassalia afzelii</i>	Rubiaceae	GCW	x				
73	<i>Chidlowia sanguinea</i>	Caesalpiniaceae	LC	x	x	x		
74	<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae		x	x	x	x	x
75	<i>Chrysophyllum africanum</i>	Sapotaceae		x				
76	<i>Chrysophyllum albidum</i>	Sapotaceae		x	x	x	x	
77	<i>Chrysophyllum giganteum</i>	Sapotaceae		x				
78	<i>Chrysophyllum subnudum</i>	Sapotaceae		x				
79	<i>Chrysophyllum taiense</i>	Sapotaceae	GCW	x				
80	<i>Chrysophyllum</i> sp	Sapotaceae		x				
81	<i>Chytranthus</i> sp	Sapindaceae		x				
82	<i>Chytranthus talbotii</i>	Sapindaceae		x				
83	<i>Cissus aralioides</i>	Vitaceae		x			x	
84	<i>Cissus populnea</i>	Vitaceae		x	x	x	x	
85	<i>Cissus producta</i>	Vitaceae		x				

## Annexes

86	<i>Cissus quadricornuta</i>	Vitaceae		x				
87	<i>Cissus</i> sp	Vitaceae		x				
88	<i>Citrus medica</i>	Rutaceae		x				
89	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae		x		x		x
90	<i>Cleistanthus polystachyus</i>	Phyllanthaceae	LC	x				
91	<i>Cleistopholis patens</i>	Annonaceae	LC	x				
92	<i>Clerodendrum buchholzii</i>	Lamiaceae		x				
93	<i>Clerodendrum</i> sp	Lamiaceae		x				
94	<i>Clerodendrum splendens</i>	Lamiaceae		x				
95	<i>Clerodendrum volubile</i>	Verbenaceae						x
96	<i>Cnestis corniculata</i>	Connaraceae	GCW	x		x		
97	<i>Cnestis ferruginea</i>	Connaraceae		x		x		x
98	<i>Coffea canephora</i>	Rubiaceae	LC	x		x		x
99	<i>Cola cordifolia</i>	Malvaceae	LC	x	x			
100	<i>Cola gigantea</i>	Sterculiaceae	LC	x	x	x		x
101	<i>Cola laurifolia</i>	Malvaceae	LC			x		
102	<i>Cola millenii</i>	Sterculiaceae			x			
103	<i>Cola nitida</i>	Malvaceae	LC			x		x
104	<i>Cola</i> sp	Malvaceae		x				
105	<i>Colocasia esculenta</i>	Araceae		x		x		x
106	<i>Combretum comosum</i>	Combretaceae	GCW	x	x			
107	<i>Combretum fuscum</i>	Combretaceae		x				
108	<i>Combretum grandiflorum</i>	Combretaceae	GCW	x				
109	<i>Combretum homalioides</i>	Combretaceae			x			
110	<i>Combretum micranthum</i>	Combretaceae	LC	x				
111	<i>Combretum paniculatum</i>	Combretaceae		x				
112	<i>Combretum racemosum</i>	Combretaceae		x	x	x		x
113	<i>Connarus africanus</i>	Connaraceae		x				
114	<i>Copaifera salikounda</i>	Fabaceae	VU, GCW	x				
115	<i>Corynanthe pachyceras</i>	Rubiaceae	LC	x	x	x		

## Annexes

116	<i>Costus lucanusianus</i>	Zingiberaceae		x				
117	<i>Craterispermum caudatum</i>	Rubiaceae	LC	x				
118	<i>Craterispermum</i> sp	Rubiaceae		x				
119	<i>Crossostemma laurifolium</i>	Passifloraceae	GCW	x				
120	<i>Croton hirtus</i>	Euphorbiaceae		x	x	x	x	x
121	<i>Cryptosepalum tetraphyllum</i>	Fabaceae	VU, GCW	x				
122	<i>Cuerveva macrophylla</i>	Hippocrateaceae		x				
123	<i>Cuviera acutiflora</i>	Rubiaceae	LC	x				
124	<i>Cuviera macroura</i>	Rubiaceae		x				
125	<i>Cyathula prostrata</i>	Amaranthaceae			x	x	x	x
126	<i>Cyperus odoratus</i>	Cyperaceae		x				
127	<i>Dalbergia afzeliana</i>	Fabaceae				x		
128	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	Fabaceae		x			x	
129	<i>Dalbergia heudelotii</i>	Fabaceae		x		x		
130	<i>Dalbergia oblongifolia</i>	Fabaceae	GCW	x		x		
131	<i>Dalbergia rufa</i>	Fabaceae		x				
132	<i>Dalbergia</i> sp	Fabaceae		x				
133	<i>Dalbergiella welwitschii</i>	Fabaceae		x	x	x	x	
134	<i>Daniellia thurifera</i>	Fabaceae	LC, GCW	x				
135	<i>Deinbollia grandifolia</i>	Sapindaceae		x				
136	<i>Deinbollia pinnata</i>	Sapindaceae		x	x	x		
137	<i>Desmodium adscendens</i>	Fabaceae	LC	x				
138	<i>Desplatsia chrysochlamys</i>	Malvaceae		x	x	x		
139	<i>Dialium aubrevillei</i>	Fabaceae	GCW	x				
140	<i>Dialium dinklagei</i>	Fabaceae	LC	x	x			
141	<i>Dialium guineense</i>	Fabaceae		x				
142	<i>Dialium</i> sp	Fabaceae		x				
143	<i>Dichapetalum albidum</i>	Dichapetalaceae	GCW	x				
144	<i>Dichapetalum toxicarium</i>	Dichapetalaceae		x				
145	<i>Dioscorea cayenensis</i>	Dioscoreaceae		x				

## Annexes

146	<i>Dioscorea minutiflora</i>	Dioscoreaceae	LC	x	x	x	x	x
147	<i>Dioscorea praehensilis</i>	Dioscoreaceae	LC	x				
148	<i>Dioscorea</i> sp	Dioscoreaceae		x	x	x	x	x
149	<i>Diospyros abyssinica</i>	Ebenaceae		x			x	
150	<i>Diospyros canaliculata</i>	Ebenaceae		x	x	x	x	
151	<i>Diospyros cooperi</i>	Ebenaceae	GCW	x				
152	<i>Diospyros gabunensis</i>	Ebenaceae		x				
153	<i>Diospyros kamerunensis</i>	Ebenaceae		x				
154	<i>Diospyros macrocarpa</i>	Ebenaceae		x				
155	<i>Diospyros soubreana</i>	Ebenaceae		x	x		x	
156	<i>Diospyros</i> sp	Ebenaceae		x				
157	<i>Diospyros vignei</i>	Ebenaceae	GCW	x	x			
158	<i>Diospyros viridicans</i>	Ebenaceae		x			x	
159	<i>Discoglypemma caloneura</i>	Euphorbiaceae	LC				x	
160	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	Fabaceae	LC	x		x	x	
161	<i>Distemonanthus</i> sp	Caesalpiniaceae		x				
162	<i>Dorstenia turbinata</i>	Moraceae	GCW	x				
163	<i>Dracaena aubryana</i>	Asparagaceae	GCW	x				
164	<i>Dracaena ovata</i>	Arecaceae		x	x	x		
165	<i>Dracaena perrottetii</i>	Asparagaceae	LC	x				
166	<i>Dracaena surculosa</i>	Asparagaceae		x				
167	<i>Dracaena utilis Baker</i>	Asparagaceae		x				
168	<i>Drypetes aylmeri</i>	Putranjivaceae		x				
169	<i>Drypetes chevalieri</i>	Euphorbiaceae			x			
170	<i>Drypetes gilgiana</i>	Putranjivaceae	LC	x		x	x	
171	<i>Drypetes principum</i>	Putranjivaceae		x				
172	<i>Drypetes singroboensis</i>	Euphorbiaceae	LC, GCi	x			x	
173	<i>Duguetia staudtii</i>	Annonaceae		x				
174	<i>Elaeis guineensis</i>	Arecaceae	LC	x	x	x	x	x
175	<i>Empogona macrophylla</i>	Rubiaceae		x				

## Annexes

176	<i>Entada mannii</i>	Fabaceae		x				
177	<i>Entandrophragma angolense</i>	Meliaceae	VU	x	x	x	x	
178	<i>Entandrophragma candollei</i>	Meliaceae	VU		x			
179	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Meliaceae	VU	x	x			
180	<i>Entandrophragma utile</i>	Meliaceae	VU	x			x	x
181	<i>Erythrophleum suaveolens</i>	Fabaceae	LC	x				
182	<i>Euclinia longiflora</i>	Rubiaceae		x				
183	<i>Eugenia</i> sp	Myrtaceae		x				
184	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae			x	x	x	x
185	<i>Ficus craterostoma</i>	Moraceae			x			
186	<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae	LC	x	x	x	x	x
187	<i>Ficus ovata</i>	Moraceae				x		
188	<i>Ficus paupinea</i>	Moraceae		x				
189	<i>Ficus platyphylla</i>	Moraceae	LC	x				
190	<i>Ficus</i> sp	Moraceae		x				
191	<i>Ficus sur</i>	Moraceae		x	x	x	x	x
192	<i>Funtumia africana</i>	Apocynaceae	LC	x	x	x	x	
193	<i>Funtumia elastica</i>	Apocynaceae	LC				x	
194	<i>Glyphaea brevis</i>	Malvaceae		x				
195	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae		x	x	x		
196	<i>Gomphia schoenleiniana</i>	Ochnaceae		x				
197	<i>Gonolobus rostratus</i>	Apocynaceae		x				
198	<i>Gouania longipetala</i>	Rhamnaceae		x				
199	<i>Grewia carpinifolia</i>	Malvaceae		x				
200	<i>Grewia molus</i>	Ebenaceae		x				
201	<i>Griffonia simplicifolia</i>	Fabaceae		x	x	x	x	x
202	<i>Grossera vignei</i>	Euphorbiaceae					x	
203	<i>Guarea cedrata</i>	Meliaceae		x				
204	<i>Guarea thomsonii</i>	Meliaceae		x				
205	<i>Guibourtia ehie</i>	Fabaceae	LC	x	x		x	

## Annexes

206	<i>Gymnostemon zaizou</i>	Simaroubaceae	VU, GCW	x			
207	<i>Hannoa klaineana</i>	Simaroubaceae				x	
208	<i>Heliotropium indicum</i>	Heliotropiaceae			x	x	x
209	<i>Hexalobus</i> sp	Annonaceae		x			
210	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Malvaceae			x		
211	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Malvaceae	LC		x		
212	<i>Hillieria latifolia</i>	Petiveriaceae					x
213	<i>Hippocratea macrophyla</i>	Hippocrateaceae					x
214	<i>Hippocratea myriantha</i>	Hippocrateaceae					x
215	<i>Hippocratea vignei</i>	Hippocrateaceae	GCW	x			
216	<i>Hippocrateoideae</i> sp	Celastraceae		x			
217	<i>Holarrhena floribunda</i>	Apocynaceae	LC	x	x	x	x
218	<i>Holoptelea grandis</i>	Ulmaceae	LC	x			
219	<i>Homalium aubrevillei</i>	Flacourtiaceae	GCW	x			
220	<i>Homalium aylmeri</i>	Flacourtiaceae					x
221	<i>Hoslundia opposita</i>	Lamiaceae			x		
222	<i>Hugonia afzelii</i>	Linaceae		x			
223	<i>Hugonia planchonii</i>	Linaceae	LC	x			
224	<i>Hymenostegia afzelii</i>	Fabaceae					x
225	<i>Hypselodelphys</i> sp	Marantaceae		x			
226	<i>Hypselodelphys violacea</i>	Marantaceae		x	x	x	
227	<i>Ipomoea mauritiana</i>	Convolvulaceae		x			
228	<i>Irvingia gabonensis</i>	Irvingiaceae	LR	x	x	x	
229	<i>Irvingia grandifolia</i>	Simaroubaceae	LC	x			
230	<i>Isolona campaniculata</i>	Annonaceae	LC	x			
231	<i>Isolona dewevrei</i>	Annonaceae	LC	x			
232	<i>Keayodendron bridelioides</i>	Phyllanthaceae	GCW	x			
233	<i>Keetia hispida</i>	Rubiaceae		x			
234	<i>Keetia mannii</i>	Rubiaceae		x			
235	<i>Keetia venosa</i>	Rubiaceae	LC	x			



## Annexes

236	<i>Kigelia africana</i>	Bignoniaceae	LC	x		x		
237	<i>Kinghamia macrocephala</i>	Asteraceae		x				
238	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	Irvingiaceae	LC	x	x	x		x
239	<i>Landolphia micrantha</i>	Apocynaceae	GCW	x				x
240	<i>Landolphia owariensis</i>	Apocynaceae		x				
241	<i>Lankesteria elegans</i>	Acanthaceae		x				
242	<i>Lannea nigritana</i>	Anacardiaceae	LC	x		x		
243	<i>Lannea</i> sp	Anacardiaceae				x		
244	<i>Lannea welwitschii</i>	Anacardiaceae	LC	x		x		
245	<i>Lasiodiscus fasciculiflorus</i>	Rhamnaceae	LC	x				
246	<i>Lasiodiscus mannii</i>	Rhamnaceae		x				
247	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	Sapindaceae		x	x	x		
248	<i>Leontodon</i> sp	Asteraceae		x				
249	<i>Lepisanthes senegalensis</i>	Sapindaceae		x				
250	<i>Leptaspis zeylanica</i>	Poaceae		x				
251	<i>Leptoderris fasciculata</i>	Fabaceae		x				x
252	<i>Leptonychia pubescens</i>	Malvaceae	LC	x				x
253	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Fabaceae	LC	x				x
254	<i>Lychnodiscus reticulatus</i>	Sapindaceae		x				
255	<i>Macaranga barteri</i>	Euphorbiaceae	LC					x
256	<i>Maesobotrya micrantha</i>	Euphorbiaceae		x				
257	<i>Mallotus oppositifolius</i>	Euphorbiaceae	VU	x				
258	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae		x		x		x
259	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae		x	x	x		x
260	<i>Manniophyton fulvum</i>	Euphorbiaceae		x				
261	<i>Mansonia altissima</i>	Malvaceae	LC	x	x	x		x
262	<i>Marantochloa filipes</i>	Marantaceae		x				
263	<i>Marantochloa leucantha</i>	Marantaceae		x	x	x		x
264	<i>Marantochloa</i> sp	Marantaceae		x				
265	<i>Mareya micrantha</i>	Euphorbiaceae	LC	x				x

## Annexes

266	<i>Mariscus cylindristachyus</i>	Cyperaceae		x				
267	<i>Markhamia tomentosa</i>	Bignoniaceae		x				
268	<i>Mezoneuron benthamianum</i>	Fabaceae		x	x	x	x	x
269	<i>Microdesmis keayana</i>	Pandaceae		x				
270	<i>Mikania cordata</i>	Asteraceae				x	x	
271	<i>Mildbraedia paniculata</i>	Euphorbiaceae		x				
272	<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	LR	x		x	x	
273	<i>Milicia regia</i>	Moraceae	VU, GCW	x	x			
274	<i>Millettia chrysophylla</i>	Fabaceae	LC	x				
275	<i>Millettia hisurta</i>	Fabaceae	GCW	x				
276	<i>Millettia leonensis</i>	Fabaceae		x			x	
277	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae		x	x	x	x	
278	<i>Monodora crispata</i>	Annonaceae	LC	x	x		x	
279	<i>Monodora myristica</i>	Annonaceae	LC	x				
280	<i>Monodora tenuifolia</i>	Annonaceae	LC	x				
281	<i>Morelia senegalensis</i>	Rubiaceae						
282	<i>Morinda longiflora</i>	Rubiaceae		x				
283	<i>Morinda lucida</i>	Rubiaceae		x	x	x		
284	<i>Morinda morindoides</i>	Rubiaceae					x	
285	<i>Morus mesozygia</i>	Moraceae		x				
286	<i>Motandra guineensis</i>	Apocynaceae		x	x	x	x	x
287	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae			x	x	x	x
288	<i>Musa sapientum</i>	Musaceae					x	
289	<i>Musanga cecropioides</i>	Moraceae	LC	x		x		
290	<i>Myrianthus arboreus</i>	Urticaceae	LC	x	x	x		
291	<i>Napoleonaea leonensis</i>	Lecythidaceae			x			
292	<i>Napoleonaea vogelii</i>	Lecythidaceae	LC	x	x	x	x	
293	<i>Nauclea diderrichii</i>	Rubiaceae	VU	x				
294	<i>Nauclea latifolia</i>	Rubiaceae		x	x		x	
295	<i>Neosleotiopsis Kamerunensis</i>	Moraceae		x				

## Annexes

296	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Nephrolepidaceae				x	x	
297	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Malvaceae	VU	x	x	x	x	
298	<i>Neuropeltis acuminata</i>	Convolvulaceae		x		x		
299	<i>Neuropeltis prevosteoides</i>	Convolvulaceae	GCW	x				
300	<i>Newbouldia laevis</i>	Bignoniaceae		x	x	x	x	x
301	<i>Newtonia duparquetiana</i>	Fabaceae	LC	x			x	
302	<i>Ochthocosmus africanus</i>	Ixonanthaceae		x				
303	<i>Ocimum gratissimum</i>	Lamiaceae		x				
304	<i>Olax gambecola</i>	Olacaceae		x				
305	<i>Olyra latifolia</i>	Poaceae		x		x		
306	<i>Omphalocarpum pachysteloides</i>	Sapotaceae	LC					x
307	<i>Ongokea gore</i>	Olacaceae	LC	x				
308	<i>Oplismenus burmannii</i>	Poaceae		x				
309	<i>Orixa</i> sp	Rutaceae		x				
310	<i>Oryza sativa</i>	Poaceae						
311	<i>Ouratea schoenleiniana</i>	Ochnaceae		x				
312	<i>Oxyanthus formosus</i>	Rubiaceae		x				
313	<i>Oxyanthus racemosus</i>	Rubiaceae	LC	x				
314	<i>Oxyanthus speciosus</i>	Rubiaceae			x			
315	<i>Oxyanthus unilocularis</i>	Rubiaceae		x				
316	<i>Palisota hirsuta</i>	Commelinaceae		x				
317	<i>Panicum laxum</i>	Poaceae		x	x	x	x	x
318	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae		x	x	x	x	x
319	<i>Parkia bicolor</i>	Fabaceae	LC	x		x		
320	<i>Parkia biglobosa</i>	Fabaceae	LC		x			
321	<i>Parquetina nigrescens</i>	Apocynaceae		x	x	x	x	x
322	<i>Passiflora foetida</i>	Passifloraceae				x	x	
323	<i>Paullinia pinnata</i>	Sapindaceae		x		x		
324	<i>Pavetta corymbosa</i>	Rubiaceae	LC	x				

## Annexes

325	<i>Pentodon pentandrus</i>	Rubiaceae	LC				x	x	
326	<i>Persea americana</i>	Lauraceae		x	x		x	x	x
327	<i>Phaulopsis barteri</i>	Acanthaceae		x	x				
328	<i>Phaulopsis falcisepala</i>	Acanthaceae		x					
329	<i>Phyllanthus amarus</i>	Phyllanthaceae		x			x		
330	<i>Phyllanthus muellerianus</i>	Phyllanthaceae		x	x		x	x	
331	<i>Phyllocosmus africanus</i>	Ixonanthaceae	LC	x					
332	<i>Phyzedra eglandulosa</i>	Cucurbitaceae					x		
333	<i>Picralima nitida</i>	Apocynaceae							x
334	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Fabaceae	LC	x	x		x		
335	<i>Placodiscus attenuatus</i>	Sapindaceae	EN, GCW				x		
336	<i>Placodiscus boya</i>	Sapindaceae	VU, GCW	x				x	
337	<i>Polyaltia oliveri</i>	Annonaceae	LC	x				x	
338	<i>Porophyllum rudeale</i>	Asteraceae		x	x		x	x	x
339	<i>Pouteria alnifolia</i>	Sapotaceae	VU	x					
340	<i>Pouteria altissima</i>	Sapotaceae	LR	x	x		x	x	
341	<i>Pouteria pierrei</i>	Sapotaceae	LC	x					
342	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae		x					
343	<i>Pouzolzia guineensis</i>	Urticaceae					x	x	
344	<i>Pteridium aquilinum</i>	Dennstaedtiaceae					x	x	
345	<i>Pterocarpus santalinoides</i>	Fabaceae	LC	x	x		x		
346	<i>Pterocarpus</i> sp	Fabaceae		x					
347	<i>Pterygota macrocarpa</i>	Malvaceae	VU	x					
348	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae		x			x		
349	<i>Raphia hookeri</i>	Arecaceae	LC				x		
350	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Apocynaceae	LC	x	x		x	x	x
351	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	VU	x			x		
352	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae					x		
353	<i>Rinorea afzelii</i>	Violaceae		x					
354	<i>Rinorea dichroa</i>	Violaceae		x	x				

## Annexes

355	<i>Rinorea ilicifolia</i>	Violaceae		x	x	x		
356	<i>Rinorea kibbiensis</i>	Violaceae	GCW	x	x			x
357	<i>Rinorea preussii</i>	Violaceae		x				
358	<i>Rinorea subintegrifolia</i>	Violaceae	GCW	x				
359	<i>Rothmannia hispida</i>	Rubiaceae	LC	x				
360	<i>Rothmannia longiflora</i>	Rubiaceae		x				x
361	<i>Rourea coccinea</i>	Connaraceae		x				
362	<i>Salacia columna</i>	Celastraceae	GCi	x				
363	<i>Salacia cornifolia</i>	Celastraceae						
364	<i>Salacia debilis</i>	Celastraceae		x				
365	<i>Salacia erecta</i>	Celastraceae		x				
366	<i>Salacia leonensis</i>	Hippocrateaceae	GCW	x				x
367	<i>Salacia nitida</i>	Celastraceae	VU	x				
368	<i>Salacia owabiensis</i>	Celastraceae		x				
369	<i>Salacia</i> sp	Celastraceae		x				
370	<i>Salacia staudtiana</i>	Celastraceae		x				
371	<i>Salacia togoica</i>	Celastraceae		x				
372	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i>	Marantaceae			x			
373	<i>Scleria secans</i>	Cyperaceae		x				
374	<i>Scorzoneroides</i> sp	Asteraceae		x				
375	<i>Scottelia chevalieri</i>	Flacourtiaceae		x				
376	<i>Scottellia klaineana</i>	Achariaceae	LC	x				
377	<i>Scottellia</i> sp	Achariaceae		x				
378	<i>Secamone afzelii</i>	Apocynaceae		x				
379	<i>Securinega virosa</i>	Phyllanthaceae						
380	<i>Senegalia kamerunensis</i>	Fabaceae		x				
381	<i>Senegalia pentagona</i>	Fabaceae		x				
382	<i>Sida acuta</i>	Malvaceae		x	x	x	x	x
383	<i>Sida corymbosa</i>	Malvaceae						x

## Annexes

384	<i>Solanum anomalum</i>	Solanaceae		x	x	x	x	
385	<i>Solanum erianthum</i>	Solanaceae		x	x	x		
386	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae		x				x
387	<i>Solanum rugosum</i>	Solanaceae		x	x			
388	<i>Solanum torvum</i>	Solanaceae		x	x	x	x	x
389	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	LC	x				
390	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae		x				
391	<i>Sterculia africana</i>	Malvaceae	LC	x				
392	<i>Sterculia oblonga</i>	Malvaceae	VU	x				
393	<i>Sterculia rhinopetala</i>	Malvaceae	LC	x		x		
394	<i>Sterculia tragacantha</i>	Malvaceae	LC	x		x	x	
395	<i>Stereospermum acuminatissimum</i>	Bignoniaceae				x		
396	<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniaceae	LC			x		
397	<i>Streptogyna crinita</i>	Poaceae		x				
398	<i>Strombosia pustulata</i>	Olacaceae	LC	x				
399	<i>Strophanthus hispidus</i>	Apocynaceae	LC	x				
400	<i>Strophanthus sarmentosus</i>	Apocynaceae		x		x		
401	<i>Strychnos aculeata</i>	Loganiaceae		x				
402	<i>Strychnos afzelii</i>	Loganiaceae		x				
403	<i>Strychnos usambarensis</i>	Loganiaceae		x				
404	<i>Tapura fischeri</i>	Dichapetalaceae	LC			x		
405	<i>Tarenna bipindensis</i>	Rubiaceae		x				
406	<i>Tectona grandis</i>	Lamiaceae		x		x		
407	<i>Terminalia ivorensis</i>	Combretaceae	VU	x				
408	<i>Terminalia superba</i>	Combretaceae		x	x	x		
409	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Fabaceae	LC	x				
410	<i>Thaumatococcus daniellii</i>	Marantaceae		x	x	x	x	
411	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae		x	x	x	x	x

Annexes

412	<i>Tiliacora dinklagei</i>	Mennispermaceae	GCW	x		x		
413	<i>Trachypodium braunianum</i>	Marantaceae		x				
414	<i>Treculia africana</i>	Moraceae		x				
415	<i>Trema orientalis</i>	Cannabaceae	LC	x	x	x		x
416	<i>Tricalysia elliotii</i>	Rubiaceae		x				
417	<i>Tricalysia macrophylla</i>	Rubiaceae	LC	x				
418	<i>Trichilia martineaui</i>	Meliaceae		x				
419	<i>Trichilia monadelphica</i>	Meliaceae		x				
420	<i>Trichilia prieuriana</i>	Meliaceae	LC	x	x	x		x
421	<i>Trichilia</i> sp	Meliaceae		x				
422	<i>Trichilia tesmanii</i>	Meliaceae	LC	x				
423	<i>Tricosiela pseudodtipilud</i>	Menispermaceae		x				
424	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Malvaceae	LR	x	x	x		
425	<i>Turraea heterophylla</i>	Meliaceae		x		x		
426	<i>Uapaca togoensis</i>	Phyllanthaceae	LC	x				
427	<i>Uvaria anonoides</i>	Annonaceae				x		
428	<i>Uvaria</i> sp	Annonaceae		x				
429	<i>Uvariastrum pterreanum</i>	Annonaceae	LC					x
430	<i>Uvariastrum</i> sp	Annonaceae		x				
431	<i>Uvariadendron angustifolium</i>	Annonaceae		x				
432	<i>Vernonia amygdalina</i>	Asteraceae			x			
433	<i>Vitex grandifolia</i>	Lamiaceae	LC	x				
434	<i>Vitex rivularis</i>	Lamiaceae	LC	x		x		x
435	<i>Warneckea guineensis</i>	Melastomataceae		x				
436	<i>Xanthosoma mafaffa</i>	Araceae		x		x		x
437	<i>Xylia evansii</i>	Fabaceae	LC, GCW	x	x	x		x
438	<i>Xylopiella longipetala</i>	Annonaceae		x				
439	<i>Xylopiella quintasii</i>	Annonaceae	LC	x				x
440	<i>Xylopiella</i> sp	Annonaceae		x				
441	<i>Xylopiella staudtii</i>	Annonaceae	LC	x				

Annexes

442	<i>Xylopi</i>	Annonaceae	LC	x		x		
443	<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Rutaceae	LC	x	x	x		x
444	<i>Zanthoxylum lemairi</i>	Rutaceae		x				
445	<i>Zanthoxylum Zanthoxyloides</i>	Rutaceae		x		x		
446	<i>Zea mays</i>	Poaceae		x	x	x	x	x

x = Présence.



**Annexe 3** : Liste des essences exploitées dans la forêt classée du Haut-Sassandra en 2000 et 2019

N°	Nom scientifique	Nom commercial	Famille	Statut	Catégories	Année 2000	Année 2019
1	<i>Afzelia africana</i>	Lingue	Fabaceae	VU	P1	x	
2	<i>Albizia ferruginea</i>	latandza	Fabaceae	VU	P1	x	
3	<i>Antiaris toxicaria</i>	Akede	Moraceae	LC	P3	x	
4	<i>Bombax brevicuspe</i>	Kondroti	Malvaceae	VU	P1	x	
5	<i>Ceiba pentanclra</i>	Fromager	Malvaceae	LC	P1	x	
6	<i>Chrysophyllum africanum</i>	Akatio	Sapotaceae		P1	x	
7	<i>Copaifera salikounda</i>	Etimoé	Fabaceae	VU	P2	x	
8	<i>Daniellia thurifera</i>	Faro	Fabaceae	LC	P1	x	
9	<i>Entandrophragiua cylindricum</i>	Adoudikro	Meliaceae		P1	x	
10	<i>Entandrophragma angolense</i>	Tiania	Meliaceae	VU	P1	x	
11	<i>Entandrophragma candollei</i>	Kosipo	Meliaceae	VU	P1	x	
12	<i>Entandrophragma utile</i>	Sipo	Meliaceae	VU	P1	x	
13	<i>Eribroma oblongum</i>	Bi	Malvaceae	VU	P2	x	
14	<i>Ervthrophleum ivorense</i>	Tali	Fabaceae		P1	x	
15	<i>Gmelina arborea</i>	Gmelina	Lamiaceae		P2	x	
16	<i>Guihourtia ehie</i>	Amazakoué	Fabaceae	LC	P1	x	
17	<i>Khaya ivorensis</i>	Acajou	Meliaceae	VU	P1	x	
18	<i>Mansonia altissima</i>	Bété	Malvaceae	LC	P1	x	
19	<i>Milicia excelsa</i>	Iroko brun	Moraceae	LR	P1	x	
20	<i>Nauclea diderrichii</i>	Badi	Rubiaceae	VU	P1	x	
21	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Kotibé	Malvaceae	VU	P1	x	
22	<i>Piptadeniasirum africanum</i>	Dabema	Fabaceae	LC	P1	x	
23	<i>Pouteria altissima</i>	Aniegre blanc	Sapotaceae	LR	P1	x	
24	<i>Pterygota macrocarpa</i>	Koto	Malvaceae	VU	P1	x	
25	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Ilomba	Myristicaceae		P1	x	
26	<i>Sterculia rhinopetala</i>	Lotofa	Malvaceae	LC	P2	x	
27	<i>Terminalia superba</i>	Fraké	Combretaceae		P1	x	x
28	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Samba	Malvaceae	LR	P1	x	x

**Annexe 4** : Liste des espèces végétales de la forêt classée du Haut-Sassandra utilisées par les populations riveraines et leurs usages

N°	Espèces	Familles	Année 2000	Année 2019
1	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malvaceae	ali	Ali
2	<i>Acacia albida</i>	Fabaceae	art, chauff, méd, const	0
3	<i>Acacia pennata</i>	Fabaceae	méd	0
4	<i>Adansonia digitata</i>	Malvaceae	ali, méd	0
5	<i>Afframomum sceptrum</i>	Zingiberaceae	méd	0
6	<i>Afzelia africana</i>	Fabaceae	const, art, chauff	0
7	<i>Albizia adianthifolia</i>	Fabaceae	chauf	0
8	<i>Albizia ferruginea</i>	Fabaceae	chauf	0
9	<i>Albizia zygia</i>	Fabaceae	chauf, méd	0
10	<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	méd	0
11	<i>Alstonia boonei</i>	Apocynaceae	méd, art, chauff	méd
12	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	0	Ali
13	<i>Aningeria altissima</i>	Sapotaceae	ali, art, méd, const, chauff	0
14	<i>Anthocleista djalonensis</i>	Gentianaceae	méd	0
15	<i>Antiaris toxicaria</i>	Moraceae	art, const, chauff	méd
16	<i>Arachis hypogaea</i>	Fabaceae	0	Ali
17	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	méd	méd
18	<i>Bambusa vulgaris</i>	Poaceae	méd, const	0
19	<i>Baphia bancoensis</i>	Fabaceae	art	0
20	<i>Baphia nitida</i>	Fabaceae	art, const, chauff	0
21	<i>Boerhavia diffusa</i>	Nyctaginaceae	ali	0
22	<i>Bridelia ferruginea</i>	Phyllanthaceae	méd	0
23	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	ali	Ali
24	<i>Carapa procera</i>	Meliaceae	méd	0
25	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	ali, méd	0
26	<i>Cassia siamea</i>	Fabaceae	méd, art, const, chauff	0
27	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	ali, méd, art, const, chauff	méd
28	<i>Celtis zenkeri</i>	Ulmaceae	méd, art, const, chauff	0
29	<i>Cesalpinia bonduc</i>	Fabaceae	art	0
30	<i>Chrysophyllum africanum</i>	Sapotaceae	art, chauff	0
31	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	0	Ali
32	<i>Cnestis ferruginea</i>	Connaraceae	méd, chauff	0
33	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	const, chauff	0
34	<i>Coffea</i> sp	Rubiaceae	ali	Ali
35	<i>Cola acuminata</i>	Malvaceae	méd, art	Ali
36	<i>Colocasia esculenta</i>	Araceae	ali	Ali
37	<i>Cordia platythyrsa</i>	Cordiaceae	art, const, chauff	Ali
38	<i>Dioscorea</i> sp	Dioscoreaceae	ali	Ali

Annexes

39	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Ebenaceae	art	0
40	<i>Diospyros physocalycina</i>	Ebenaceae	méd, const	0
41	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	Fabaceae	méd, art, chauff	0
42	<i>Drypetes gilgiana</i>	Putranjivaceae	const	0
43	<i>Elaeis guineensis</i>	Arecaceae	ali, const, chauff	Ali
44	<i>Enantia polycarpa</i>	Annonaceae	méd	0
45	<i>Entandrophragma angolense</i>	Meliaceae	ali, méd, art, const, chauff	0
46	<i>Entandrophragma utile</i>	Meliaceae	art, ali, const, chauff	Const
47	<i>Erythrophleum ivorense</i>	Fabaceae	méd, art, const	0
48	<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae	méd, art, const, chauff	0
59	<i>Ficus mucoso</i>	Moraceae	chauf	0
50	<i>Ficus sp</i>	Moraceae	méd	0
51	<i>Garcinia afzelii</i>	Clusiaceae	méd, art, chauff	Méd
52	<i>Garcinia kola</i>	Clusiaceae	ali, méd	0
53	<i>Griffonia simplicifolia</i>	Fabaceae	méd	0
54	<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	art	0
55	<i>Holarrhena floribunda</i>	Apocynaceae	art, const, chauff	0
56	<i>Hoslundia opposita</i>	Lamiaceae	méd	0
57	<i>Hypselodelphys violacea</i>	Marantaceae	const	0
58	<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	ali	Ali
59	<i>Irvingia gabonensis</i>	Irvingiaceae	ali, méd, art	ali, méd
60	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	méd, art, chauff	0
61	<i>Khaya grandifoliola</i>	Meliaceae	art	0
62	<i>Khaya ivorensis</i>	Meliaceae	art, chauff	0
63	<i>Kigelia africana</i>	Bignoniaceae	méd	0
64	<i>Landolphia hirsuta</i>	Apocynaceae	ali	0
65	<i>Lannea acida</i>	Anacardiaceae	méd, art	0
65	<i>Laportea aestuans</i>	Urticaceae	ali	0
67	<i>Macaranga barteri</i>	Euphorbiaceae	méd	0
68	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	méd	Ali
65	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	ali, méd	Ali
70	<i>Mansonia altissima</i>	Malvaceae	ali, méd, art, const, chauff	0
71	<i>Marantochloa leucantha</i>	Marantaceae	chauf	0
72	<i>Margaritaria discoidea</i>	Phyllanthaceae	art, const, chauff	0
73	<i>Mikania cordata</i>	Asteraceae	méd	0
74	<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	méd, art, const, chauff	méd, art
75	<i>Milletia sp</i>	Moraceae	méd, art, const, chauff	0
76	<i>Monodora tenuifolia</i>	Annonaceae	ali, méd, art, const, chauff	0
77	<i>Morinda lucida</i>	Rubiaceae	méd, art, const	Méd
78	<i>Motandra guineensis</i>	Apocynaceae	const	0
79	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae	ali	Ali
80	<i>Musanga cecropioides</i>	Urticaceae	ali, chauff	0

Annexes

81	<i>Myrianthus arboreus</i>	Urticaceae	ali, méd, const	Ali
82	<i>Nauclea diderrichii</i>	Rubiaceae	méd, art, chauff	0
83	<i>Nauclea latifolia</i>	Rubiaceae	méd	0
84	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Malvaceae	ali, méd, art, const, chauff	méd, const
85	<i>Neuropeltis acuminata</i>	Convolvulaceae	const	0
86	<i>Newbouldia laevis</i>	Bignoniaceae	méd, art, const, chauff	0
87	<i>Olax subscorpioidea</i>	Olacaceae	méd	0
88	<i>Olyra latifolia</i>	Poaceae	méd	0
89	<i>Parquetina nigrescens</i>	Apocynaceae	méd	0
90	<i>Paullinia pinnata</i>	Sapindaceae	méd	0
91	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	méd	Ali
92	<i>Picralima nitida</i>	Apocynaceae	ali, art	0
93	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Fabaceae	méd, art, chauff	0
94	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	chauf	Ali
95	<i>Psydrax subcordata</i>	Rubiaceae	méd, constr	Const
96	<i>Pteleopsis hylodendron</i>	Combretaceae	méd	0
97	<i>Pterygota macrocarpa</i>	Malvaceae	ali, méd, art, const	0
98	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae	méd	0
99	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Apocynaceae	méd, chauff	0
100	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	ali, méd, art, const	Ali
101	<i>Scottellia klaineana</i>	Achariaceae	chauf, const	0
102	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanaceae	0	Ali
103	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	ali	0
104	<i>Solanum rugosum</i>	Solanaceae	art, méd, chauff	0
105	<i>Solanum sp</i>	Solanaceae	ali	Ali
106	<i>Solanum torvum</i>	Solanaceae	0	Ali
107	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	ali, méd, art, chauff	0
108	<i>Sterculia oblonga</i>	Malvaceae	art, const	0
109	<i>Sterculia rhinopetala</i>	Malvaceae	art, méd, const, chauff	0
110	<i>Sterculia tragacantha</i>	Malvaceae	ali, const, méd	0
111	<i>Struchium sparganophora</i>	Asteraceae	ali, méd	0
112	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	ali, const	0
113	<i>Tectona grandis</i>	Lamiaceae	méd, const	Méd
114	<i>Terminalia ivorensis</i>	Combretaceae	ali, méd, art, chauff	Méd
115	<i>Terminalia schimperiana</i>	Combretaceae	ali, art, méd, const, chauff	0
116	<i>Terminalia superba</i>	Combretaceae	méd, art, const, chauff	Méd
117	<i>Thaumatococcus daniellii</i>	Marantaceae	emb	Emb
118	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	ali	Ali
119	<i>Thonningia sanguinea</i>	Balanophoraceae	méd	0
120	<i>Trema orientalis</i>	Cannabaceae	méd, chauff	Méd
121	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Malvaceae	ali, méd, art, const, chauff	ali, méd
122	<i>Turraea heterophylla</i>	Meliaceae	ali, chauff, art	0

## Annexes

123	<i>Vernonia ambigua</i>	Asteraceae	0	Méd
124	<i>Vernonia arborea</i>	Asteraceae	méd, art, const, chauf	0
125	<i>Vernonia cinera</i>	Asteraceae	ali	0
126	<i>Vernonia</i> sp	Asteraceae	méd	0
127	<i>Xylopi aethiopica</i>	Annonaceae	ali, méd	Méd
128	<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	Rutaceae	ali	0
129	<i>Zea mays</i>	Poaceae	ali	Ali

Ali = Alimentaire ; Méd = Médicinal ; Art = Artisanal ; Cons = Construction ; Chau= Chauffage ; Emb = Emballage

# **PUBLICATION**

**Assalé A.A.Y.**, Barima Y.S.S., Sangne Y.C., Bleu D.K.C.R. & Kpangui K.B. (2020). Evaluation des services d’approvisionnement fournis par les espaces domaniaux anthropisés : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d’Ivoire). *Canadian Journal of Forest Research*, 50 : 1002–1011. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0443>

# Évaluation des services d'approvisionnement fournis par les espaces domaniaux anthropisés : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)

Adjo A.Y. Assalé, Yao S.S. Barima, Yao C. Sangne, Deffan K.C.R. Bleu et Kouassi B. Kpangui

**Résumé :** Les forêts protégées ivoiriennes fournissent des services écosystémiques aux gestionnaires ainsi qu'aux populations riveraines. Cependant, leur gestion connaît de nombreuses difficultés du fait de leur infiltration illégale pour l'agriculture. Ces différentes conversions des classes d'occupation du sol ont modifié les différents services d'approvisionnement des forêts domaniales en général et des forêts classées en particulier. Cette étude a pour objectif d'évaluer les services d'approvisionnement fournis par les plantes de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) dans le Centre-Ouest ivoirien, en comparant les bénéfices issus de la FCHS en 2019 à ceux tirés de cet espace en 2000. Les dynamiques spatiotemporelles des formations végétales ont été analysées et ont mis en exergue la progression des exploitations cacaoyères (951,51% de progression) au détriment des forêts (92,08 % de régression) entre 2000 et 2019. Les enquêtes socioéconomiques ont révélé que cette augmentation des surfaces cacaoyères a entraîné des pertes de 98,11, 93,18 et 78,67 % d'espèces respectivement utilisées pour l'artisanat, la construction et la pharmacopée traditionnelle et une augmentation des services d'alimentation liés aux espèces agricoles. Cependant, ces bénéfices ne profitent pas à l'ensemble des communautés présentes dans la zone d'étude.

**Mots-clés :** services écosystémiques, forêt classée, populations riveraines, pressions anthropiques.

**Abstract:** Côte d'Ivoire protected forests provide ecosystem services to managers and neighbouring communities. However, their management faces many difficulties because of illegal intrusion for agricultural purposes. These different conversions of land use classes have modified state forest supply services globally and particularly those of classified forests. This study assesses supply services provided by the vegetation of the classified forest of High-Sassandra ("FCHS") in the Center-West region of the Ivory Coast by comparing benefits from FCHS in 2019 to those in 2000. Space-time dynamics of plant formations were analysed and results highlighted the expansion of cocoa plantations (increasing 951.51%) to the detriment of forests (decreasing 92.08%) between 2000 and 2019. Socioeconomic surveys revealed that the increase in cocoa plantations resulted in losses of 98.11%, 93.18%, and 78.67% of species used for crafts, building, and pharmacopoeia, respectively, on the one hand and a gain in food production services related to agricultural species on the other hand. However, not all the communities in the study area are taking advantage of these benefits. [Traduit par la Rédaction]

**Key words:** ecosystem services, classified forest, neighbouring populations, anthropogenic pressures.

## Introduction

Les écosystèmes subissent des changements du fait des activités anthropiques conduisant à une modification des services qu'ils fournissent. En effet, au cours des 50 dernières années, les êtres humains ont généré des modifications au niveau des écosystèmes de manière plus rapide et plus extensive que sur aucune autre période comparable de l'histoire de l'humanité (MEA 2005). Ainsi, environ 60 % des services écosystémiques (approvisionnement en eau douce, purification de l'air et de l'eau, régulation du climat aux échelles régionales et locales, etc.) sont en cours de dégradation ou d'utilisation irrationnelle. Toutefois, ces résultats généraux ne permettent pas de percevoir les disparités des services écosystémiques dans certains écosystèmes caractérisés par des types de pression spécifique. En effet, Bielsa et al. (2009) ont montré qu'à chaque type d'écosystème correspondent des fonctions et services différents, dépendant des pressions qui s'y exercent, mais également de l'usage qu'en font les sociétés dans un contexte biogéographique et géoéconomique donné.

En Côte d'Ivoire, 231 espaces répartis sur l'ensemble du territoire ont été érigés en forêts classées. Ces espaces fournissent des services d'approvisionnement tels que le bois d'œuvre aux gestionnaires ainsi que des produits forestiers non ligneux autorisés et (ou) réglementés au profit des populations riveraines (SODEFOR 1994). La gestion de ces forêts classées connaît de nombreuses difficultés du fait de leur infiltration illégale par des populations pour y développer des activités agricoles entraînant ainsi une perte importante de la biodiversité locale (N'Da et al. 2008). Ces différentes conversions des classes d'occupation du sol (ou des terres) ont modifié les différents services écosystémiques des forêts domaniales en général et des forêts classées en particulier.

L'hypothèse qui sous-tend cette étude stipule que l'anthropisation des espaces domaniaux a entraîné une modification des services d'approvisionnement rendant le bilan des pertes plus élevé que celui des gains en termes de catégorie. Pour analyser ces changements, nous prendrons l'exemple de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire.

Reçu le 17 décembre 2019. Accepté le 25 février 2020.

A.A.Y. Assalé, Y.S.S. Barima, Y.C. Sangne, D.K.C.R. Bleu et K.B. Kpangui. Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.

**Auteur correspondant :** Adjo A.Y. Assalé (courriel : [yvettassale@gmail.com](mailto:yvettassale@gmail.com)).

Les droits d'auteur demeurent la propriété des auteurs ou de leur établissement. Il est possible d'obtenir (gratuitement dans la plupart des cas) l'autorisation de réutiliser du contenu en passant par [RightsLink](#).



Cette forêt est le reflet de plusieurs forêts classées de Côte d'Ivoire. En effet, jusqu'en 2002, la FCHS était l'une des mieux préservées de Côte d'Ivoire (Oszwald 2005) et fournissait plusieurs services d'approvisionnement aux populations locales. Au sortir d'une série de crises politiques, militaires et sociales, la FCHS a perdu plus de 70 % de sa couverture végétale entre 1997 et 2015 (Barima et al. 2016) et environ 50 % de sa flore entre 1998 et 2016 (Kouakou et al. 2018). La présente étude se propose d'évaluer les services d'approvisionnement fournis par le peuplement ligneux de cet espace domaniaux aux populations riveraines à deux périodes correspondant à deux états de la FCHS. Le premier état concerne l'état relativement bien conservé (2000) et le second, l'état actuel (2019). Spécifiquement, il s'agira (i) d'analyser les dynamiques spatiotemporelles des classes d'occupation du sol de la FCHS de 2000 à 2019, (ii) d'identifier les services d'approvisionnement fournis par les espèces végétales de la FCHS en 2000 et en 2019 et (iii) de déterminer la relation entre le profil socioculturel des enquêtés et les services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019.

## Méthodologie

### Zone d'étude

La FCHS est située entre les latitudes 6° 50' et 7° 24' nord et les longitudes 6° 51' et 7° 5' ouest, dans la région du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Ces limites conventionnelles ont été définies le 23 novembre 1974 et couvrent une superficie de 102 400 ha (SODEFOR 1994). La végétation de la FCHS est de type forêt dense semi-décidue à *Celtis* spp. et *Triplochiton scleroxylon* du secteur mésophile au sein du domaine guinéen (Guillaumet et Adjanohoun 1971). La partie nord de la FCHS est une zone de transition entre la forêt dense humide semi-décidue à *Celtis* spp. et la forêt dense humide semi-décidue à *Aubrevillea kerstingii* et *Khaya grandifolia* (Kouamé 1998). Précisons que toute la bordure ouest de la FCHS est bordée par le fleuveassandra et que seul un village (Gbeulibly) est enclavé dans cette partie. La lisière de la forêt a été reboisée par une espèce exotique *Tectona grandis*, il y a une vingtaine d'années par la Société de développement des forêts (SODEFOR). Ainsi, jusqu'en 2002, la FCHS était relativement bien conservée (Koua et al. 2017). Les travaux de Sangne et al. (2015) ont montré que depuis 2002, la dynamique de l'occupation du sol de la FCHS est caractérisée par une disparition quasi totale des surfaces de forêts denses humides au profit des surfaces de mosaïques jachères et cultures. La population riveraine de la FCHS est composée de plusieurs groupes ethniques autochtones, allochtones et allogènes (Kouakou 2014). Cette population s'adonne à l'agriculture de subsistance ainsi qu'à la culture de cacaoyer (*Theobroma cacao*) et de caféier (*Coffea* sp.).

### Détermination des dynamiques spatiotemporelles des classes d'occupation du sol de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) de 2000 à 2019

Pour la détermination des dynamiques de l'occupation du sol de la FCHS, nous avons adopté une approche cartographique à partir de l'imagerie satellitaire. Deux images multispectrales du satellite Landsat avec une résolution spatiale de 30 m ont été utilisées dont la première date du 28 décembre 2000 et est issue du capteur « Thematic Mapper » TM et la seconde du 20 juin 2019 provenant du capteur « Operational Land Imager-Thermal Infrared Sensor » (OLI-TIRS). Ces images ont été téléchargées sur le portail Earth explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Le traitement des images a été fait sous les logiciels ENVI 4.7 et QGIS 2.14.3.

Les images satellitaires acquises se présentaient sous la forme d'une grande scène dans laquelle est contenue la zone d'étude. L'extraction de cette zone a été réalisée sous le logiciel ENVI 4.7.

Elle a consisté d'un fichier vecteur, pour extraire de la scène entière, la zone d'étude. Après cette étape, nous avons procédé à la composition colorée de nos images. Sur la base de la composition colorée de l'image de 2019, 100 points (zone d'entraînement) ont été sélectionnés présentant diverses teintes et leurs coordonnées géographiques notées. Des missions de terrain ont été effectuées afin de déterminer les classes correspondant aux 100 zones repérées sur la composition colorée. La moitié de ces zones a servi à réaliser la classification supervisée de l'image de 2019 à partir de l'algorithme du maximum de vraisemblance qui, selon Auda et al. (2002), est le plus adapté à la cartographie de la végétation. Les 50 autres points ont été utilisés pour la validation de la classification.

Les classes retenues pour cette étude sont les classes « forêt », « sol nu-habitation » et « culture-jachère ». La classe « forêt » correspond aux poches de forêt relativement bien conservées et la classe « sol nu-habitation » correspond aux zones dénudées ainsi qu'aux habitations. La classe « culture-jachère » représente les cultures de rente et vivrières présentes dans la FCHS ainsi qu'aux zones abandonnées après des activités agricoles de types et d'âges variables.

La qualité de la classification obtenue a été évaluée à l'aide des paramètres calculés à partir de la matrice de confusion soit la précision globale et le coefficient de Kappa (Abdel-Kawy et al. 2011). L'image de 2019 a, par la suite, servi à classifier l'image de 2000. Après validation de la classification, les résultats ont été exportés dans QGIS Desktop 2.14.3 pour l'élaboration des cartes.

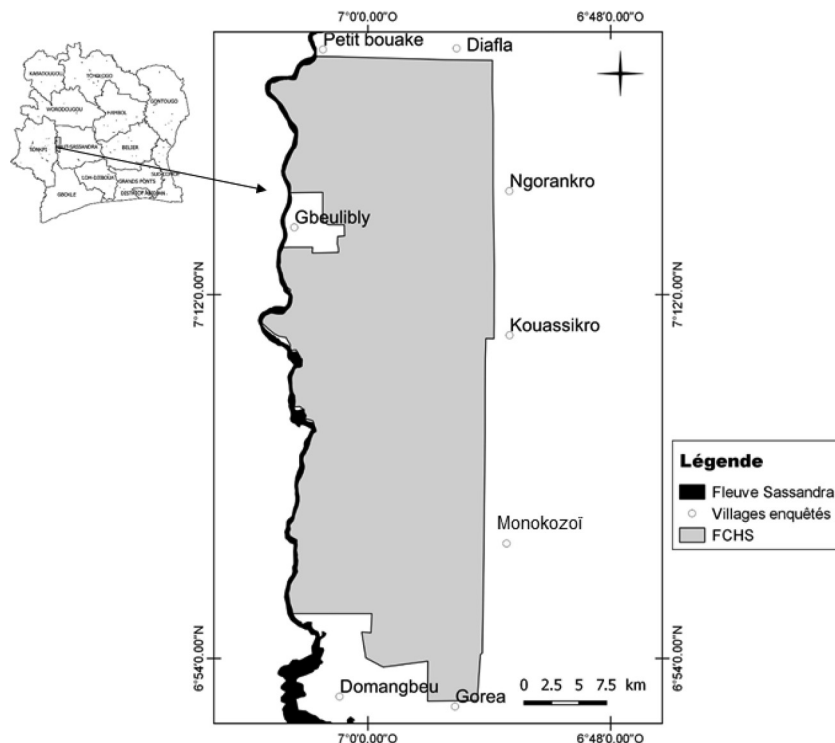
Une matrice de transition a été créée à la suite de la classification, pour évaluer les taux de transfert entre classes au cours de chaque intervalle de temps étudié. Elle a été réalisée dans cette étude sur les périodes correspondant à l'état conservé de la FCHS (2000) et son état actuel (2019), afin de comprendre l'évolution de la composition des paysages entre ces périodes. La dynamique spatiotemporelle de la FCHS entre 2000 et 2019 a été matérialisée par une carte de changement entre les deux périodes (fig. 4). Trois classes ont été retenues, à savoir, les stabilités des classes (classes qui n'ont pas changé d'état pendant la période d'étude) ainsi que les dynamiques importantes représentées par des superficies représentant au moins 0,1 % du paysage.

### Détermination des services d'approvisionnement fournis par le peuplement ligneux de la FCHS

L'évaluation des services d'approvisionnement fournis par les plantes issues de la FCHS a reposé sur des enquêtes socioéconomiques et ethnobotaniques de type semi-directif qui se sont déroulées de façon discontinue de juillet à décembre 2019. Cette méthode a permis d'accéder aux populations riveraines de la forêt, susceptibles de fournir des informations sur les services d'approvisionnement de la forêt (Dieng et al. 2016). Les enquêtes se sont déroulées dans une zone d'influence de la FCHS qui s'étend sur une largeur de 5 km autour de ladite forêt. Ainsi, huit villages et campements riverains de la FCHS dont deux localités au nord (Petit Bouaké et Diafla), deux au sud (V12 et Goréa), trois à l'est (Kouassikro, N'Gorankro et Monokozoi) et une à l'ouest (Gbeulibly) ont été enquêtés (fig. 1).<sup>1</sup> Le choix de ces localités est basé sur le groupe sociolinguistique dominant dans la zone pour une bonne triangulation des services de la forêt. Ainsi, trois des localités choisies sont dominées par les autochtones (Monokozoi, Gbeulibly et V12), trois par les populations allochtones (Kouassikro, N'Gorankro et Petit Bouaké) et deux par les populations allogènes (Diafla et Goréa). La méthode d'échantillonnage empirique ou non probabiliste a été utilisée de sorte à interroger le maximum d'individus de la population cible. Cette méthode a consisté à interroger de façon aléatoire mais raisonnée différentes personnes. De façon pratique, en absence de données démographiques, on a procédé au comptage de ménages de chaque village et (ou) campement visité

<sup>1</sup>Des données supplémentaires sont disponibles avec l'article sur le site Web de la revue au <http://nrcresearchpress.com/doi/suppl/10.1139/cjfr-2019-0443>.

Fig. 1. Localisation des sites enquêtés. La carte a été élaborée par les auteurs et ne nécessite aucun droit d'auteur pour publication.



avant les enquêtes. Après ce comptage, la constitution de l'échantillon s'est faite par quota avec un taux de sondage minimum de 10 % appliqué au nombre de ménages dans chaque village ou campement investigué. Au total, 278 personnes riveraines de ladite forêt ont été interviewées. Les autochtones représentant 44 % sont les communautés dont les ancêtres sont originaires de la zone périphérique de la FCHS (Gnamboua, Niédéboua et Gouro). Les personnes allochtones quant à elles sont des habitants qui viennent d'une région autre que celle de la FCHS mais originaire de la Côte d'Ivoire (Baoulé, Lobi, Malinké, etc). Ces populations constituent 37 % des enquêtés. Enfin, les personnes allogènes sont des communautés étrangères à la zone périphérique de la FCHS et au pays, provenant essentiellement du Burkina Faso. Ils représentent 19 % de la population enquêtée.

Le questionnaire administré était composé de questions semi-ouvertes relatives à l'identification des enquêtés (origine de l'enquêté) et les différents domaines d'utilisation des espèces floristiques tirées de la FCHS en 2000 et 2019.

Les données collectées pendant les enquêtes ont ensuite fait l'objet d'un dépouillement sur le logiciel Sphinx plus<sup>2</sup> qui a permis de générer directement les résultats en fonction des variables de saisie en utilisant les techniques d'analyse uni-variée ou bi-variée. Ce sont les espèces floristiques qui sont recueillies auprès des populations riveraines suivie est celle de Cronquist (1988), utilisée par plusieurs botanistes dont Aké-Assi (2001) et les noms des espèces suivent Lebrun et Stork (1991-1997;). Les noms des espèces ont été complétées (famille biologique, type morphologique) grâce à des documents de référence telle que la flore d'Aké Assi (2002).

La richesse spécifique (ou le nombre de taxons utilisé par les populations, sans juger de leur fréquence, ni de leur abondance, ni même de la taille et de la productivité des espèces) a été déterminé. Elle a permis de faire une étude comparative des espèces utilisées par les populations en 2000 et 2019.

Les préférences des espèces floristiques ont été définies à partir de la fréquence de citations ou d'indications des réponses obtenues auprès des populations locales. La fréquence de citation d'une

espèce (Fe) est le rapport de la somme des citations de cette espèce (ne) et du nombre total d'enquêtés (Ne), exprimé en pourcentage.

$$(1) \quad Fe = \frac{ne}{Ne} \times 100$$

Les intérêts socioéconomiques de chaque espèce ligneuse (alimentation, pharmacopée traditionnelle, emballage, construction, artisanat, chauffage) ont permis de connaître les services d'approvisionnement fournis par les espèces végétales de la FCHS. La fréquence d'indication d'un service d'approvisionnement (F) est exprimée en pourcentage (%) et est estimée par la formule suivante :

$$(2) \quad F = \frac{Ni}{Ne} \times 100$$

avec Ni la somme des citations d'un type de service d'approvisionnement.

Afin d'apprécier la fréquence des pertes et gains (F') opérés au niveau des espèces utilisées pour chaque service d'approvisionnement, la formule suivante a été appliquée :

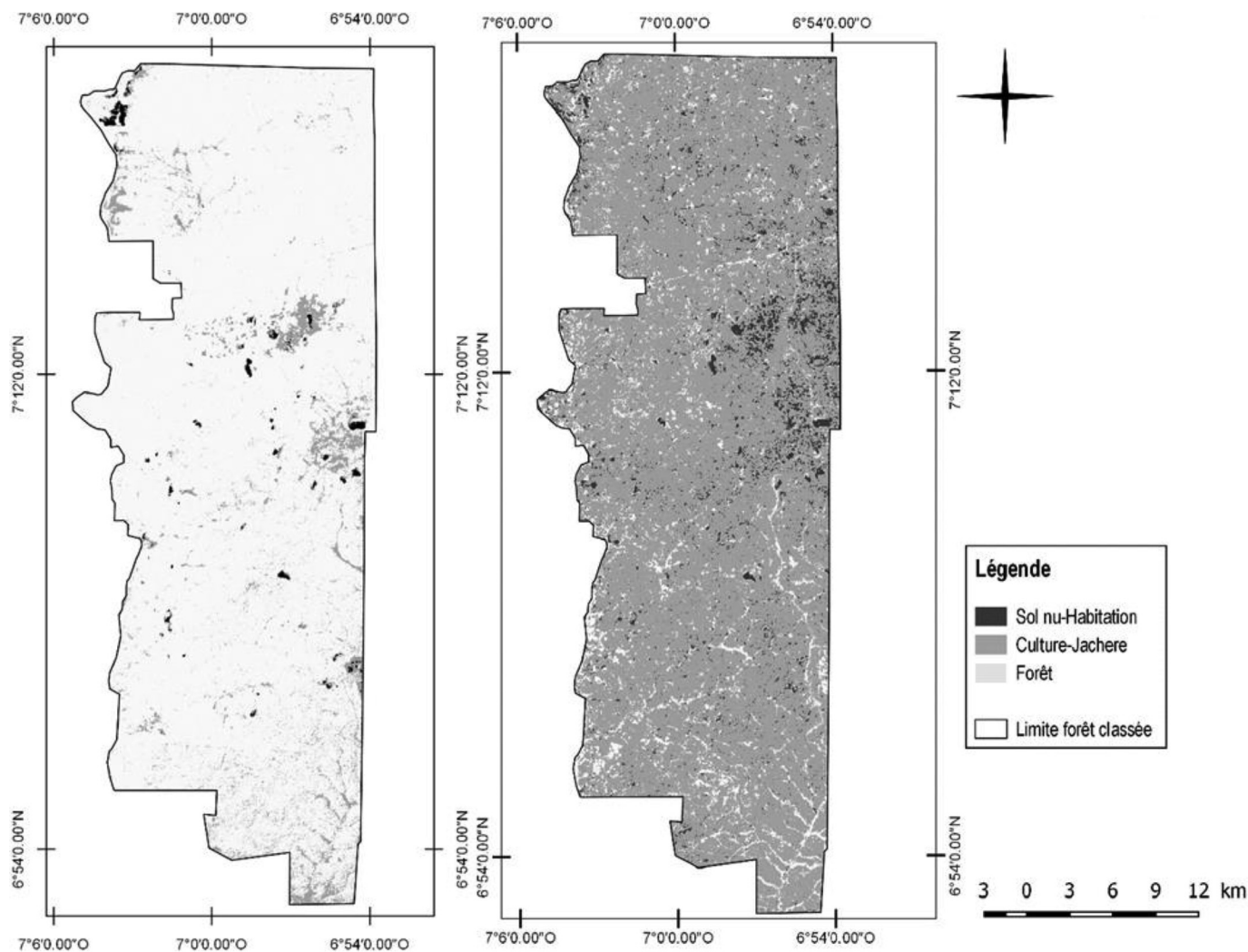
$$(3) \quad F' = \frac{n2 - n1}{n1} \times 100$$

avec n1 la richesse totale en 2000 et n2 la richesse totale en 2019.

#### Détermination des relations entre le profil socioculturel des enquêtés et les services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019

L'analyse des correspondances multiples (ACM) a pour objectif la description des liaisons entre  $p$  ( $p > 2$ ) variables qualitatives, simultanément observées sur  $n$  individus. Elle est adaptée à l'exploitation de données d'enquêtes socioéconomiques où elle permet de mettre en correspondance plusieurs ensembles de

**Fig. 2.** Cartes d'occupation du sol de 2000 et 2019 de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS). Les images satellites utilisées pour l'élaboration des cartes ont été fournies gratuitement par l'United States Geological Survey (USGS). Le traitement des images a été effectué sur le logiciel Envi 4.7 et après validation, les résultats ont été exportés dans QGIS Desktop 2.14.3 pour l'élaboration des cartes. Les cartes ont été élaborées par les auteurs et ne nécessitent aucun droit d'auteur pour publication.



questions. L'ACM qui est une extension de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) est préconisée pour des tableaux où les lignes représentent des individus (observations) et les colonnes, des modalités de variables nominales (réponses à des questions). Dans cette étude, l'ACM a permis de déterminer les relations entre le profil socioculturel des enquêtés et les services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019. Elle a été réalisée grâce au logiciel R-3.2.0.

## Résultats

### Dynamique de l'occupation du sol de la FCHS en 2000 et 2019

Les traitements des images satellitaires ont permis d'identifier trois types d'occupation du sol dans la FCHS aussi bien en 2000 qu'en 2019 qui sont : « forêt », « culture-jachère » et « sol nu-habitation » (fig. 2). Ces traitements ont été réalisés avec une précision globale de 97,89 % et un Kappa égal à 0,95 pour l'image de 2000 ainsi qu'une précision globale de 98,46 % et un Kappa égal à 0,96 pour l'image de 2019 (tableau 1). Ces indices d'évaluation révèlent que les classes définies lors des classifications supervisées sont majoritairement bien discriminées. Cependant, il existe de légères confusions entre les différentes classes. En 2000, les confusions s'observent au niveau de la classe forêt qui a été confon-

due à la classe culture-jachère. Le pourcentage de la classe forêt bien rangée est de 97,02 % et celui de la classe culture-jachère confondue à la classe forêt est égale à 2,98 %. Pour l'image de 2019, la confusion a été observée au niveau des classes culture-jachère et forêt. En effet, 98,05 % de la classe culture-jachère a été bien rangée tandis que, respectivement, 1,22 et 0,73 % de cette classe a été confondue aux classes forêt et sol nu-habitation. Pour ce qui est de la classe forêt, 99,32 % a été bien rangée et 0,68 % confondue à la classe culture-jachère.

En 2000, la classe « forêt » constituait la matrice dominante du paysage dans la FCHS avec une proportion de 91 %. Les classes anthropiques occupaient de faibles proportions du paysage avec 8 % pour la classe « culture-jachère » et 1 % pour la classe « sol nu-habitation » (fig. 3). En 2019, la classe « culture-jachère » constitue la matrice dominante du paysage dans la FCHS (fig. 3). Elle occupe une proportion de 85 % et est suivie de la classe « sol nu-habitation » avec une proportion de 8 % du paysage. La classe « forêt » occupe désormais 7 % du paysage (fig. 3). Ainsi, de 2000 à 2019, l'on note une augmentation importante des classes anthropiques et une baisse pour la classe forestière dans la FCHS.

La matrice de changement indique une conversion de la classe culture-jachère vers les classes sol nu-habitation (19,39 %) et forêt



**Tableau 1.** Matrices de confusion (%) évaluant la précision de la classification supervisée des images Landsat de 2000 et 2019 dans la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS).

	Culture-jachère	Forêt	Sol nu-habitation
<b>2000</b>			
Culture-jachère	100	2,98	0
Forêt	0	97,02	0
Sol nu-habitation	0	0	100
Précision globale : 97,89			
Coefficient de Kappa : 0,95			
<b>2019</b>			
Culture-jachère	98,05	0,68	0
Forêt	1,22	99,32	0
Sol nu-habitation	0,73	0	100
Précision globale : 98,45			
Coefficient de Kappa : 0,96			

(10,38 %) (tableau 2). 86,76 % de la superficie de la classe forêt ont été converties en culture-jachère et 6,25 % en sol nu-habitation (tableau 2 et fig. 5 et 6). Quant à la classe sol nu-habitation, 16,32 % de sa surface en 2000 ont été converties en culture-jachère et 2,39 % en forêt (tableau 2 et fig. 4 et 5). En outre, de manière générale, la FCHS a été marquée de 2000 à 2019 par une augmentation des superficies des classes culture-jachère et sol nu-habitation ainsi qu'une régression de la classe forêt (tableau 2 et fig. 4 et 5). Le taux de régression de la classe forêt est de 92,08 % tandis que les taux d'évolution des classes cultures-jachère et sol nu-habitation sont, respectivement, de 951,51 et 1387,65 %.

### Cortège d'espèces floristiques utilisé par les populations riveraines

#### Richesse floristique

Les populations riveraines de la FCHS ont énuméré 128 espèces appartenant à 122 genres et 48 familles botaniques qui leur fournissaient des services d'approvisionnement aussi bien en 2000 qu'en 2019. Les familles les mieux représentées sont les Sterculiaceae (neuf espèces), les Euphorbiaceae et Moraceae (huit espèces chacune), les Caesalpiniaceae et Meliaceae (sept espèces chacune). L'étude a révélé qu'au début des années 2000, 123 espèces d'origine végétale réparties entre 48 familles et 104 genres étaient utilisées par les populations riveraines de la FCHS. Les familles les plus représentées étaient les Sterculiaceae, Euphorbiaceae et Moraceae avec un taux de 7 % chacune, les Caesalpiniaceae et Meliaceae avec 6 % chacune. En 2019, ce sont 43 espèces réparties entre 40 genres et 28 familles qui étaient utilisées par les populations riveraines de la FCHS (tableau 3). Les familles les plus représentées parmi les espèces utilisées en 2019 étaient les Solanaceae et Sterculiaceae (quatre espèces chacune) suivies des Moraceae et Rubiaceae (trois espèces chacune).

#### Espèces les plus citées

Les cinq espèces les plus utilisées au début des années 2000 étaient des espèces forestières telles que *Nesogordonia papaverifera* utilisée par 50 % des enquêtés, *Riciodendron heudelotii* (38,13 %), *Irvingia gabonensis* (32,73 %), *T. scleroxylon* (31,29 %) et *Mansonia altissima* (29,86 %). En 2019, ces espèces forestières ont de très faibles fréquences de citation et celles qui sont désormais le plus utilisées sont des espèces cultivées telles que *Musa paradisiaca* (80,22 %), *Colocasia esculenta* (44,96 %), *T. cacao* (31,65 %), *Manihot esculenta* (26,98 %), *Dioscorea* sp. (25,90 %). Ces principales espèces cultivées avaient quant à elles de très faibles fréquences d'utilisation en 2000 (tableau 4).

### Typologie des services d'approvisionnement fournis par les espèces végétales

De façon générale, six types de services d'approvisionnement à base de plantes ont été identifiés par les populations enquêtées en 2000 et en 2019 (fig. 6).

En 2000, les ressources forestières de la FCHS fournissaient six types de services d'approvisionnement qui sont par ordre décroissant de citation, l'artisanat (31,34 %), l'alimentation (21,01 %), la médecine traditionnelle (18,62 %), le chauffage (14,48 %), la construction (14,20 %) et l'emballage (0,35 %). En 2019 les populations peuvent toujours bénéficier des six services écosystémiques d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 mais les proportions ont varié. Le service le plus important est l'alimentation avec 92,53 % de citation. Bien que présents, les autres services sont utilisés plus faiblement qu'en 2000. Ainsi, le chauffage, la pharmacopée traditionnelle et la construction sont utilisés, respectivement, par 3,32, 3,63 et 0,31 % des ménages enquêtés. Quant à l'artisanat et les emballages, ils sont cités par 0,1 % des ménages enquêtés.

### Cortège d'espèces végétales utilisées par les populations pour chaque type de service

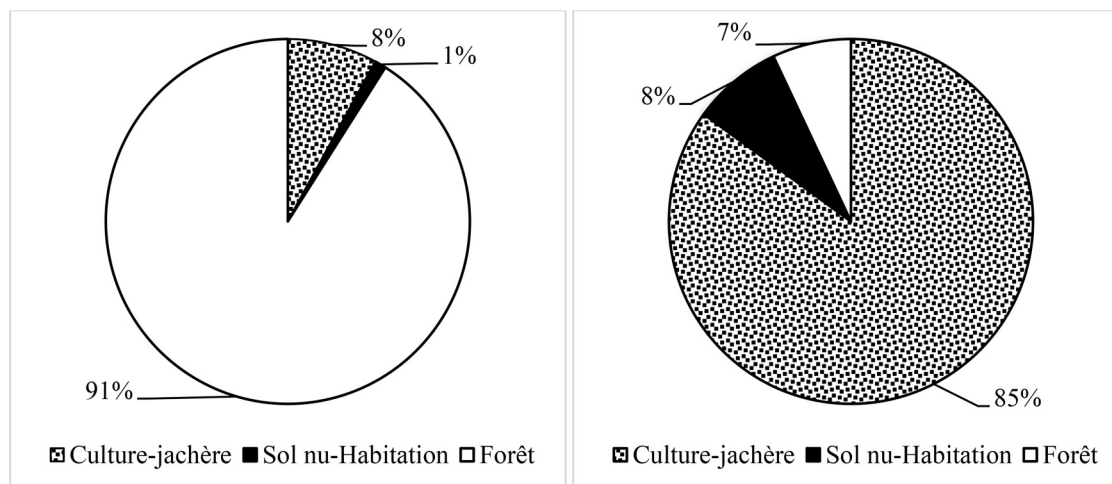
Au total, 53 espèces réparties entre 48 genres et 30 familles sont utilisées par les populations riveraines dans l'alimentation (tableau supplémentaire S1). Parmi ces espèces, 43 étaient utilisées au début des années 2000. Les espèces les plus sollicitées sont des espèces forestières telles que *R. heudelotii* (22 %), *I. gabonensis* (22 %), *Ceiba pentandra* (11 %), *T. scleroxylon* (11 %). En 2019, plus que 26 espèces sont utilisées par les populations rurales pour l'alimentation. Celles qui ont les plus grandes fréquences de citation sont des espèces agricoles cultivées telles que *M. paradisiaca* (80,22 %), *C. esculenta* (44,96 %), *T. cacao* (31,65 %), *M. esculenta* (26,98 %) et *Dioscorea* sp. (25,90 %) (fig. 7).

En ce qui concerne l'usage médicinal, 75 espèces végétales réparties entre 67 genres et 35 familles sont utilisées par les populations riveraines (tableau supplémentaire S1). Les 75 espèces étaient utilisées par les populations riveraines en 2000. Les espèces les plus utilisées pour la pharmacopée en 2000 étaient *R. heudelotii* (8,22 %), *Alstonia boonei* (6,12 %), *Morinda lucida* (4,40 %), *Milicia excelsa* (5,04 %) et *Terminalia superba* (3,60 %). En 2019, les populations ont déclaré n'utiliser désormais que 16 espèces végétales parmi les 75 espèces antérieurement utilisées en 2000. Les espèces qui sont les plus utilisées sont *T. scleroxylon* (1,80 %), *M. excelsa* (1,44 %), *Terminalia superba* (1,44 %), *Nesogordonia papaverifera* (1,08 %) et *T. grandis* (1,08 %) (fig. 7).

Pour l'artisanat, 53 espèces réparties entre 47 genres et 23 familles étaient couramment utilisées en 2000 (tableau supplémentaire S1) parmi lesquelles les plus sollicitées étaient *N. papaverifera* (34,89 %), *M. altissima* (11,87 %), *M. excelsa* (11,87 %), *Holarrhena floribunda* (9,35 %) *T. superba* (8,27 %) et *T. scleroxylon* (7,91 %). En 2019, seule l'espèce *M. excelsa* (0,35 %) est encore utilisée par les populations riveraines (fig. 7).

On estime à 44 le nombre d'espèces utilisées par les populations riveraines de la FCHS pour la construction (tableau supplémentaire S1). Ces 44 espèces étaient utilisées en 2000. Mais, en 2019, seules trois de ces espèces sont utilisées pour la construction. Les espèces les plus utilisées en 2000 sont *M. altissima* (12,95 %), *N. papaverifera* (7,19 %), *T. superba* (5,40 %) et *Motandra guineensis* (4,32 %). En 2019, deux nouvelles espèces (*Psydrax subcordata* (0,72 %) et *Entandrophragma utile* (0,36 %)) sont maintenant utilisées dans la construction en plus de *N. papaverifera* (0,36 %). Les populations riveraines utilisaient le tronc de ces espèces pour la construction de cases et d'appâtâmes aussi bien en 2000 qu'en 2019 (fig. 7).

Les espèces utilisées au début des années 2000 comme bois de chauffe étaient au nombre de 50 réparties entre 44 genres et 25 familles (tableau supplémentaire S1). Les espèces les plus utilisées comme bois de chauffe étaient *Celtis zenkeri* (14,75 %), *Milletia*

**Fig. 3.** Proportions des classes d'occupation du sol de la FCHS en 2000 (à gauche) et 2019 (à droite).**Tableau 2.** Matrice de changement (%) des classes d'occupation du sol de la FCHS et taux d'évolution des superficies de 2000 et 2019.

	Forêt	Culture-jachère	Sol nu-habitation
Forêt	6,99	10,38	2,39
Culture-jachère	86,76	70,24	16,32
Sol nu-habitation	6,25	19,39	81,29

sp. (10,79 %), *Acacia albida* (5,40 %), *N. papaverifera* (4,32 %) et *T. scleroxylon* (4,32 %) (fig. 7).

Une seule espèce était utilisée aussi bien au début des années 2000 qu'en 2019 pour l'emballage (tableau supplémentaire S1). Il s'agit de *Thaumatococcus daniellii* (Marantaceae). Cependant, son usage a baissé dans le temps passant de 1,80 % en 2000 à 0,36 % en 2019 (fig. 7).

### Bilan des pertes et gains d'espèces utilisées pour chaque type de service d'approvisionnement

La figure 8 fait état du bilan des pertes et gains d'espèces utilisées par les populations riveraines pour l'ensemble des services d'approvisionnement. Ainsi, 36 des espèces utilisées en 2019 faisaient partie du cortège floristique de 2000, soit une stabilité de 29 % des espèces utilisées en 2000. On note que 86 des espèces utilisées par les populations riveraines de la FCHS en 2000 sont signalées comme ayant disparu en 2019, soit une perte d'environ 70 % des espèces. Cependant, sept espèces alimentaires cultivées en 2019 ne faisaient pas partie du cortège d'espèces utilisées en 2000. Il s'agit de *Anacardium occidentale*, *Arachis hypogaea*, *Citrus limon*, *Coffea* sp., *Solanum lycopersicum*, *Solanum torvum* et *Vernonia amygdalina*. L'on enregistre ainsi un gain de 1 % d'espèces.

Dans le détail, l'on note une perte de 98,11 et 93,18 % des espèces utilisées par les populations en 2000, respectivement, pour l'artisanat et la pharmacopée traditionnelle. Pour la construction et l'alimentation, ce sont, respectivement, des pertes de 78,67 et 62,79 % des espèces utilisées en 2000 qui sont enregistrées. On constate une stabilité de 37,21 % d'espèces d'alimentation, 21,33 % d'espèces pour la pharmacopée traditionnelle, 6,82 % d'espèces de construction et 1,89 % d'espèces d'artisanat. Par ailleurs, 10 nouvelles espèces s'ajoutent aux espèces couramment utilisées par les populations en 2000.

### Relations entre profil socioculturel des enquêtés et services d'approvisionnement fournis en 2000 et 2019

Les deux premiers axes de l'ACM restituent 38,56 % des variances des relations entre le profil socioculturel des enquêtés et les

services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019 (fig. 9). L'examen du plan factoriel met en évidence un axe 1 qui restitue 13,67 % de la variance de l'information et oppose le groupe 1 (G1) au groupe 2 (G2). Cet axe décrit le côté positif du G2 indiquant les communautés allochtones bénéficiant des services de construction et de bois de chauffe en 2000. Du côté négatif, l'axe 1 décrit le G2 présentant les communautés allogènes comme bénéficiaires du service alimentaire fourni par la FCHS en 2019. À l'opposé de l'axe 1 se trouve l'axe 2 regroupant 24,85 % de la variance de l'information. Cet axe présente les communautés autochtones opposées aux communautés allogènes et allochtones bénéficiant des services médicaux, d'artisanat et d'emballage aussi bien en 2000 qu'en 2019. Ainsi, trois grands groupes de relation ont été déterminés au travers de l'ACM.

### Discussion

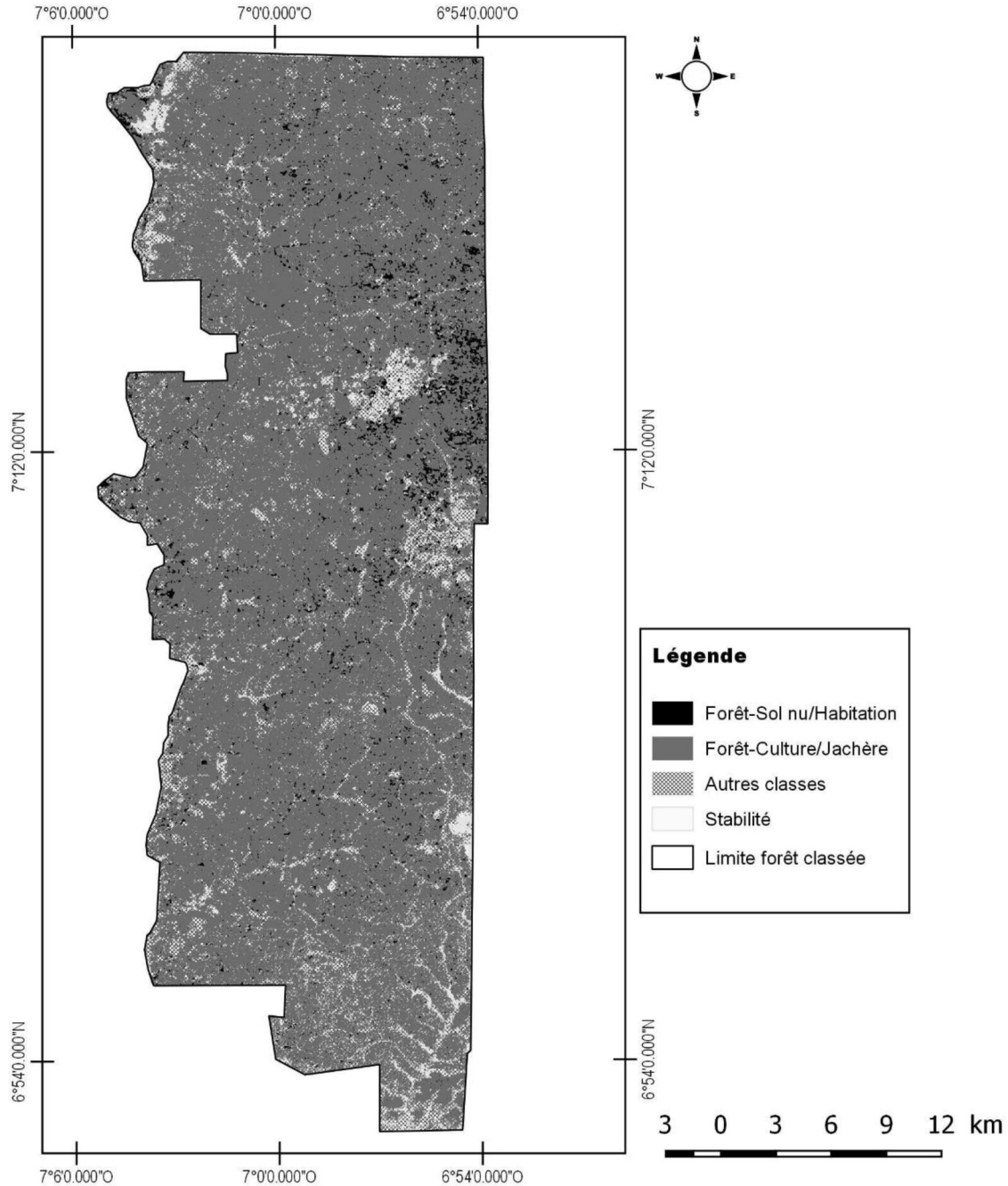
À l'issue de l'enquête réalisée, 128 espèces d'origine végétale ont été désignées comme étant utilisées par les populations riveraines de la FCHS pour assurer leur bien-être. Ce chiffre est la preuve que cet écosystème regorge d'espèces qui permettent de fournir des services écosystémiques variés aux populations locales.

Les espèces les plus utilisées au début des années 2000 étaient des espèces forestières telles que *N. papaverifera* (50 %), *R. heudelotii* (38,13 %), *I. gabonensis* (32,73 %), *T. scleroxylon* (31,29 %) et *M. altissima* (29,86 %). Ces résultats se justifient par une dominance de la classe « forêt » dans le paysage de la FCHS en 2000 favorisant une disponibilité de produits forestiers non ligneux comme l'ont démontré Zanh et al. (2016).

L'utilisation des espèces agricoles telles que *M. paradisiaca* et *M. esculenta* en 2000 suggère une présence d'exploitations agricoles dans la FCHS déjà à cette période. Cette présence d'activités anthropiques est révélée par les images satellitaires qui présentaient 8 % d'espace occupés par les cultures et jachères. La faible proportion d'espace utilisé pour les cultures s'expliquerait par la relative bonne surveillance de la FCHS par le gestionnaire et l'application des mesures d'aménagement forestiers à cette période (Kouakou et al. 2018).

En 2019, seules 29 % des espèces utilisées en 2000 sont utilisées par les populations. Désormais, les espèces les plus utilisées sont des espèces vivrières cultivées telles que *M. paradisiaca* (80,22 %), *C. esculenta* (44,96 %), *T. cacao* (31,65 %); *M. esculenta* (26,98 %) et *Dioscorea* sp. (25,90 %). La plupart de ces espèces sont celles qui sont traditionnellement associées aux cultures pérennes de cacao et de café (Zanh et al. 2019). En effet, l'analyse de la matrice de transition a montré qu'environ 86,76 % des espaces forestiers sont trans-

**Fig. 4.** Carte de changement des classes d'occupation de la FCHS de 2000 et 2019. Les images satellites utilisées pour l'élaboration des cartes ont été fournies gratuitement par l'United States Geological Survey (USGS). Le traitement des images a été effectué sur le logiciel Envi 4.7 et après validation, les résultats ont été exportés dans QGIS Desktop 2.14.3 pour l'élaboration des cartes. Les cartes ont été élaborées par les auteurs et ne nécessitent aucun droit d'auteur pour publication.



formés en cultures. Les missions réalisées sur le terrain ont permis de constater que ces cultures étaient dominées par le cacaoyer confirmant les observations de Barima et al. (2016). En effet, à la faveur de la décennie de crises politico-militaire des années 2000, du fait de l'absence des agents de surveillance, la FCHS a été infiltrée par des paysans pour la culture du cacao à laquelle est associée des cultures vivrières (Timité et al. 2019). Ainsi, les classes « culture-jachère » qui occupaient environ 8 % du paysage de la FCHS en 2000 en occupent environ 85 % en 2019.

Par ailleurs, l'utilisation d'espèces forestières provenant de la FCHS par les populations riveraines en 2019 indique que, dans les systèmes agricoles en cours dans la FCHS, des espèces locales

utiles pour les populations riveraines subsistent encore. Cette situation s'explique par la présence de petits fragments de forêts résiduelles dans la FCHS comme le révèle la carte d'occupation du sol de la FCHS en 2019 (fig. 2).

Six types de services d'approvisionnement à base de plantes sont fournis par la FCHS aux populations riveraines en 2000 et 2019. Ainsi, les ressources forestières de la FCHS sont utilisées par les populations riveraines pour l'alimentation, la médecine, le bois de chauffe, la construction, l'emballage et l'artisanat. Ces résultats obtenus en 2019 sont la preuve que les écosystèmes anthropisés peuvent continuer à fournir une diversité de services d'approvisionnement autant que les écosystèmes naturels. Cepen-



Fig. 5. Proportion des classes des changements du sol de la FCHS entre 2000 et 2019.

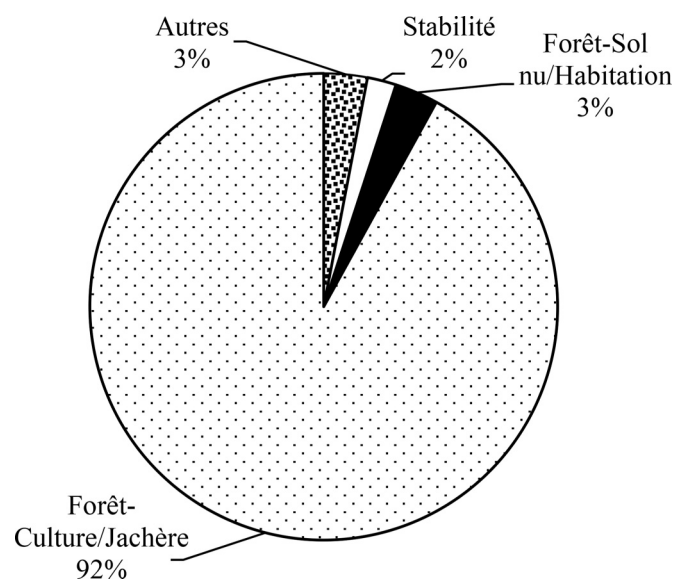


Fig. 6. Services d'approvisionnement fournis par la FCHS en 2000 et 2019.

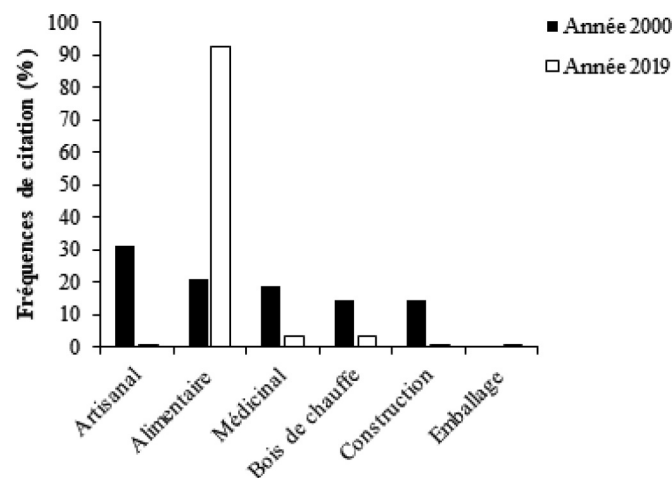


Tableau 3. Richesse floristique des espèces végétales issues de la FCHS utilisées par les populations riveraines.

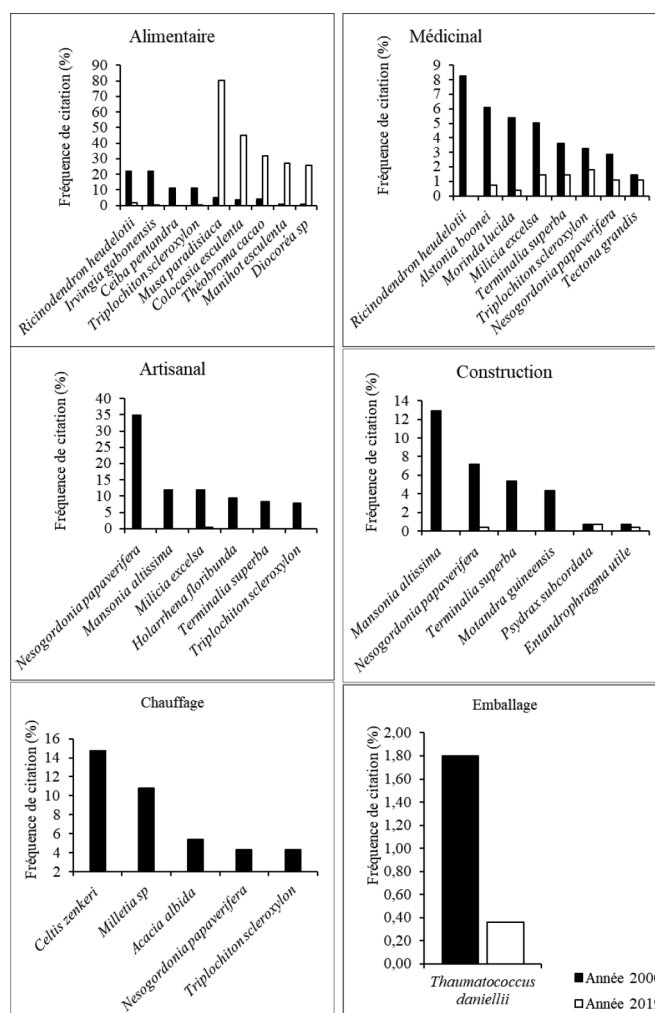
Année	Nombre d'espèces	Nombre de genres	Nombre de familles
2000	123	104	48
2019	43	40	28
Total	128	122	48

dant, des différences importantes existent dans les fréquences d'usage de ces services. Ainsi, la dominance des services d'artisanat, de pharmacopée traditionnelle et de construction en 2000 s'explique par le bon état de conservation de la FCHS à cette période (Kouakou et al. 2018). La perte de la quasi-totalité des espèces utilisées au début des années 2000 par les populations s'explique par une disparition des produits forestiers non ligneux avec la quasi déforestation de la FCHS en 2019 (Kouakou et al. 2018). En effet, l'anthropisation de la FCHS a entraîné une perte importante des espèces utilisées par les populations riveraines pour leur subsistance. Cette modification aboutit à une substitution de multiples espèces, constituant les associations végétales

Tableau 4. Espèces végétales les plus utilisées en 2000 et 2019.

	Fréquence de citation en 2000	Fréquence de citation en 2019
<b>Espèces les plus citées en 2000</b>		
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	50,00	1,00
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	38,13	6,00
<i>Irvingia gabonensis</i>	32,73	1,00
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	31,29	2,00
<i>Mansonia altissima</i>	29,86	0,00
<b>Espèces les plus citées en 2019</b>		
<i>Musa paradisiaca</i>	5,00	80,22
<i>Colocasia esculenta</i>	4,00	44,96
<i>Theobroma cacao</i>	5,00	31,65
<i>Manihot esculenta</i>	1,00	26,98
<i>Dioscorea sp</i>	1,00	25,90

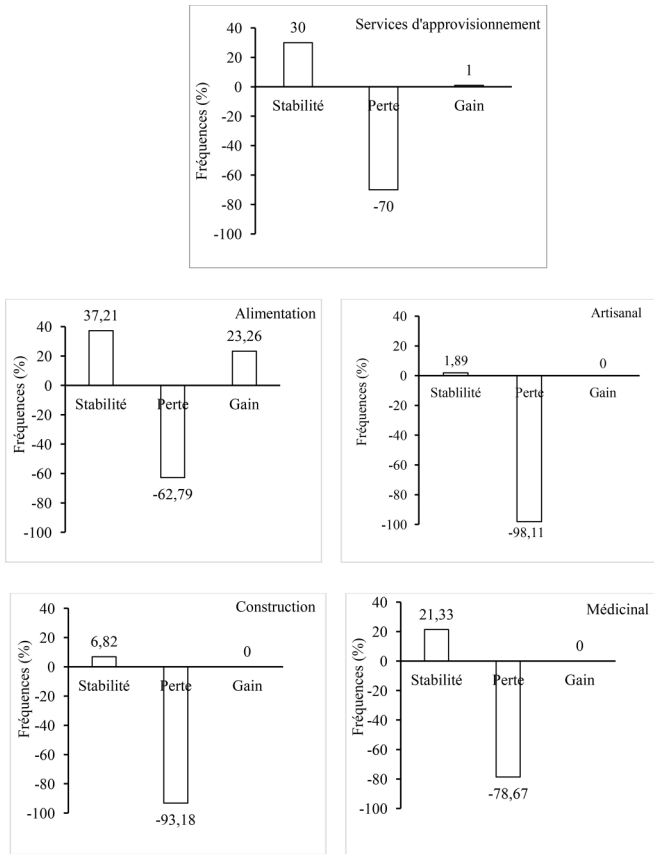
Fig. 7. Espèces végétales les plus utilisées en 2000 et 2019 pour l'alimentation, la médecine, l'artisanat, la construction, le chauffage et l'emballage.



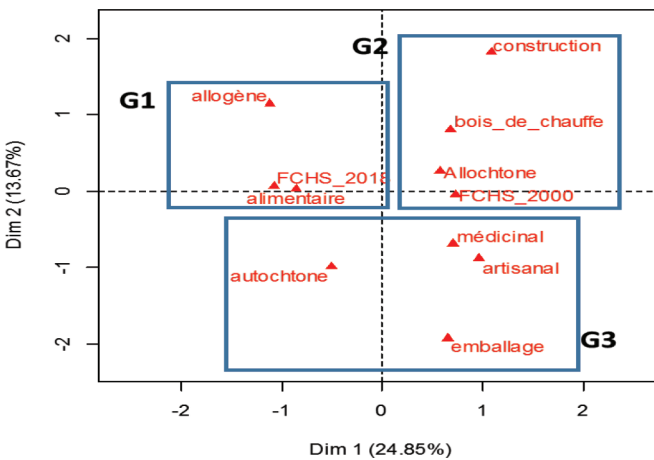
primitives, par un nombre plus réduit d'espèces (Sanial 2018). Cette réduction des espèces forestières dans la FCHS explique la réduction des services liés à ces espèces matérialisée par des pertes de 98,11, 93,18 et 78,67 %, respectivement, des services d'artisanat, de construction et de pharmacopée traditionnelle.

Par ailleurs, le gain observé dans les services d'alimentation en 2019 est attribuable au fait que les espèces cultivées ont été éten-

**Fig. 8.** Bilan des pertes et gains des services d’approvisionnement fournis par les plantes.



**Fig. 9.** Carte factorielle de distribution des services d’approvisionnement en fonction de l’origine des enquêtés et de l’année. [Colour online.]



dues sur la quasi-totalité de la superficie de la FCHS (Assalé et al. 2016). Pourtant, cette extension agricole entraîne une baisse de la diversité floristique du milieu se traduisant par une quête perpétuelle de productivité agricole (Berger et al. 2015). Ainsi, les espèces alimentaires sont-elles passées de 43 en 2000 à 26 en 2019. Au niveau quantitatif et alimentaire et en nous basant sur les espèces, la FCHS fournissait plus de services en 2000 qu’en 2019.

Cependant, la forte proportion du service d’alimentation en 2019 s’explique par le fait que plus de personnes ont accès aux ressources alimentaires de la FCHS en 2019 qu’en 2000 (fig. 7). En

effet, la notion de service écosystémique implique certains facteurs tels que la disponibilité et l’accessibilité (Janin 2019). Ainsi, bien que plus d’espèces étaient utilisées au début des années 2000, moins de personnes y avaient accès à cause de la surveillance de cet espace rendant le service d’alimentation fourni par la FCHS en 2000 moins élevé que celui fourni en 2019.

Les résultats ont révélé que la FCHS fournissait plus de service de chauffage quand elle était bien conservée en 2000 qu’en 2019. Dans le processus de mise en culture traditionnelle dans la zone, l’agriculture sur brulis est d’usage. Le brulis des arbres en vue de limiter l’ombrage devrait rendre plus disponible les bois de chauffe. Mais dans la FCHS, les populations procèdent autrement dans la mise en place des cultures. En effet, vu le caractère clandestin de leurs activités agricoles, ces populations introduisent les cultures sous les arbres; les arbres leur servant de camouflage contre les agents de surveillance de la forêt. Plus tard, lorsque les espèces agricoles ont atteint un certain âge, les paysans mettent le feu à la base des arbres qui meurent sur pied (Barima et al. 2016). Les arbres morts et secs pourraient alors servir de bois de chauffage domestiques pendant les trois premières années de mise en place de l’exploitation. Cependant, après 3 ans, il n’existerait pratiquement plus d’arbres morts pouvant servir de chauffage aux populations.

Concernant le lien entre les caractéristiques socioculturelles des enquêtés et les services d’approvisionnement, l’ACM indique que les services fournis par la FCHS en 2019 sont un gain pour les communautés allogènes et une perte pour les autochtones et surtout les allochtones. Ce résultat s’explique par le fait que les populations les plus nombreuses à infiltrer la FCHS pour la culture du cacao sont représentées à plus de 90 % par les communautés allogènes provenant majoritairement du Burkina Faso (Timité et al. 2019). Cette forte infiltration dans la FCHS aurait eu lieu depuis l’avènement des crises politico-militaire en Côte d’Ivoire qui ont débuté en 2002 et pris fin en 2011. En effet, Barima et al. (2016) ont montré que la période des conflits a constitué une période charnière de l’infiltration de la FCHS pour la cacao culture, justifiée par l’absence des agents de surveillance qui ont été mobilisés sur les différents fronts pendant les crises. Ainsi, le cacao et les cultures vivrières associées constituent donc le principal approvisionnement de ces populations. L’appropriation de la FCHS par les allogènes explique également le faible taux des services liés aux espèces forestières. En effet, les travaux de Kouakou et al. (2017) ont révélé une méconnaissance des services liés aux produits forestiers non ligneux par les communautés allogènes parce que ces produits forestiers ne sont pas présents dans leur environnement d’origine. Cette méconnaissance aurait entraîné un abattage systématique de la quasi-totalité des plantes forestières lors de la mise en place des plantations (Barima et al. 2016). Cette pratique agricole développée au sein de la FCHS pourrait engendrer de lourdes conséquences environnementales liées à la perte de la biodiversité locale.

L’ACM a également révélé que les communautés autochtones et allochtones étaient les bénéficiaires des services fournis par la FCHS en 2000. Ce résultat s’explique par le fait que ces communautés ont une grande connaissance des usages liés aux espèces forestières. Ce résultat confirme les travaux de Kouakou et al. (2018) qui ont montré une large connaissance des usages liés aux produits forestiers non ligneux par les autochtones. Ainsi, du fait de leur proximité de la FCHS, les communautés autochtones et allochtones utiliseraient les ressources de cette forêt pour leurs besoins quotidiens. Toutefois, l’utilisation des ressources forestières en 2000 n’a pas eu d’incidence trop remarquable sur la végétation de la FCHS vu son état de conservation à cette période (fig. 2). Le bon état de conservation de la FCHS au début des années 2000 serait attribuable à deux facteurs soit : la qualité de la délimitation des enclaves de la FCHS ainsi que la surveillance effective de celle-ci par les agents en charge de la gestion des forêts classées, la SODEFOR à cette date qui auraient limité les activités



anthropiques dans cet espace protégé à cette période (Oszwald et al. 2003).

## Conclusion

La présente étude se proposait d'évaluer les services d'approvisionnement fournis par les espèces végétales des espaces domaniaux anthropisés aux populations riveraines à travers l'exemple de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS). Il s'agissait d'abord de déterminer la dynamique spatiotemporelle de l'occupation du sol de la FCHS en 2000 et 2019, puis d'identifier les services d'approvisionnement fournis par les espèces végétales de cet espace aux deux dates étudiées et enfin de mettre en relation les caractéristiques des enquêtes et les services fournis en 2000 et 2019 par cette forêt. Le traitement numérique des images satellitaires de 2000 et 2019 couvrant la FCHS a montré que la matrice paysagère de la FCHS en 2019 est dominée par les classes « culture-jachère » et « sol nu-habitation » alors que celle de l'année 2000 est dominée par la classe « forêt ». Ainsi de 2000 à 2019, l'on note une augmentation des superficies des classes anthropiques et une régression de la classe forestière. L'anthropisation de la FCHS a entraîné une perte importante des espèces forestières utilisées par les populations riveraines au début des années 2000 pour leur subsistance. Cette réduction des espèces forestières a impliqué la réduction des services liés à ces espèces matérialisée par des pertes de 98,11, 93,18 et 78,67 %, respectivement, des services d'artisanat, de construction et de pharmacopée traditionnelle. Ainsi, en nous basant sur le nombre d'espèces utilisées, la FCHS fournit plus de services en 2000 qu'en 2019. Cependant, bien que plus d'espèces étaient utilisées au début des années 2000 pour l'alimentation, moins de personnes y avaient accès rendant le service d'alimentation fourni par la FCHS en 2000 moins élevé que celui fourni en 2019. Concernant les bénéficiaires des services d'approvisionnement fournis par la FCHS, les résultats ont montré que les services fournis par la FCHS en 2019 sont un gain pour les communautés allogènes et une perte pour les communautés autochtones et les allochtones, premiers bénéficiaires des services fournis en 2000. Le faible taux de services fournis par la FCHS aux communautés autochtones et allochtones en 2019 pourrait traduire une inégalité d'accès aux ressources de la forêt du fait de son anthropisation. Si tel est le cas, cette inégalité devrait entraîner un gain substantiel pour les communautés allogènes et une baisse de la qualité de vie des populations autochtones et allochtones? Cette hypothèse mériterait que des études complémentaires s'y attardent.

## Remerciements

Cette étude a été rendue possible grâce au soutien financier du Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES) en Côte d'Ivoire et du Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement (GRIEPE).

## Bibliographie

- Abdel-Kawy, O.R., Rod, J.K., Ismail, H.A. et Suliman, A.S. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Appl. Geogr.* 31(2): 483–494. doi:10.1016/j.apgeog.2010.10.012.
- Aké-Assi, L. 2001. Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et Jardin Botanique, Boissieria 57, Genève, Suisse, 396p.
- Aké-Assi, L. 2002. Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et Jardin Botanique, Boissieria 58, Genève, Suisse, 441p.
- Assalé, A.A.Y., Barima, Y.S.S., Kouakou, K.A., Kouakou, A.T.M. et 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(1): 123–133. Disponible à [file:///C:/Users/pc/Downloads/IJISR-16-008-01%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/IJISR-16-008-01%20(2).pdf).
- Auda, Y., Blasco, F., Gastellu-Etchegorry, J.P., Marty, G. et Déchamp, C. 2002. Essai préliminaire de détection des champs d'ambrosie par télédétection spatiale. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 42(5): 533–538. doi:10.1016/S0335-7457(02)00178-8.
- Barima, Y.S.S., Kouakou, A.T.M., Bamba, I., Sangne, Y.C., Godron, M., Andrieu, J. et Bogaert, J. 2016. Cocoa crops are destroying the forest reserves of the classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast). *Global Ecol. Conserv.* 8: 85–98. doi:10.1016/j.gecco.2016.08.009.
- Berger, J., Deffner, A., Quetier, F. et Baptist, F. 2015. Evaluation de la valeur du Parc national de Taï - Evaluation des services écosystémiques du Parc national de Taï. Rapport d'étude Biotope pour la GIZ, l'OIPR et la FPRCI, (Abidjan, Côte d'Ivoire). 107p.
- Bielsa, S., Chevassus-au-Louis, B., Martin, G., Pujol, J.L., Richard, D. et Salles, J.M. 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Rapport du centre d'analyse stratégique (CAS), France.
- Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. New York Botanical Garden, New York, USA. 230p.
- Dieng, S., Diop, M., Goudiaby, A., Niang-Diop, F., Faye, L., Guiro, I. et Sambou, B. 2016. Caractérisation des services écosystémiques fournis par *Cordia alliodora* dans la périphérie de la Forêt classée de Patako au Sénégal. *Vertigo*, 16(2). doi:10.4000/vertigo.17634.
- Guillaumet, J.L. et Adjanohoun, E. 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. In *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Edited by J.M. Avenard, M. Eldin, G. Girard, J. Sircoulon, P. Touchebeuf, J.-L. Guillaumet, E. Adjanohoun et A. Perraud. Mémoires O.R.S.T.O.M. Paris, pp. 155–261.
- Janin, P. 2019. Les défis de l'approvisionnement alimentaire : acteurs, lieux et liens. *Revue internationale des études du développement*, 1: 7–34. Disponible à <https://www.cairn.info/revue-internationale-des-etudes-du-developpement-2019-1-page-7.htm>. doi:10.3917/ried.237.0007.
- Koua, K.A.N., Bamba, I., Barima, Y.S.S., Kouakou, A.T.M., Kouakou, K.A. et 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.
- Kouakou, A.T.M., Assalé, A.A.Y. et Barima, Y.S.S. 2018. Impact des pressions anthropiques sur la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 36(2): 155–170. doi:10.25518/2295-8010.736.
- Kouakou, K.A. 2014. 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). 60p.
- Kouakou, K.A., Barima, Y.S.S., Zanh, G.G., Traoré, K. et 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. doi:10.25518/2295-8010.1219.
- Kouakou, K.A., Barima, Y.S.S., Kpangui, B. et Godron, M. 2018. Analyse des profils écologiques des produits forestiers non-ligneux dans la région du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 36(2). doi:10.25518/2295-8010.918.
- 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 de 3<sup>e</sup> Cycle, UFR Biosciences, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire). 216p.
- Lebrun, J.P. et Stork, A.L. 1991–1997. Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, Genève, vol. 4.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire, 59p. [Available from: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.447.aspx.pdf>]
- N'Da, D.H., Adou, Y.C.Y., N'Guessan, K.E., Koné, M. et Sangne, Y.C. 2008. Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afr. Sci.* 4(3): 552–579.
- 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 de Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille. 304p.
- Oszwald, J., Bigot, S., Kergomard, C. et Brou, T.Y. 2003. Dynamiques et représentations spatiales de la déforestation en Côte d'Ivoire: l'exemple de la forêt classée du Haut-Sassandra (1986–2001). *Photo-Interprétation, European Journal of Applied Remote Sensing*, Editions Eska. pp. 1–11.
- Sangne, C.Y., Barima, Y.S.S., Bamba, I. et N'Doumé, C.T.A. 2015. Dynamique forestière post-conflits armés de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire). *Vertigo*, 15(3). doi:10.4000/vertigo.16784.
- Sanial, E. 2018. L'appropriation de l'arbre, un nouveau front pour la cacao-culture ivoirienne? Contraintes techniques, environnementales et foncières. *Cahiers Agric.* 27(5). doi:10.1051/cagri/2018036.
- SODEFOR. 1994. Aménagement de la forêt classée du Haut Sassandra, 1994–2014. Rapport SODEFOR, 81p.
- Timité, N., Sangne, Y.Ch., Kpangui, K.B. et Barima, Y.S.S. 2019. Exploitations cacaoyères et pratiques culturelles au sein d'un espace domaniaux: cas de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS), Côte d'Ivoire. *J. Anim. Plant Sci.* 41(3): 7015–7028. Disponible à <http://m.elewa.org/journals/wp-content/uploads/2019/09/5.Timite-2.pdf>.
- Zanh, G.G., Barima, Y.S.S., Kouakou, K.A. et 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 Appl. Biosci.* 4(5): 212–225. doi:10.18782/2320-7051.2346.
- Zanh, G.G., Kpangui, K.B., Barima, Y.S.S. et Bogaert, J. 2019. Migration and agricultural practices in the peripheral areas of Côte d'Ivoire state-owned forests. *Sustainability*, 11(22): 6378. doi:10.3390/su11226378.

### RESUME

La forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) située dans le Centre-Ouest ivoirien a été infiltrée par les populations pour l'agriculture au début des années 2000. Cette forêt qui était vouée à la production de bois d'œuvre avant son anthropisation est désormais un vaste champ d'exploitation agricole. Ces infiltrations questionnent sur le devenir de la FCHS. L'objectif général de cette étude est d'évaluer les services écosystémiques fournis par cet espace domanial au gestionnaire et aux populations riveraines à deux périodes correspondant à deux états de la FCHS. Pour y arriver, des images satellitaires couvrant la FCHS ont été traitées et ont montré une augmentation des superficies de la classe culture et une régression de la classe forestière de 2000 à 2019. Ces transformations ont entraîné une variation des services de support. En effet, les inventaires floristiques réalisés dans la FCHS en 2019 ont permis de recenser 446 espèces floristiques contre 1047 espèces identifiées dans les années 2000. Cette réduction de la diversité végétale a également entraîné une variabilité dans les biomasses de la FCHS. Au niveau des services de régulation, les analyses ont révélé une variabilité du taux de carbone séquestré. Ainsi, les cacaoyères de moins de 5 ans séquestrent moins de 64 % du carbone contenu dans les forêts et sont suivies des cacaoyères de moins de 10 ans (-91,95 %) et enfin des cacaoyères de plus de 10 ans (-95,10 %). Au niveau des services d'approvisionnement, pour le gestionnaire, l'on enregistre une perte de plus de 90 % des essences exploitées comme bois d'œuvre, soit une réduction de plus de 75 % du volume de bois exploité par an. Pour les populations riveraines, l'on note une diminution des espèces forestières impliquant la réduction des services liés à ces espèces, matérialisée par des pertes de 98,11 %, 93,18 % et 78,67 % respectivement des services d'artisanat, de construction et de pharmacopée traditionnelle. Par ailleurs, la FCHS fournit en 2019, 18 384 t de cacao et 187 064 t de banane contre 145 t de cacao et 3087 t de banane en 2000. L'on note ainsi une perte d'environ 57 % des bénéfices issus du bois d'œuvre exploité et un gain de plus de 14 000 % des bénéfices issus de la production agricole en 2000. Face à cette situation, les gestionnaires devraient sensibiliser les populations infiltrées à adopter les pratiques agricoles basées sur l'agroforesterie en vue de préserver les espèces forestières dans leurs exploitations agricoles.

**Mots clés :** Services écosystémiques, Forêt classée, Populations riveraines, Pressions anthropiques, Dynamiques spatiotemporelles.

### ABSTRACT

The classified forest of Haut-Sassandra (FCHS) located in Central-Western of Côte d'Ivoire was infiltrated by the population for agriculture in the 2000s. This forest, initially devoted to timber production before it was anthropized, is today a vast agricultural area. These incursions lead the manager to question the future of the FCHS. The general objective of this study is to evaluate the ecosystem services provided by this domain to the manager and to the riparian populations at two periods corresponding to two states of the FCHS. Satellite images covering the FCHS were processed and showed an increase in the area of the crop class and a regression of the forest class from 2000 to 2019. These transformations resulted in a variation in support services. In fact, the floristic inventories carried out in the FCHS in 2019 allowed to count 446 floristic species against 1047 species identified in the years 2000. This reduction in plant diversity has also led to a variability in the biomass of the FCHS. At the level of regulatory services, analyses have revealed a variability in the rate of carbon sequestration. Thus, cocoa trees less than 5 years old sequester less than 64% of the carbon sequestered by forests, followed by cocoa trees less than 10 years old (-91.95%) and finally cocoa trees more than 10 years old (-95.10%). At the level of supply services, for the Manager, there is a loss of more than 90% of the species exploited as timber, i.e. a reduction of more than 75% of the volume of timber exploited per year. For the riparian populations, there is a decrease in forest species implying the reduction of services related to these species, materialized by losses of 98.11%, 93.18% and 78.67% respectively of handicraft, construction and traditional pharmacopoeia services. In addition, the FCHS provides in 2019, 18,384 mt of cocoa and 187,064 mt of banana compared to 145 mt of cocoa and 3087 mt of banana in 2000. Thus, there is a loss of about 57% of the profits from exploited timber and a gain of more than 14,000% of the profits from agricultural production in 2000. Faced with this situation, managers should raise sensitized the infiltrated populations to adopt agricultural practices based on agroforestry in order to preserve forest species on their farms.

**Keywords :** Ecosystem services, Classified forest, Riparian populations, Anthropic pressures, Spatiotemporal dynamics.