

# EVALUATION DE LA FLORE ET DES STOCKS DE CARBONE DANS UNE FORET PRIVEE A ALLANY (RUBINO - COTE D'IVOIRE)

H. N. ANDJI<sup>1</sup> ET D. T. ETIEN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Doctorante ; UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan (Côte d'Ivoire)

<sup>2</sup>Maître - Assistant, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan (Côte d'Ivoire)

\*Auteur correspondant : e-mail: etiendibieth@gmail.com

## RESUME

Les aires protégées constituent l'élément clé de toute stratégie de conservation de la biodiversité en Côte d'Ivoire. Les jardins botaniques, les banques de graines hors des aires protégées de conservation sont peu ou pas développés raison pour laquelle il faut encourager toutes les initiatives privées. Nos travaux avaient pour objectif d'évaluer la flore et les stocks de carbone de la forêt privée d'Allany (Sous-préfecture de Rubino, Département d'Agboville, Côte d'Ivoire). Les méthodes de relevé de surface et des inventaires itinérants couplées aux mesures dendrométriques ont été adoptées lors de ces travaux dans quatorze parcelles dont quatre dans les jachères. La flore du domaine est de 328 espèces qui se répartissent en 233 genres et 75 familles. Du point de vue de la composition floristique, cette forêt est riche en Fabaceae, en Apocynaceae, en Rubiaceae, en Malvaceae, en Annonaceae et en Moraceae. Le site renferme des espèces endémiques et des espèces à statuts particuliers. La flore est diversifiée avec une répartition équitable des espèces au sein des biotopes. Les 14 parcelles, échantillonnées, ont une biomasse de 370,89 tonnes et séquestrent 174,32 tonnes de carbone. Les connaissances acquises sur le domaine sont aujourd'hui suffisantes pour utiliser les graines, les jeunes plans des espèces forestières du site dans des programmes de plantation d'arbres dans la Région d'Agboville ou ailleurs en Côte d'Ivoire. La création et la gestion des aires protégées ont plusieurs avantages. Elles permettent de montrer comment équilibrer conservation de la nature et développement économique. Le domaine constitue aujourd'hui un laboratoire d'étude des écosystèmes et leur mode de fonctionnement dans un environnement protégé.

**Mots clés :** Forêt privée, Diversité floristique, Stock de carbone, Allany (Rubino, Côte d'Ivoire)

## ABSTRACT

### EVALUATION OF FLORA AND CARBON STOCKS IN A PRIVATE FOREST IN ALLANY (RUBINO-COTE D'IVOIRE)

*Protected areas are the key element of any biodiversity conservation strategy in Côte d'Ivoire. Botanical gardens and seed banks outside protected conservation areas are poorly or not at all developed, which is why all private initiatives should be encouraged. The aim of our work was to assess the flora and carbon stocks of the private forest of Allany (Sub-prefecture of Rubino, Department of Agboville, Côte d'Ivoire). Surface survey methods and itinerant inventories coupled with dendrometric measurements were adopted during this work in quatorze plots, four of which were fallowed. The estate's flora consists of 328 species divided into 233 genera and 75 families. From the point of view of floristic composition, the forest is rich in Fabaceae, Apocynaceae, Rubiaceae, Malvaceae, Annonaceae and Moraceae. The site contains endemic species and species with special status. The flora is diversified with an equitable distribution of species within the biotopes. The 14 plots, sampled, have a biomass of 370.89 tons and sequester 174.32 tons of carbon. The knowledge acquired on the estate is now sufficient to use the seeds and young shoots of the site's forest species in tree planting programmes in the Agboville Region or elsewhere in Côte d'Ivoire. The creation and management of protected areas has several advantages. They show how to balance nature conservation and economic*

*development. Today, the estate is a laboratory for studying ecosystems and how they function in a protected environment.*

**Keywords:** Private forest, Floristic diversity, Carbon stock, Allany (Rubino, Ivory Coast)

## INTRODUCTION

Les forêts tropicales sont des écosystèmes extrêmement utiles et précieux (Tchatat, 1999 ; Ehipka *et al.*, 2018). Elles jouent un rôle capital dans la régulation de l'effet de serre, dans les grands équilibres climatiques et constituent le plus grand réservoir de biodiversité de la planète (Tchatat, 1999). Selon cet auteur, les forêts limitent le ruissellement des eaux de pluies en favorisant leur infiltration. La conférence des Nations-Unies sur l'environnement et le développement tenue à Rio en 1992 a reconnu que ce sont les activités anthropiques qui sont à la base de la dégradation des écosystèmes et donc de la biodiversité (Kassi, 2006). En fait, la conservation de la biodiversité a toujours été une équation très difficile à résoudre dans le contexte africain (Jiagho, 2018). Ceci est dû entre autre à la forte dépendance des populations vis-à-vis des ressources naturelles. La majorité des Etats africains ont basé leur stratégie sur la création et l'extension des aires protégées afin de mieux sécuriser leurs ressources végétales et animales (Jiagho, 2018). En Côte d'Ivoire, quelques décennies après la création de aires protégées, force est de reconnaître que la conservation reste encore un défi majeur, surtout dans un contexte marqué par une forte pression anthropique et une série recurente de crises militaro politiques et l'utilisation abusive et non contrôlée des ressource forestières ligneuses et non ligneuses dans les aires protégées. Dans tous les cas, l'accroissement des activités humaines exerce une pression considérable sur les forêts. Ces forêts tropicales constituent des puits potentiels importants, susceptibles de participer à la lutte contre les changements climatiques (Lubalega, 2016).

Les forêts tropicales contiennent 40 à 50 % du carbone terrestre et jouent un rôle majeur dans le cycle global du carbone (Pan *et al.*, 2011). La perte du couvert forestier résultant de la déforestation et de la dégradation de ces forêts contribue à environ 10 -,15 % des émissions mondiales annuelles de gaz à effet de serre (Jiagho, 2018). Dans les écosystèmes forestiers, le carbone est stocké dans la biomasse vivante (biomasse aérienne et biomasse souterraine), le bois mort, la matière organique du sol et la

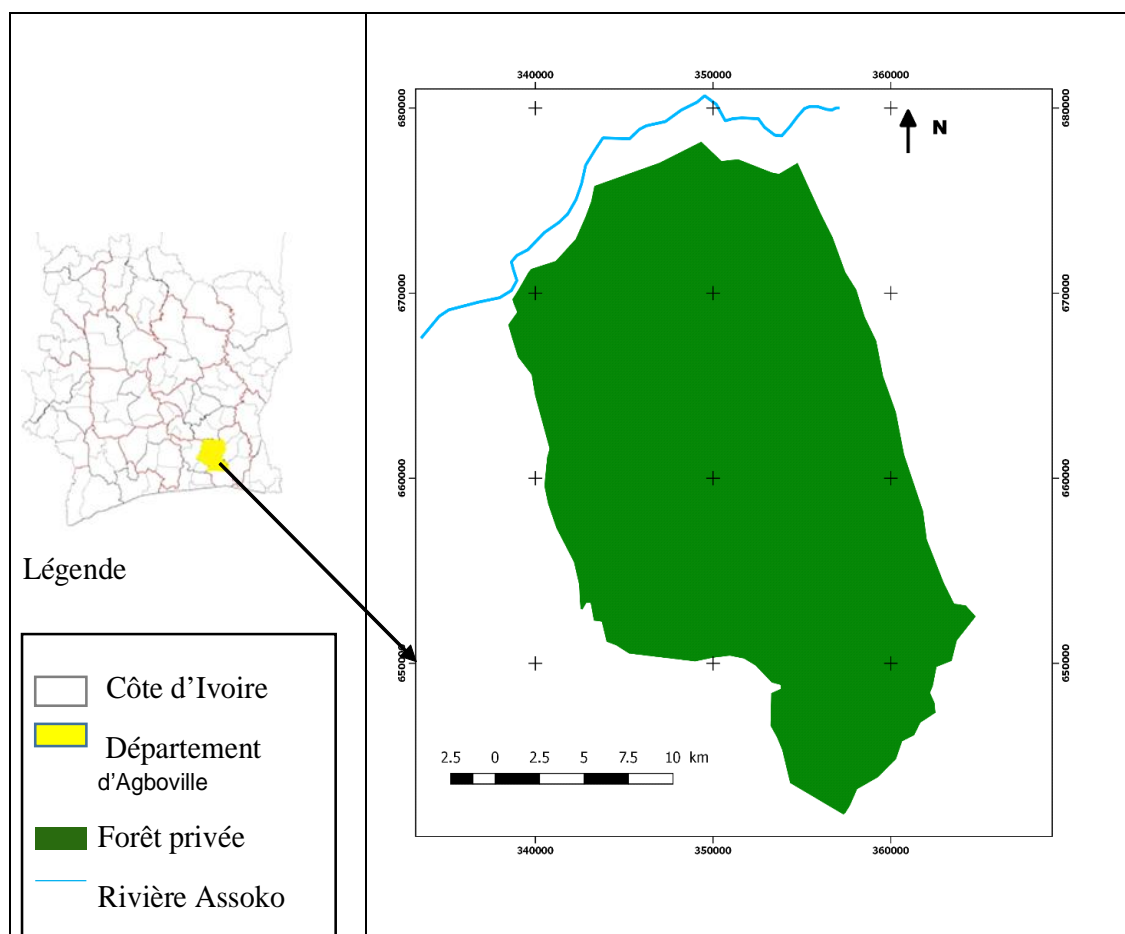
litière (GIEC, 2006). Au niveau de l'arbre, les données des diamètres et éventuellement de hauteur issues d'inventaires forestiers sont converties en biomasse par le biais d'une équation allométrique. Au niveau du peuplement, les biomasses individuelles sont sommées par unité de surface inventoriée (parcelle forestière) et une biomasse moyenne est calculée par type de peuplement (N'Guessan *et al.*, 2019). Grâce aux estimations de biomasse des parcelles forestières, il est ensuite possible d'estimer la biomasse d'une zone.

Dans l'optique de l'utilisation durable des biens et services de la forêt, la nécessité de gestion durable est primordiale (Jiagho, 2018) et cela à travers la connaissance de la flore et du fonctionnement de son écosystème. Si l'on connaît la flore de cette forêt privée, l'on sait très peu de chose sur la séquestration de carbone. On peut donc se demander quelle quantité de carbone cette forêt peut fixer ? Ainsi, cette étude a pour objectif principal d'évaluer la flore et les stocks de carbone de cette forêt privée. Plus spécifiquement il s'agit (a) de déterminer la richesse et la composition floristique de cette forêt privée et (b) d'évaluer la contribution de cette aire dans la séquestration du carbone. Les hypothèses de recherche associées aux objectifs spécifiques sont les suivantes : (i) la conservation de la biodiversité est indispensable pour empêcher l'extinction des espèces ; (ii) la forêt privée constitue un puit de carbone important pour la région d'Agboville.

## MATERIEL ET METHODES

### MILIEU D'ETUDE

La réserve privée (6° 11' 45.3" - 6° 11' 44.02" N et 4° 17' 22.45" - 4° 17' 25.34" O) est située à Allany dans le Département d'Agboville. Il s'agit d'une forêt dense semi-décidue soumise à un climat tropical sub-humide, appartenant au secteur mésophile d'après les subdivisions établies par Guillaumet et Adjanooun (1971). Elle couvre 50 hectares sur un socle schisto-birrimien-granitique sur lequel se sont développés des sols ferralitiques et hydromorphes. La température moyenne annuelle est de 26,72°C. La moyenne des précipitations annuelles est de 1585,3 mm.



**Figure 1** : Carte de localisation de la forêt privée dans le Département d'Agboville et en Côte d'Ivoire.

*Location map of private forest in the Department of Agboville and the Ivory Coast.*

### Collecte des données

Le plan d'échantillonnage a été conçu de manière à installer des parcelles dans les différents types de biotopes rencontrés sur le site à savoir : la forêt ancienne sur sol ferrallitique (n = 5 relevés), la forêt ancienne sur sol hydromorphe (n = 5 relevés) et les forêts secondaires (n = 4 relevés). Ainsi 14 parcelles ont été implantées dans le domaine. La méthode de relevés de surfaces a été utilisée. La méthode de relevés de surfaces a permis d'obtenir des données quantitatives sur la composition floristique du domaine d'étude. A l'intérieur de chaque biotope du domaine, des placettes de taille 100 m x 20 m (2000 m<sup>2</sup>) ont été installées. Les parcelles ont été disposées de manière aléatoire. Senterre (2005), estime qu'une telle surface permet de prendre en compte les aires minimales des communautés végétales en forêt tropicale. Cette méthode a consisté à recenser toutes les espèces vasculaires présentes dans

la surface-échantillon et à mesurer les diamètres à hauteur de poitrine (dbh) supérieur à 2,5 cm des ligneux à 1,30 m du sol dans les parcelles délimitées (N'Guessan *et al.*, 2019). Il est important de réduire le diamètre minimum à 2,5 cm afin de maximiser la diversité des espèces végétales dans un milieu. La hauteur de ces ligneux a été estimée en vue de la stratification de la végétation. Des inventaires itinérants complémentaires ont été menés dans toutes les parties de la forêt. Ces inventaires ont permis de compléter la liste floristique. Toutes les espèces ont été identifiées. Les noms des taxons ont été actualisés grâce aux travaux de Lebrun et Stork (1991-1997). La nomenclature des espèces suit APG IV (2016).

### Analyses des données

La diversité floristique a été analysée en utilisant le nombre des espèces considéré comme le premier paramètre de la diversité alpha

(Tuomisto, 2011). Les types biologiques, les affinités chorologiques et le mode de dissémination des diaspores utilisés, ont été empruntés à (Aké-Assi, 1984). L'appréciation de la diversité alpha a été faite suite à la détermination de la richesse spécifique (R) et au calcul de l'indice de diversité de Shannon. Cet indice mesure la composition en espèce d'un peuplement en tenant compte de la richesse spécifique et de l'abondance relative. Il se résume à l'expression mathématique suivante:

$$H' = -\sum [(ni/N) \times \ln (ni/N)]$$

L'équitabilité de Pielou a été calculée également. Elle renseigne sur la répartition des effectifs entre les différentes espèces. Dans cette formule, E représente l'indice d'équitabilité de Pielou ; H', l'indice de Shannon et ln(S) représente la diversité maximale du biotope avec S le nombre total d'espèces du biotope donné. Cet indice se calcule selon la formule mathématique suivante :

$$E = H' / \ln S$$

Nous avons utilisé le coefficient de similitude de Sørensen pour mesurer la ressemblance floristique entre les parcelles de forêts anciennes et les jachères postculturales du domaine. Si nous désignons par A et B les nombres respectifs d'espèces de deux listes appartenant à 2 biotopes I et II et par C, le nombre d'espèces communes aux deux listes, le coefficient de similitude Ks selon Sørensen est donné par la formule suivante :

$$Ks = [2C / A + B] \times 100$$

### Espèces à statut particulier et valeur de conservation de la biodiversité

Pour estimer la valeur de conservation de la biodiversité du domaine, deux types d'espèces à statut particulier ont été retenues : les espèces endémiques dont l'aire de répartition est nettement délimitée et qui caractérisent une région donnée et espèces rares et menacées d'extinction et les espèces en voie de disparition dont la fréquence de rencontre au niveau local, régional et international est très faible. Les données concernant les espèces à statut particulier ont été établies en se référant aux listes faites par Aké-Assi (1984) et l'UICN (2020). Au titre des espèces endémiques, nous distinguons les endémiques à la flore ivoirienne (GCi), les espèces endémiques aux blocs forestiers ouest Africains (GCW).

### Densité des espèces

La densité correspond au nombre d'individus pour une surface donnée. La densité des individus a été évaluée en comptant le nombre de pied par hectare. C'est un bon critère d'appréciation de la dynamique forestière et des potentialités locales. Sa formule mathématique est la suivante :

$$D = N / S$$

N = nombre de pieds de chaque individu et S = surface totale exprimée en hectare et D.

### Aire basale

L'aire basale, encore appelée surface terrière (Adingra et Kassi, 2016) correspond à la somme des sections horizontales des troncs, prise par convention à 1,30 m du sol. L'aire basale se calcule grâce à la formule suivante :

$$A = D^2 JI / 4$$

A en m<sup>2</sup>/ ha, D le diamètre des arbres à 1,30 m du sol et JI.

### Biomasse et séquestration du carbone

Les quantités de biomasse aérienne ABG (Aboveground Biomass) des différents individus sont déterminées à l'aide du modèle standard de régression de Chave *et al.* (2014) pour les forêts tropicales humides selon la formule mathématique suivante :

$$AGB = 0,0559 \times \rho D^2 H.$$

Dans cette formule, la biomasse végétale (ABG) aérienne est exprimée en Kg/tige, D est le diamètre à hauteur de poitrine en centimètre, H est la hauteur de l'arbre en mètre et  $\rho$  est la densité spécifique du bois ( $\rho$  défaut = 0,58 g/Cm<sup>3</sup>).

L'estimation de la biomasse souterraine ou racinaire (BGB : Bilow Ground Biomass) est prédite à partir de l'estimation de la biomasse aérienne. Son estimation s'est fait conformément aux lignes directrices établies par le GIEC (2006). En effet, selon ces derniers, l'équivalence en biomasse racinaire des ligneux sur pied est trouvée en multipliant la valeur de la biomasse aérienne (AGB) par un coefficient R qui est égale à 0,37.

$$BGB = AGB \times R$$

Avec : BGB = Below Ground Biomass ou

Biomasse souterraine (Kg) ABG = Aboveground Biomass ou biomasse aérienne (Kg), R = Root to shoot ratio ou coefficient = 0, 37.

La biomasse totale (TB) est obtenue en faisant la somme de la biomasse aérienne et de la biomasse souterraine selon cette équation ci-dessus :

$$TB = AGB + BGB$$

Avec : TB = Total Biomass ou Biomasse totale (Kg), AGB = Above Ground Biomass ou Biomasse Aérienne (Kg) ; BGB = Below Ground Biomass ou Biomasse Souterraine (Kg).

Les valeurs de stocks de carbone trouvées à l'échelle des différentes aires d'échantillonnage ont été extrapolées à l'hectare (10 000 m<sup>2</sup>). Toutes les analyses ont été réalisées grâce au logiciel R®.

## RESULTATS

### RICHESSSE ET COMPOSITION FLORISTIQUE

Le domaine, hors mis la forêt ancienne de 30 hectares dont les démarches sont en cours en vue de son érection en réserve naturelle volontaire, renferme également 10 autres hectares constitués de jachères post-culturelles, des cultures pérennes (Cacao : *Theobroma cacao* L., Café : *Coffea arabica* L.) et des

cultures vivrières. Il était opportun de connaître la composition floristique de la forêt ancienne et des jachères post-culturelles du domaine. Ainsi, les quatre parcelles de jachères et les dix parcelles de forêt ancienne inventoriées, ont permis de recenser 328 espèces. Elles sont réparties en 233 genres et 75 familles. La famille des Fabaceae est la mieux représentée avec 39 espèces, soit 11,89 % (Tableau I). Elle est suivie des Apocynaceae (23 espèces soit 7,01 %), des Malvaceae (20 espèces soit un taux de 6,10 %), des Rubiaceae (18 espèces soit un taux de 5,49 %), des Annonaceae et des Moraceae avec 12 espèces chacune, soit un taux de 3,66 %. Certaines familles comme les Amaranthaceae, les Amaryllidaceae, les Balanophoraceae, les Bromeliaceae, les Burseraceae..., sont moins représentées avec 1 seule espèce (soit un taux de 0,30%). L'inventaire dans les jachères a permis d'inventorier 58 espèces dont des espèces pionnières (*Albizia adianthifolia* (Schum.) W.F. Wright, *Trema orientalis*, *Trichilia monadelpha* (Thonn.) De Wilde). Parmi celles-ci figurent également de nombreuses espèces cultivées notamment : *Ananas comosus* L., *Azadirachta indica* A. Juss., *Capsicum annuum* L. et nombreuses espèces rudérales : *Acroceras zizanoïdes* (Kunth) Dandy, *Ageratum conyzoides* L. Ces jachères renferment également de nombreuses espèces forestières encore appelées les rémanants, préservées lors de la création des champs.

**Tableau I** : Familles botaniques représentées dans le domaine privé.

*Botanical families represented in the private domain.*

N°	Familles	Genres		Espèces	
		Effectifs	Proportion %	Effectifs	Proportion %
1	Fabaceae	25	10,73	39	11,89
2	Apocynaceae	17	7,30	23	7,01
3	Malvaceae	16	6,87	20	6,10
4	Rubiaceae	16	6,87	18	5,49
5	Annonaceae	9	3,86	12	3,66
6	Moraceae	5	2,15	12	3,66
7	Euphorbiaceae	9	3,86	9	2,74
8	Meliaceae	7	3,00	11	3,35
9	Rutaceae	6	2,58	8	2,44
10	Sapindaceae	6	2,58	8	2,44
11	Convolvulaceae	2	0,86	7	2,13
12	Dioscoreaceae	1	0,43	6	1,83
13	Anacardiaceae	3	1,29	5	1,52
14	Celastraceae	3	1,29	5	1,52
15	Combretaceae	2	0,86	5	1,52
16	Commelinaceae	3	1,29	5	1,52
17	Olacaceae	5	2,15	5	1,52
18	Poaceae	5	2,15	5	1,52
19	Solanaceae	2	0,86	5	1,52

20	Ulmaceae	2	0,86	5	1,52
21	Vitaceae	2	0,86	5	1,52
22	Chrysobalanaceae	3	1,29	4	1,22
23	Connaraceae	3	1,29	4	1,22
24	Ebenaceae	1	0,43	4	1,22
25	Icacinanaceae	3	1,29	4	1,22
26	Lamiaceae	2	0,86	4	1,22
27	Marantaceae	4	1,72	4	1,22
28	Passifloraceae	2	0,86	4	1,22
29	Sapotaceae	4	1,72	4	1,22
30	Araceae	3	1,29	3	0,91
31	Asparagaceae	1	0,43	3	0,91
32	Cyperaceae	2	0,86	3	0,91
33	Dichapetalaceae	1	0,43	3	0,91
34	Irvingiaceae	3	1,29	3	0,91
35	Ochnaceae	3	1,29	3	0,91
36	Rhamnaceae	3	1,29	3	0,91
37	Urticaceae	2	0,86	3	0,91
38	Acanthaceae	2	0,86	2	0,61
39	Arecaceae	2	0,86	2	0,61
40	Achariaceae	1	0,43	2	0,61
41	Adiantaceae	1	0,43	2	0,61
42	Asteraceae	2	0,86	2	0,61
43	Bignoniaceae	2	0,86	2	0,61
44	Boraginaceae	2	0,86	2	0,61
45	Gentianaceae	1	0,43	2	0,61
46	Lecytidaceae	2	0,86	2	0,61
46	Loganiaceae	1	0,43	2	0,61
48	Pandaceae	1	0,43	2	0,61
49	Phyllanthaceae	2	0,86	2	0,61
50	Polygalaceae	2	0,86	2	0,61
51	Ruscaceae	2	0,86	2	0,61
52	Slicaceae	1	0,43	2	0,61
53	Violaceae	1	0,43	2	0,61
54	Amaranthaceae	1	0,43	1	0,30
55	Amaryllidaceae	1	0,43	1	0,30
56	Balanophoraceae	1	0,43	1	0,30
57	Bromeliaceae	1	0,43	1	0,30
58	Burseraceae	1	0,43	1	0,30
59	Caricaceae	1	0,43	1	0,30
60	Capparidaceae	1	0,43	1	0,30
61	Costaceae	1	0,43	1	0,30
62	Davalliaceae	1	0,43	1	0,30
63	Flagellariaceae	1	0,43	1	0,30
64	Linaceae	1	0,43	1	0,30
65	Malpighiaceae	1	0,43	1	0,30
66	Melastomataceae	1	0,43	1	0,30
67	Myristicaceae	1	0,43	1	0,30
68	Myrtaceae	1	0,43	1	0,30
69	Piperaceae	1	0,43	1	0,30
70	Polygonaceae	1	0,43	1	0,30
71	Putranjivaceae	1	0,43	1	0,30
72	Rhizophoraceae	1	0,43	1	0,30
73	Smilacaceae	1	0,43	1	0,30
74	Zingiberaceae	1	0,43	1	0,30
75	Zygophyllaceae	1	0,43	1	0,30
Total		233	100,00	328	100,00

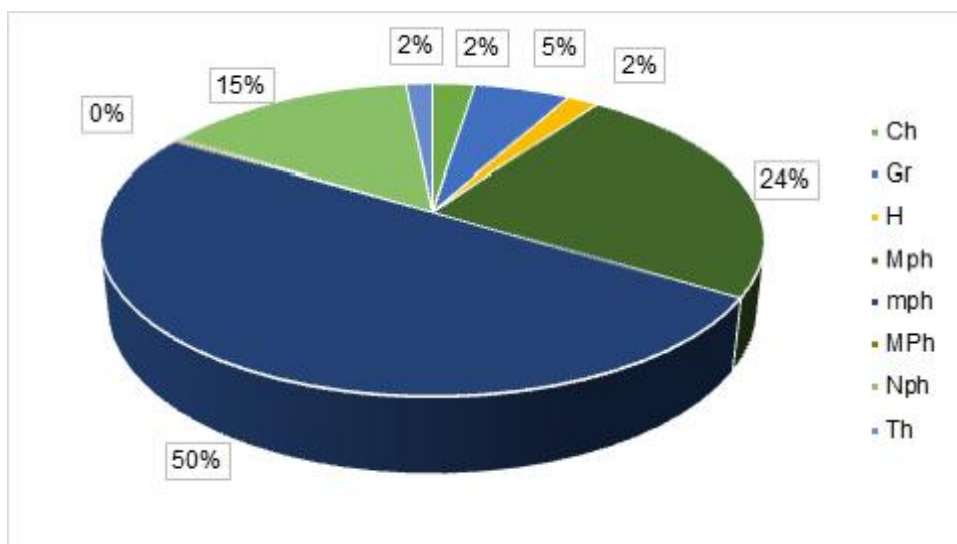
**TYPE BIOLOGIQUE**

Le spectre des types biologiques du site d'étude indique que les microphanérophytes représentent 50 % des espèces inventoriées. Les nanophanerophytes présentent 24 % d'espèces suivies des géophytes et des mésophanérophytes qui présentent respectivement 15 % et 5 % des espèces. Les autres sont moins représentés. Ainsi, les chaméphytes, les hémicryptophytes et les thérophytes présentent chacun 2 % des espèces.

**AFFINITE CHOROLOGIQUE**

La flore du domaine est constituée majori-

tairement d'espèces guinéo-congolaises (GC) soit 183 espèces (57 %) suivies des espèces de transition forêt-savanes ou de liaison guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (GC-SZ) avec 41 espèces soit 13 % de l'effectif total (Figure 2). Les espèces introduites (i) sont au nombre de 14 espèce (soit 4 %) et les espèces endémiques Ouest-africaines (GCW), sont au nombre de 22 espèces (soit 7 %). La répartition des autres espèces inventoriées selon la classification de White se présente comme suite : afro-tropicales (AT, 30 espèces, soit 9 %) ; pantropicales (Pan, 17 espèces, soit 5 %) ; espèces plurirégionales africaines (PA 13 espèces, soit 4 %) et les afro-américaines (Aam, 02 espèces, soit 1 %).



**Figure 2** : Spectre des types biologiques de la flore du milieu d'étude.

*Spectrum of biological types of flora in the study environment.*

**Légende** : mph - microphanérophytes, Mph - mésophanérophytes, Nph - nanophanérophytes, MPh - mégaphanérophytes, Gr- géophytes, H - hémicryptophytes, Ch. -chaméphytes, Th - thérophytes

**MODE DE DISSEMINATION**

Le spectre de dissémination des diaspores de la flore du domaine met en évidence une dominance de l'endozoochorie avec 212 espèces soit 66 % de l'effectif total. Les espèces anémochores sont aussi bien représentées dans le domaine. Nous avons inventorié 85 espèces soit 26 %. Les espèces épizoochories sont très peu présentes dans le domaine (15 espèces, soit 5 %). Les espèces barochories, avec seulement 08 espèces, soit 3 % de l'effectif total, sont moins représentées dans le domaine.

**DIVERSITE QUANTITATIVE DU SITE**

**Indice de diversité spécifique**

Deux indices ont été calculés à partir des parcelles disposées dans le domaine : l'indice de Shannon et l'indice d'Equitabilité de Piélou (Tableau II). Les indices de Shannon calculés varient de 1,69 à 4,70 entre les trois biotopes de la forêt. Ces valeurs indiquent que ces parcelles sont très diversifiées en espèces. L'indice d'Equitabilité calculé tend vers 1 sur l'ensemble des biotopes. L'indice d'Equitabilité calculé est égal à 0,85 pour la forêt ancienne

sur sol hydromorphe et 0,88 pour la jachère (Tableau II). Cela signifie que la répartition des espèces se fait de manière régulière, sans la

dominance d'une espèce par rapport aux autres dans ces deux biotopes. Un faible indice d'équitabilité a été obtenu après calcul au niveau de la forêt ancienne sur sol ferrallitique.

**Tableau II** : Liste des espèces commerciales et des espèces à statut particulier recensées dans la forêt privée d'Allany.

*List of commercial and special-status species recorded in the Allany private forest.*

**Légende** : UICN : VU -espèce vulnérable ; LC- préoccupation mineure ; LR/LC - risque faible ; LR - donnée insuffisante. AA- plantes rares, devenues rares et en voie d'extinction ou ne se rencontrant qu'exceptionnellement selon Aké-Assi ; Guinéo-congolaises endémiques ouest-africaines ; GCi : Guinéno-congolaises endémiques de Côte d'Ivoire.

N°	Espèces	Nom vernaculaire	Familles	Endémisme	UICN	AA (RDR/VE)
1	<i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W. F. Wright	Kpagbahin	Fabaceae		LC	
2	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.		Fabaceae		VU	
3	<i>Amorphophallus accrensis</i> N. E. Br.		Araceae	GCW		
4	<i>Annickia polycarpa</i> (DC.) Engl. et Diels		Annonaceae		VU	
5	<i>Baissea zygodioides</i> (K. Schum.) Stapf		Apocynaceae			
6	<i>Balanites wilsoniana</i> Dawe & Sprague		Zygophyllaceae		VU	
7	<i>Baphia nitida</i> Lodd.	Ébélé	Fabaceae		LC	
8	<i>Calpocalyx brevibracteatus</i> Harms		Fabaceae			
9	<i>Cola caricaefolia</i> (G. Don) K. Schum.		Malvaceae	GCW		
10	<i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott & Endl.		Malvaceae			AA
11	<i>Cola lateritia</i> K. Schum. var. <i>maclaudii</i> Brenan		Malvaceae		VU	
12	<i>Cola nitida</i> (Vent.) Schott & Endl.	Colatier	Malvaceae	GCW		
13	<i>Commelina benghalensis</i> L. var. <i>benghalensis</i>		Commelinaceae		LC	
14	<i>Commelina erecta</i> L. subsp. <i>erecta</i>		Commelinaceae		LC	
15	<i>Cordia platythyrsa</i> Bak.		Boraginaceae		VU	
16	<i>Dalbergia melanoxylon</i> Guill. & Perr.	Grenadille	Fabaceae		LR/nt	
17	<i>Dalbergia oblongifolia</i> G. Don		Fabaceae	GCW		
18	<i>Daniellia thurifera</i> Benn.		Fabaceae	GCW	VU	
19	<i>Dialium aubrevillei</i> Pellegr.		Fabaceae	GCW	VU	
20	<i>Diospyros heudelotii</i> Hiern		Ebenaceae	GCW		
21	<i>Diospyros vignei</i> White		Ebenaceae	GCW	VU	AA
22	<i>Ehretia trachyphylla</i> C. H. Wright		Boraginaceae	GCW	VU	
23	<i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C. DC.	Tiama	Meliaceae		VU	
23	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	Tchamantchan	Meliaceae		VU	
24	<i>Entandrophragma cylindricum</i> (Sprague) Sprague	Adoudikro	Meliaceae		VU	
25	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe et Sprague) Sprague	Sipo	Meliaceae		VU	



26	<i>Erythrina vogelii</i> Hook. f.		Fabaceae		AA
27	<i>Euadenia eminens</i> Hook. f.		Brassicaceae	GCW	
28	<i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr.	Bossé	Meliaceae		VU
29	<i>Guibourtia ehie</i> (A. Chev.) Léonard	Amazakoué	Fabaceae		LC
30	<i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill.	Boborou	Irvingiaceae		LR/nt
31	<i>Lannea nigritana</i> (Sc. Elliot) Keay var. <i>nigritana</i>		Anacardiaceae		AA
32	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) Berg.	Iroko brun	Moraceae		LR/nt AA
33	<i>Milicia regia</i> (A. Chev.) Berg.	Iroko jaune	Moraceae	GCW	VU AA
34	<i>Millettia lanne-poolei</i> Dunn		Fabaceae	GCW	VU
35	<i>Millettia zechiana</i> Harms		Fabaceae		LC
36	<i>Myrianthus libericus</i> Rendle		Moraceae	GCW	
37	<i>Nauclea diderichii</i> (De Wild. et Th. Due.) Merrill	Badi	Rubiaceae		VU
38	<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A. Chev.) Cap.	Kotibé	Malvaceae		VU
39	<i>Pouteria altissima</i> (A. Chev.) Baehni	Grogoli	Sapotaceae		LR/cd
40	<i>Scotellia klaineana</i> Pierre var. <i>klaineana</i>		Achariaceae	GCW	
41	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Pore-pore	Malvaceae		
42	<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Framiré	Combretaceae		VU
43	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum.	Samba	Malvaceae		LR/lc
44	<i>Xylopi villosa</i> Chipp.		Annonaceae		

### Ressemblance floristique entre les biotopes selon Sørensen

Le coefficient de similitude de Sørensen calculé entre les différents biotopes montre qu'il y a une grande similitude (homogénéité floristique) entre les forêts anciennes sur sol hydromorphe et les forêts anciennes sur sol ferrallitique (94,43 %). Elle est faible entre les forêts anciennes sur sol hydromorphe et la jachère (35,87 %). Mais est importante entre la jachère et les forêts anciennes sur sol ferrallitique (51,81 %).

### Valeur de la conservation de la biodiversité de ce site

Parmi les espèces recensées dans cette forêt, 14 (soit 4,27 % de l'effectif total) sont des espèces endémiques Ouest africaines (GCW). Dans cette forêt, il n'existe pas d'endémiques ivoiriennes. Néanmoins, de nombreuses espèces devenues rares en Côte d'Ivoire existent dans cette forêt. Il s'agit des espèces comme

*Annickia polycarpa* (DC.) Engl et Diels, de *Balanites wilsoniana* Dawe & Sprague, de *Cola lateritia* K. Schum. var. *maclaudii* Brenan, de *Dacryodes klaineana* (Pierre) H. J. Lam., de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr., d'*Occhthocosmus africanus* Hook.f. et de *Zanthoxylum leprieurii* Guill. & Perr. La confrontation de la liste générale des espèces du domaine avec celle de la liste rouge de l'UICN et la liste des espèces menacées de la flore ivoirienne, nous a permis d'identifier 31 espèces figurant sur la liste rouge de l'UICN (Tableau III) et 6 espèces (soit 1,11 %) figurant sur la liste de Aké-Assi, qu'on ne rencontre exceptionnellement en Côte d'Ivoire selon Aké-Assi. Parmi les 31 espèces de la liste rouge de l'UICN, 19 sont vulnérables (VU), 5 espèces sont à risque faible (LR) mais proche de la menace et 7 autres espèces à préoccupation mineure. La forêt renferme également 6 espèces considérées comme plantes rares, devenues rares ou ne se rencontrant qu'exceptionnellement (Tableau III).

**Tableau III** : Indices de diversité des biotopes étudiés.  
*Indices of diversity of the biotopes studied.*

Formations végétales	Indices de diversité	
	Indice de Shannon	Indice d'Equitabilité
Forêt ancienne sur sol hydromorphe	4,70	0,85
Forêt ancienne sur sol ferrallitique	3,65	0,88
Jachères	1,69	0,31

### Structure des peuplements, biomasse végétale et séquestration du carbone

Nous avons recensé 755 individus à dbh supérieur ou égal à 2,5 cm sur l'ensemble des biotopes. Ces individus ont été recensés sur une superficie de 2,8ha soit 269,64 pieds par hectare. La densité varie de 126 pieds/ha à 331 pieds/ha au niveau des différents biotopes (Tableau III). La plus forte densité est observée au niveau des forêts primaires ou forêts anciennes sur sol ferrallitique (331 pieds/ha) et la plus faible au niveau des jachères (126 pieds/ha). Les individus recensés sur l'ensemble des biotopes ont une aire basale de 1,86 m<sup>2</sup> pour les 2,8 ha avec une moyenne de 0,66 m<sup>2</sup>/ha. Les biomasses végétales aériennes pour les trois biotopes sont : 3545,85 (Kg/ha), 4204,23 (Kg/ha) et 5989,48 (Kg/ha) (Tableau IV). La biomasse aérienne moyenne de la forêt est 9746,57 Kg/ha. La

biomasse souterraine moyenne de la forêt est de 1895,85 Kg/ha. La biomasse exprimée dans les trois biotopes est égale à 20,77 t/ha. Ce qui correspond à un stock de carbone séquestré de 3,48 tC/ha. L'équivalent CO<sub>2</sub> est de 12,74 t CO<sub>2</sub>/ha. La distribution des tiges par classe de diamètre, est assimilable à une structure en « J inversé », traduisant une répartition décroissante des tiges d'arbres de petites classes de diamètre vers les grandes. Ce sont des peuplements avec une tranche jeune qui assure l'avenir des populations des espèces des différents biotopes. De même, la distribution des tiges par classe de hauteur montre que les arbres de hauteur compris [10-20] sont plus représentatifs dans les forêts anciennes sur sol hydromorphe et dans les forêts anciennes sur sol ferrallitique. Nos recherches montrent que les arbres dont la classe de hauteur est comprise entre [20-40] sont plus observés dans la forêt ancienne sur sol ferrallitique.

**Tableau IV** : Paramètres structuraux, biomasse aérienne, biomasse souterraine, masse du C et CO<sub>2</sub> dans les différents biotopes.

*Structural parameters, above-ground biomass, below-ground biomass, C mass and CO<sub>2</sub> in the different biotopes.*

	Groupes de relevés		
	Forêt ancienne sur sol hydromorphe	Forêt ancienne sur sol ferrallitique	Jachères
Densité (tiges/ha)	298	331	126
Aire basale (m <sup>2</sup> /ha)	2,40	14,20	14,50
Biomasse aérienne (Kg/ha)	3545,85	4204,23	5989,48
Biomasse souterraine (Kg/ha)	1799,22	2149,65	1738,69
Biomasse totale (t/ha)	6,66	7,96	6,15
Carbone séquestré (t/ha)	3,31	3,74	2,89
CO <sub>2</sub> équivalent (t/ha)	12,11	13,69	10,58

## DISCUSSION

Nos travaux ont permis de savoir que dans le domaine, il existe des jachères, des cultures vivrières. Dans ces milieux anthropisés notamment dans les jachères, nous avons inventoriés de nombreuses espèces à croissance rapide telle que (Kassi, 2006) : *Albizia zygia* (DC.) J. F. Macbr. et *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. Nos travaux ont permis d'inventorier 328 espèces, réparties en 233 genres et 75 familles. La forêt est diversifiée en témoigne l'analyse des indices de diversité et renferme, de nombreuses espèces à statut particulier. Les résultats montrent que la famille des Fabaceae reste la famille la plus fournie en espèces avec 39 espèces. Elle est suivie de la famille des Apocynaceae (23 espèces), des Rubiaceae (18 espèces), des Annonaceae et des Moraceae avec 12 espèces. Le spectre des types de diaspores de cette forêt révèle que la plupart des espèces rencontrées sont des espèces endozoochores (66 %) et anémochores (26 %). Les animaux jouent un rôle notable dans la dissémination et indirectement dans le bon fonctionnement généralement dans les forêts tropicales (Ehikpa *et al.*, 2018). Nos analyses montrent qu'il existe une grande similitude en les différents groupes de forêt. Ces espaces renferment de nombreuses espèces à statut particulier et des essences commerciales telles que : *Entandrophragma utilis* (Dawe & Sprag.) Sprague, *Entandrophragma angolense* (Welw.) C. DC., *Mansonia altissima* (A. Chev.) A. Chev. var. *altissima*, qui ont disparues de nos jours dans de nombreuses forêts en Côte d'Ivoire comme le signalaient Aké-Assi (1984) et Adingra et Kassi (2016). Pour ces auteurs, la couverture forestière de la Côte d'Ivoire qui, dans les années 1900, était de 16 millions d'hectares est passée à 2,5 millions d'hectares en 2000. Cette réduction des surfaces forestières montre l'ampleur de la déforestation en Côte d'Ivoire et l'urgence de la réhabilitation des espaces dégradés et de conserver ce qui reste. Pour Adingra et Kassi (2016), pour pouvoir orienter la conservation d'un site, il est nécessaire de disposer d'un maximum d'informations sur l'état de la végétation initiale et sur la biodiversité et si possible de la structure de la végétation.

Ainsi, l'étude de la structure de la végétation du domaine constitue notre deuxième apport dans l'analyse et/ou la description de la végétation du site. Pour Adingra et Kassi (2016),

généralement, l'étude de la structure de la végétation conduit à l'évaluation du stock de carbone grâce aux équations allométriques. Pour Gueulou *et al.* (2020), en réponse aux enjeux de la déforestation et du changement climatique, la Côte d'Ivoire s'est engagée depuis 2011 dans le mécanisme REDD+. Pour ces auteurs, ce mécanisme vise à réduire les émissions des gaz à effet de serre (GES) dues à la déforestation et à la dégradation des forêts. Il inclut les rôles de conservation, de gestion durable des forêts et d'accroissement des stocks de carbone pouvant contribuer à la lutte globale contre le changement climatique. Dès lors, nos travaux sont nécessaires et justifiés. Le domaine bien que composé en majeure partie de forêts « anciennes », comporte aussi quelques formations anthropisées qui ont leur rôle à jouer dans la séquestration du carbone. Nos travaux montrent que la structure diamétrique obtenue sur l'ensemble des 14 parcelles est typique aux forêts tropicales (Aké-Assi, 1984). L'analyse de la structure démographique des espèces donne une courbe en « J » inversé. Cela traduit, que le milieu soit naturel et donc stable ou qu'il soit en régénération, l'effectif des individus du peuplement forestier diminue régulièrement lorsqu'on passe des arbres de petits diamètres aux arbres de plus grands diamètres. Wala *et al.* (2005) ont fait le même constat. Pour eux, il s'agit d'un mécanisme de renouvellement du peuplement arborescent propre aux milieux tropicaux. L'étude de la structure de la végétation, de la biomasse végétale et la séquestration de carbone des espèces de la forêt, n'a concerné que les seules individus ligneux ayant un dbh supérieur ou égal à 2,5 cm inventoriés dans les quartozes parcelles. Néanmoins, il est important de souligner qu'il existe des travaux qui ont concerné que les individus dont le dbh est supérieur ou égal à 10 cm (Vroh *et al.*, 2014). Il est donc important de rappeler d'une part, que le nombre des individus recensés n'est donc pas exhaustif et, d'autre part, de souligner que nous avons seulement réalisé que 14 parcelles. Cependant, cette étude donne une idée de la nature et de la qualité des espèces d'arbres présentes dans cette forêt privée. Nous pouvons déjà signaler que les arbres de ce site contribuent à la réduction du dioxyde de carbone local. Pour Gueulou *et al.* (2020), la séquestration de carbone par les arbres est un important service écosystémique pour le bien-être des hommes dans cette région

de la Côte d'Ivoire. Cependant, pour estimer la quantité de carbone contenu dans un massif forestier, il faut mesurer toute la surface de ce massif puis mesurer la quantité de carbone par hectare (Adingra et Kassi, 2016), cela nous permettrait d'être plus précis. Le nombre « insuffisant d'inventaire forestier » pour l'estimation des stocks de carbone de cette forêt, ne limite cependant pas les possibilités de comparaison à d'autres travaux. Ainsi, nous pouvons confronter nos résultats à ceux issus de quelques recherches. La biomasse de la forêt privée d'Allany est de 7,42 t/ha. Gueulou et al. (2020) dans la réserve scientifique de Lamto ont estimé une biomasse de 47,25 t/ha. Ce qui est largement supérieures à celle estimée dans la présente étude. Les présents travaux montrent que les arbres de cette forêt ont une capacité de stockage de carbone de 174,32tC/ha. Il s'agit de la participation des espèces ligneuses supérieur ou égale à 2,5 cm de diamètres de cette forêt, à la réduction des gaz à effet de serre dont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Le dioxyde de carbone contribue au réchauffement climatique dans la sous-préfecture de Rubino et par extension dans la région de l'Agneby-Tiassa. Ce qui est très inférieur à celles de la forêt classée de Bamo, qui selon Adingra et Kassi (2016), séquestre 80,25 tC/ha pour le groupe de jachères jeunes et de 256,5 tC/ha pour le groupe de jachères âgées.

## CONCLUSION

Depuis plusieurs décennies, la Côte d'Ivoire voit ses écosystèmes naturels se réduire de façon dramatique sous l'effet de la pression anthropique. De cette pression, il résulte la disparition des espèces animales et végétales et les aires protégées ne sont pas non plus épargnées. Dès lors la création de forêt privée est encouragée et permettra de soutenir les aires protégées du domaine permanent afin de juguler le phénomène de destruction des écosystèmes naturels et de l'érosion de la biodiversité végétale et animale. Les aires protégées constituent l'élément clé de toute stratégie de conservation de la biodiversité en Côte d'Ivoire. Les jardins botaniques, les banques de graines hors des aires protégées de conservation sont peu ou pas développés raison pour laquelle il faut encourager toutes les initiatives privées. C'est ainsi que, l'opportunité nous a été donnée d'analyser la végétation d'une forêt privée à Allany dans la Sous-préfecture de Rubino.

Le domaine présente une grande diversité de formations forestières. La grande partie est constituée de forêts « anciennes », d'autres réduites à de faibles surfaces sont des jachères ou des cultures vivrières ou pérennes. La flore du domaine est estimée à 328 espèces qui se répartissent en 233 genres et 75 familles. Du point de vue de la composition floristique, cette forêt est riche en Fabaceae, en Apocynaceae, en Rubiaceae, en Malvaceae, en Annonaceae et en Moraceae. Cette flore renferme des espèces endémiques et des espèces à statuts particuliers. La flore du domaine est diversifiée avec une répartition équitable des espèces au sein des biotopes. Les 14 hectares ont une biomasse de 370,89 tonnes et séquestre 174,32 tonnes de carbone. Au sein des biotopes, les biomasses sont équivalentes alors qu'elles varient en fonction des paramètres structuraux (dbh et hauteur). Plus le diamètre de l'arbre est grand plus l'arbre a une biomasse élevée. Il en est de même pour la hauteur. Plus l'arbre est haut plus sa biomasse est élevée et plus il séquestre du carbone. Il est donc urgent d'impliquer davantage les populations riveraines dans la gestion des forêts en Côte d'Ivoire afin qu'elle ne les détruisent pas.

Les connaissances acquises sur le domaine sont aujourd'hui suffisantes pour utiliser les graines, les jeunes plans des espèces forestières du site dans des programmes de plantation d'arbres dans la Région d'Agboville ou ailleurs en Côte d'Ivoire. La création et la gestion des aires protégées ont plusieurs avantages. Elles permettent de montrer comment équilibrer conservation de la nature et développement économique. Elles assurent des services écosystémiques tels que la fourniture d'eau, le maintien d'un microclimat stable pour l'agriculture, la séquestration de carbone. Elles permettent de montrer comment l'intervention de l'homme affecte les écosystèmes et les habitats et réciproquement. En outre, elles permettent d'associer diversité culturelle et diversité biologique dans l'intérêt de la nature et des populations, protègent la diversité culturelle en soutenant les formes locales et autochtones de production et de consommation, permettent d'établir un lien écologique entre les zones protégées d'un paysage et enfin, servent de laboratoire d'étude des écosystèmes et leur mode de fonctionnement dans un environnement protégé. Eu égard aux résultats obtenus, nous recommandons à l'Etat ivoirien, la reconstitution des espaces dégradés en Côte d'Ivoire en générale, et en particulier, dans les aires

protégées. En perspective à ces travaux de Masters déjà réalisés dans ce domaine, il serait opportun de réaliser des recherches approfondies sur les épiphytes et les Ptéridophytes de cette forêt.

## REFERENCES

- Adingra OMMA. & Kassi N'.J. 2016. Dynamique de la végétation de Bamou et stocks de carbone dans la mosaïque de végétation. *European Scientific Journal*, 12 (18) : 359 - 374.
- Adjanohoun E., 1964. Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM, 7, Paris (France), 178 p.
- Aké-Assi L., 1984. Flore de la Côte d'Ivoire : Etude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse Doctorat d'Etat, Université Nationale d'Abidjan (Côte d'Ivoire), 1206 p.
- APG IV., 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181 : 1 - 20.
- Chave J., Rejou- Mèchain M., Burquez A., Chidumayo E., Colgan M., Delitti BC.W., Duque A, Eid T., Fearnside P., Fears L.M., Goodman C, R., Henry M., Inez-Yrizar A., Mugasha W., Mullerlandau CH., Mencuccini M., Nelson WB., Ngomanda A., Noguiera E., Malvavaissi OE., Pélissier R., Ploton P., Ryan C., Saldarriga J. & Vieilledenti G., 2014. Improved allometric models to estimate the above ground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* (2014) 20, 3177-3190, doi: 10.1111/gcb.12629. 14 p.
- Ehikpa N'MM., Adou LMD. & Kassi N'.J., 2018. Diversité floristique et valeur de conservation d'une forêt privée à Allany (Sud-Est, Côte d'Ivoire). *Revue Environnement et Biodiversité (REB-PASRES)*, Vol 3 (2) : 43 - 56.
- 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.
- Gueulou N., Douffi KGC., Soro Y., Moussa Koné 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*, Vol. 28 (3) : 682 - 689.
- Guillaumet J.-L. & Adjanohoun E., 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. In : Avenard JM., Eldin E., G. Girard, J. Sircoulon, P. Touchebeuf, JL. Guillaumet, E. Adjanohoun & A. Perraud. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires de l'ORSTOM 50 : 157 - 263.
- Jiagho ER., 2018. Flore et végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun) dynamiques et implications pour une meilleure gestion. Thèse Doctorat l'Université de Yaoundé I/ Université du Mans, 354 p.
- Kassi N'.J., 2006. Successions secondaires post-culturelles en forêt dense semi-décidue (Côte d'Ivoire): nature, structure et organisation fonctionnelle de la végétation. Thèse Doctorat, Université de Picardie Jules Verne d'Amiens (France), 212 p.
- 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). Vol. 1 (249 pp.), vol. 2 (257 pp.), vol. 3 (341 pp.) et vol. 4 (711 pp.).
- Lubalega T., 2016. Evolution naturelle des savanes mises en défens à Ibivillage, sur le plateau des Bateke, en République Démocratique du Congo. Thèse Doctorat, Université Laval Québec, Canada., 134 p.
- N'Guessan AE., Kassi N'.J., Yao NO., Amani HKB., Gouli GZR., Pioniot C., Irie Bi CZ. & Héroult B., 2019. Drivers of biomass recovery in a secondary forested landscape of West Africa. *Forest Ecology and Management*, Vol. 433 : 325 - 331.
- Pan Y, Birdsey A R, Fang J, Houghton R, Kauppi E. P., Kurz A. W, Phillips L. O, Shvidenko A, Lewis L.S, Canadell G. J, Ciais P, Jackson B. R, Pacala S, McGuire A. D, Piao S, Rautiainen A, Sitch S. & Hayes D., 2011. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Scienceexpress*. USA
- Senterre B., 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 345 p.
- Tchatat M., 1999. Produits forestiers autres que le bois d'œuvre (PFAB) : Place dans l'aménagement durable des forêts denses humides d'Afrique Centrale. Série FORAFRI, document 18, 95 p.
- Tuomisto H. 2011. Commentary : do we have a consistent terminology for species diversity ? Yes, if we chose to use it. *Oecologia*, 167 : 903 - 911.

- UICN (International Union for the Conservation of the Nature), 2020.- UICN Red List of Threatened Species. Version 2020.2. [Online] Available: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Vroh B.T. A., Tiébré MS. & 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) : 329 - 340.
- Wala K., Sinsin B., Guelly K. A., Kokou K. & Akpagana K., 2005. Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la Préfecture de Doufelegou (Togo). *Sécheresse*, 16 (3) : 209 - 216.