*Afrique* SCIENCE *18(6) (2021) 159 - 176*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.net


# Structure et diversité floristique en forêt dense de la Côte d'Ivoire

**François N'Guessan KOUAME[1*], Gilbert KOUAKOU[2], Chantal BAH-KOUAME[1] et Firmin Loukou KOUASSI[2]**

[1] *Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Pôle de Recherche Environnement et Développement Durable, Biodiversité et Ecologie Végétale, Laboratoire de Biologie Végétale, 31 BP 165 Abidjan 31, Côte d'Ivoire*
[2] *Bois Tropicaux d'Afrique, BP 196 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire*

(Reçu le 05 Avril 2021 ; Accepté le 29 Juin 2021)

* Correspondance, courriel : *fnkouame3@gmail.com*

## Résumé

Cette étude a pour objectif de présenter, pour la première fois, les caractéristiques de la végétation et de la flore de la forêt dense en Côte d'Ivoire, à travers une analyse des principaux paramètres de 27 forêts distribuées sur toute l'étendue du territoire. Le diamètre à hauteur de poitrine des arbres et arbustes de 10 cm minimum est le seul critère de prise en compte de ces plantes, dans 40 parcelles de 5000 m² chacune et établies dans les cinq types de forêt dense connues en Côte d'Ivoire, proportionnellement à l'étendue de chacun de ces types de forêt. Tous les sous-types de la forêt dense humide présentent les mêmes richesses floristiques et les mêmes paramètres de la structure que sont l'aire basale, la densité et le DHP total. Toutefois, la forêt dense sèche présente une aire basale plus faible par rapport à celle de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest, une densité plus faible par rapport à celle de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Est et un DHP total plus faible que tous les sous-types de la forêt dense humide. Une forte corrélation a été observée entre la longitude et tous les paramètres des forêts. Celle entre les précipitations annuelles et ces mêmes paramètres a montré des valeurs fortes sauf pour la densité. Certaines forêts denses humides semi-décidues sont moins diversifiées floristiquement que toutes les forêts denses sèches ; dans l'ensemble, ces deux types de forêt dense sont moins diversifiés que tous les sous-types de la forêt dense humide sempervirente.

**Mots-clés :** *types de forêt dense, richesse, abondance, dominance, facteurs de distribution.*

## Abstract

### Structure and floristic diversity in the dense forest of Côte d'Ivoire

This study aims to present, for the first time, the characteristics of the vegetation and flora of the rainforest in Côte d'Ivoire, through an analysis of the main parameters of 27 forests distributed throughout the territory. The diameter at breast height of trees and shrubs of at least 10 cm is the only criterion for taking these plants into account, in 40 plots of 5000 m² each and established in the five types of rainforest known in Côte d'Ivoire, proportionally to the extent of each of these forest types. All the humid rainforest subtypes exhibit the same richness in flora and the same structural parameters as basal area, density and total DBH. However, the dry rainforest has a lower basal area compared to the evergreen forest of the southwest, a lower density

compared to that of the evergreen forest of the southeast, and a lower total DBH than all humid rainforest subtypes. A strong correlation was observed between longitude and all forest parameters. That between annual rainfall and these same parameters showed strong values except for density. Some humid semi-deciduous forests are less floristically diverse than all dense dry forests; on the whole, these two dense forest types are less diverse than all the humid evergreen forest subtypes.

**Keywords :** *rainforest types, richness, abundance, dominance, distribution factors.*

## 1. Introduction

En Côte d'Ivoire, la forêt dense a été décrite, pour la première fois en 1892, par le Gouverneur Binger, après l'avoir traversée en 1889, lors de son voyage, qui a duré 30 jours, pour aller de Bondoukou à la côte, par la vallée du fleuve Comoé [1]. Il a écrit ceci à son sujet « partout, c'est la forêt vierge, l'imposante forêt tropicale, où il est presque impossible de circuler, etc. en travers des sentiers viennent s'enchevêtrer les immenses racines d'arbres gigantesques, etc. Les basses branches de ces végétaux commencent à 15 ou 20 m du sol et leur couronne se perd dans les cieux, etc. Aux branches sont suspendues d'immenses lianes qui atteignent bien souvent un diamètre de 10 à 15 cm, etc. Ni le vent, ni le soleil ne pénètrent dans cette immensité ». Cette diagnose de Binger fut suivie par celle de [2] en ces termes « la forêt vierge qui forme une parure et la richesse de cette contrée, est le principal obstacle à des études de la géographie physique et de la géographie économique. Ce n'est qu'après avoir passé des mois à parcourir ces bois immenses et ininterrompus que le voyageur arrive peu à peu à enchaîner les faits observés. Le règne végétal atteint ici sa plus haute expression. Tout lui est subordonné. L'homme est rivé au village qu'il habite. C'est à peine si des sentiers très peu apparents réunissent les points habités, les uns aux autres, etc. Nous ne pensons pas qu'elle mesure plus de 120 000 km² d'étendue, etc. ». La composition floristique de la forêt dense ivoirienne est l'une des plus connue en Afrique de l'Ouest de nombreux travaux de botanistes européens [1 - 7] couvrant l'époque coloniale jusqu'à la dernière décennie. Au lendemain de l'indépendance de la Côte d'Ivoire, plusieurs botanistes ivoiriens dont [8] s'est particulièrement intéressée à la composition floristique de l'ensemble du territoire ivoirien ; les autres tels que [9 - 11] ont axé leurs travaux sur des familles botaniques de la forêt dense ivoirienne. Les récentes études des botanistes ivoiriens ou non [12 - 18] allient l'étude de la richesse et la diversité floristiques et la structure dans certains endroits de la forêt dense ivoirienne. Ces études relatives, dans leur majorité, chacune à une entité de forêt dans une région de la forêt dense n'ont pas permis, à ce jour de caractériser, d'un seul tenant, la richesse et la diversité floristiques, d'une part, et la structure, d'autre part, de l'ensemble dense en Côte d'Ivoire. L'objectif de la présente étude est de caractériser la richesse et la diversité floristiques, et la structure de la forêt dense ivoirienne, d'une part, et d'explorer les facteurs environnementaux qui président à leur répartition. Comme le territoire ivoirien est parcouru par plusieurs types de forêt denses [19, 20], nous émettons les hypothèses selon lesquelles 1) les paramètres floristiques et structuraux seraient variables en fonction des types de forêt, 2) certains facteurs environnementaux seraient responsables de leurs variations.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Sites d'étude

L'étude a été menée dans 27 forêts denses de toute l'étendue du territoire ivoirien constituées par les forêts denses humides et la forêt dense sèche [21]. La forêt dense humide occupe la moitié Sud du pays et est située entre 4°20' et 8°20' N, et entre 2°50' et 8°05' O ***(Figure 1)***. Elle descend dans la zone centrale du pays jusqu'à 6°15' N où la savane fait une incursion en forme de V communément appelé V Baoulé [2, 22]. D'une superficie totale initiale de plus de 15 millions d'hectares [24], la forêt dense humide ivoirienne couvre moins

de 3 millions d'hectares de nos jours ***(Figure 1)***. Elle est constituée principalement de la forêt dense humide sempervirente et la forêt dense humide semi-décidue [19, 22, 23] répondant aux définitions physionomiques de forêt climatique de Yangambi [21]. Le type sempervirent, caractérisé par une pluviométrique annuelle supérieure à 1700 mm ***(Figure 1)*** et une saison sèche de moins de quatre mois [22, 23], est constitué de 4 faciès floristiques qui sont, respectivement, de la côte vers le continent, le faciès côtier, le faciès du Sud-Est, le faciès du Sud-Ouest, le faciès montagnard [20]. Le type semi-décidu s'étend de la limite Nord du type sempervirent jusqu'aux îlots forestiers de la savane guinéenne ***(Figure 1)*** et correspond à une pluviométrie annuelle de 1350 à 1700.

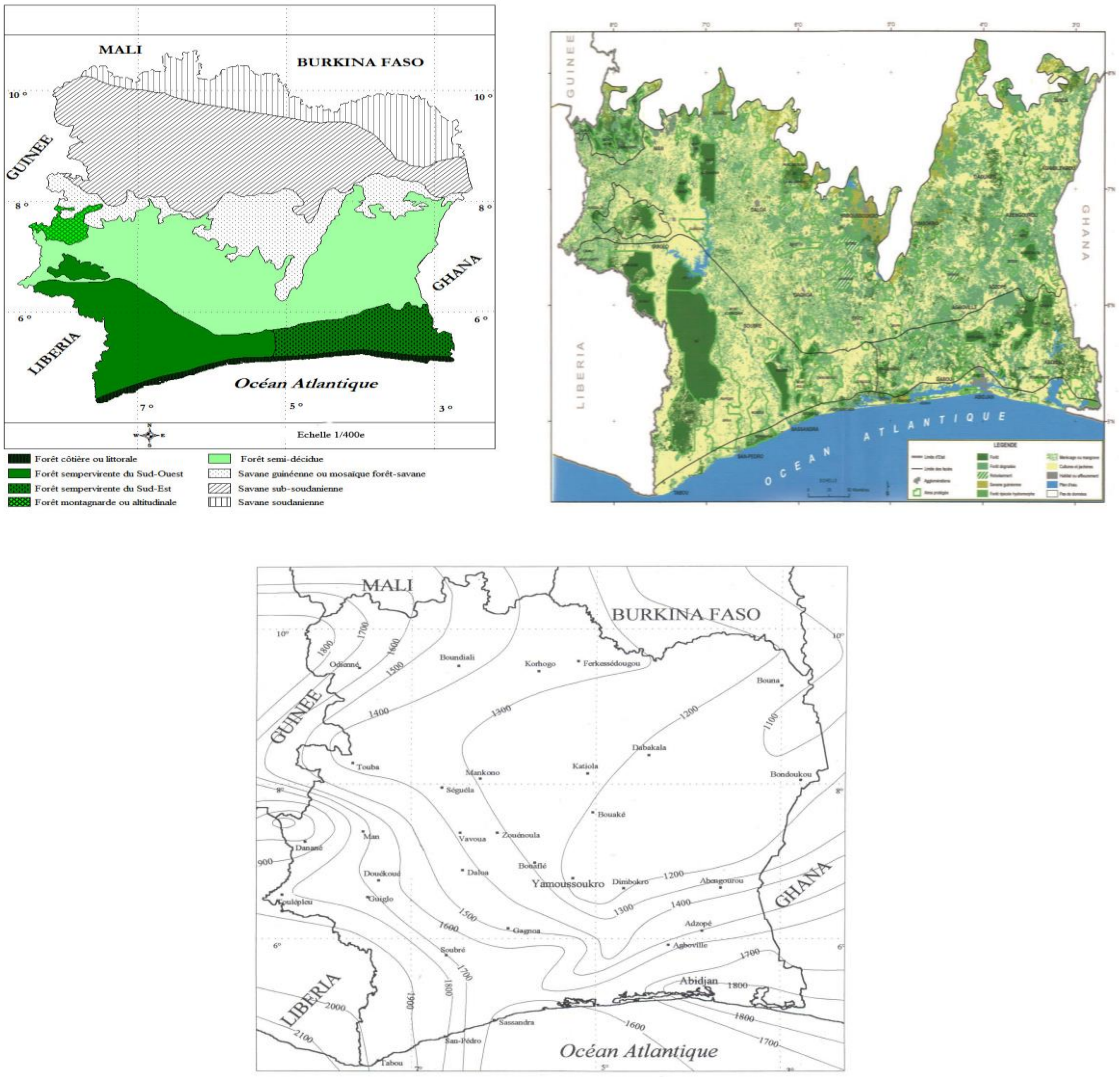



**Figure 1 :** *Cartes de végétation, d'occupation des sols et des isohyètes de la Côte d'Ivoire*

A gauche, végétation de la Côte d'Ivoire [20] ; au centre, occupation des sols de la zone de forêt dense humide en 2010 [14] ; à droite isohyètes de la Côte d'Ivoire en 1970 [25] mm ***(Figure 3)***. La forêt dense sèche rassemble les îlots forestiers des savanes sub-soudanaises et des savanes soudanaises, qui occupent la moitié Nord du pays, dont le total pluviométrique annuel est inférieur à 1350 mm ***(Figure 1)*** avec une saison sèche pouvant atteindre six mois [22, 23].

## 2-2. Échantillonnage

La méthode de collecte des données de terrain a consisté à mesurer, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) des arbustes et des arbres ayant un DHP minimum de 10 cm dans 40 parcelles rectangulaires de 25 m x 200 m, soit 5 000 m² par parcelle, équivalent à 20 ha de forêt dense au total. Le DHP est mesuré, à l'aide d'un ruban DHP de 3 m de longueur ou d'un compas forestier, à 1,30 m au-dessus du sol ou à 30 cm au-dessus des contreforts des arbres qui en disposent conformément à [26]. Les DHP sont enregistrées à leurs valeurs limite de dizaine de cm inférieur. A titre d'exemple, tous les individus ayant 10 cm $\leq$ DHP $<$ 20 cm sont enregistrés comme étant de DHP 10 cm. Les arbres et arbustes répondant à ce critère de DHP minimum de 10 cm ont été ensuite nommés botaniquement.

## 2-3. Analyses des données

### *2-3-1. Paramètres structuraux*

#### *2-3-1-1. DHP total, classes de DHP*

Le DHP total est la somme de tous DHP individuels mesurés dans une parcelle tandis que les classes de DHP sont la fréquence de tous ces DHP individuels. Ces deux variables ont été calculées parcelle et par type de forêt avant d'être comparées entre les forêts comme l'ont fait [27, 28]. Elles expriment la grosseur des arbres et des arbustes et la répartition de ceux-ci dans le milieu.

#### *2-3-1-2. Densité*

La densité, équivalente au nombre d'individus d'une espèce par unité de surface dans une parcelle, est la plus simple expression des paramètres de la structure de la végétation [29].

#### *2-3-1-3. Aire basale*

La dominance (aire basale ou surface terrière) d'une espèce, dans une parcelle, est la somme des aires basales de ses individus présents dans ladite parcelle. Les travaux de [30] préconisent la ***Formule*** suivante, lorsque les DHP sont en centimètre :

$$\text{Aire basale (AB)} = 0{,}00007854 \times DHP^2 \quad (1)$$

### *2-3-2. Paramètres floristiques*

#### *2-3-2-1. Richesse floristique*

La diversité floristique a été analysée en utilisant le nombre d'espèces dans chaque parcelle, considéré comme le premier paramètre de la diversité alpha [29, 32, 33].

#### *2-3-2-2. Indices de diversité*

Les trois indices de diversité [34 - 36] les plus couramment utilisés [37 - 39] auxquels a été ajouté l'indice de [40] ont servi à comparer la diversité floristique des forêts. L'indice de diversité de [34], noté D', mesure la probabilité pour que 2 individus pris au hasard, dans une communauté, appartiennent à la même espèce.

$$D' = 1 - \sum_{i=1}^{S}(\frac{n_i}{N})^2 \quad (2)$$

*avec, ni : le recouvrement moyen de l'espèce, i et N : le recouvrement total de toutes les espèces. La valeur de D' tend vers un maximum de 1 lorsque qu'il y a très peu d'espèces.*

L'indice de [35], qui est le plus recommandé pour vérifier la diversité de la richesse [41], est ci-dessous formulé :

$$H = -\sum_{i=1}^{S}(\frac{n_i}{N})log2(\frac{n_i}{N}) \quad (3)$$

*H' varie de 0 pour un peuplement monospécifique à lnS pour une distribution équitable de toutes les espèces.*

L'indice de [40] est une combinaison des deux précédents indices de diversité [41, 42] et est ainsi formulé :

$$\text{Hill} = \sum_{i=1}^{S} \exp[H]/(\frac{n_i}{N})^2) \quad (4)$$

*L'indice de Hill varie de 1 pour peuplement monospécifique à une distribution équitable de toutes les espèces.*

L'équitabilité de [36] ou *eveness* mesure le degré de diversité atteint par le peuplement et correspond au rapport entre la diversité effective H' et la diversité maximale théorique H'max.

$$J' = H'/\ln S \quad \text{avec} \quad \ln S = H'max \quad (5)$$

*où H' est l'indice de Shannon et S, la richesse spécifique. L'équitabilité varie entre 0, dans un peuplement où les espèces sont diversement distribuées, et 1 quand chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus.*

#### *2-3-3. Tests statistiques*

La distribution des données a été testée d'abord, d'abord, à l'aide du test de [42], qui a conclu à la normalité. Ensuite, le test paramétrique de Student pour la comparaison de plusieurs échantillons indépendants [29, 38, 39] a été utilisé avec le logiciel PASW Statistics version 18.0. Les données dans les types forêts ont été comparées à l'aide d'un test ANOVA tandis que celles dans les parcelles ont été analysées à l'aide d'une analyse en composante principale (ACP) avec le logiciel Statistica 13.2. Les corrélations entre les paramètres mesurés dans les différents types de forêt dense et les facteurs environnementaux ont été évaluées à travers une régression linéaire avec le logiciel PASW Statistics.

## 3. Résultats

### 3-1. Résultats globaux

La richesse totale en arbres et arbustes inventoriés dans les 40 parcelles est de 368 espèces, 223 genres et 49 familles. Le nombre total d'arbres et d'arbustes recensés dans l'ensemble des parcelles est 6 370 individus, soit 159 individus par parcelle. Ces arbres et arbustes représentent 52 690 cm de DHP, soit 1 317 cm de DHP par parcelle, qui équivalent 243,15 m²/20 ha, soit 6,08 m²/5000 m².

### 3-2. Structure de la végétation

#### *3-2-1. Densité*

La densité parcellaire de 5000 m² varie 87 individus en forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest à 385 individus en forêt dense humide semi-décidue. La densité moyenne par type de forêt indique une variation de 125 ± 37 ind./5000 m² en forêt dense sèche à, respectivement 180 ± 72 ind./5000 m² en forêt dense humide semi-décidue et 182 ± 38 ind./5000 m² en forêt dense humide sempervirente du Sud-Est ***(Figure 2A)***. Une faible densité significative en arbres et arbustes de DHP atteignant 10 cm a été détectée en forêt dense sèche comparativement à la forêt dense humide sempervirente du Sud-Est ***(Tableau 1, Figure 2B)***. Aucune différence significative n'a été trouvée entre tous les autres types de forêt dense en Côte d'Ivoire sur la base de leur densité ***(Tableau 1, Figure 2B)***. Une forte corrélation ($r = 0,43$ ; $P < 0,01$) négative a été observée entre la longitude et la densité ***(Figure 2C)***. Aucune corrélation ($r = 0,20$ ; $P > 0,05$) n'a été observée entre ni entre le total pluviométrique annuel et la densité, ni entre la latitude et la densité.

#### *3-2-2. DHP*

La somme totale des DHP par parcelle de 5000 m² fluctue entre 430 cm en forêt dense sèche et 2740 cm en forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest. La moyenne de ce DHP total est plus faible en forêt dense sèche, avec 897,69 ± 324,42 cm, et plus forte en forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest, 2042 ± 467,43 cm ***(Figure 3A)***. Tous les types de forêt dense humide en Côte d'Ivoire présentent des différences significatives avec la forêt dense sèche sur la base de la somme totale des DHP des arbres et arbustes atteignant 10 cm DHP ***(Tableau 1)***. En effet, la forêt dense sèche présente une faible somme totale des DHP par parcelle de 5000 m² par rapport, respectivement à la forêt dense humide sempervirente du Sud-Est et à la forêt dense humide semi-décidue ***(Tableau 1)***. Cette différence est encore plus forte comparativement aux valeurs obtenues dans les forêts sempervirentes montagnarde et sempervirente du Sud-Ouest ***(Tableau 1, Figure 3B)***. Aucune différence n'a été trouvée entre tous les types de forêt dense humide en Côte d'Ivoire, sur la base de la somme totale des DHP des arbres et arbustes de DHP atteignant 10 cm ***(Tableau 1, Figure 3B)***. Une très forte corrélation ($r \geq 0,60$ ; $P < 0,001$) positive a été observée entre le total pluviométrique annuel et le DHP total ***(Figure 3C)***, d'une part, et négative notée entre la longitude et le DHP total ***(Figure 3D)***, d'autre part. La distribution des arbres et arbustes en fonction des DHP dans les différents types de forêt dense en Côte d'Ivoire ***(Figure 4A)*** montre des écarts parfois très grands entre les plus gros arbres au sein du même type de forêt. Cet écart est plus large, d'une valeur de 300 cm, entre le plus gros DHP minimum (FSW40) et le plus gros DHP maximum (FSW39), dans les forêts sempervirentes du Sud-Ouest ***(Figure 4B)***. Le plus faible écart entre les plus gros arbres du même type de forêt dense est observé parmi la forêt dense humide sempervirente montagnarde (FM24 et FM26), avec une valeur de 110 cm ***(Figure 4C)***. Tous les autres types de forêt dense en Côte d'Ivoire ont montré une valeur intermédiaire de l'écart entre les valeurs extrêmes du DHP des plus gros arbres au sein de chaque type de forêt ***(Figure 4D)***, par rapport à celle de forêt dense humide sempervirente montagnarde et celle de la forêt dense humide sempervirente du Sud- Ouest. Même les quelques gigantesques arbres qui surplombent la canopée de la forêt.

**Tableau 1 :** *Valeurs moyennes comparatives de la richesse floristique et des paramètres structuraux des forêts ivoiriennes*

| Types de forêts denses | Paramètres | Montagnardes (N = 3) | Sempervirentes Est (N = 5) | Sempervirentes Ouest (N = 5) | Semi-décidues (N = 14) | Sèches (N = 13) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Montagnarde | Richesse | | | | | |
| | Densité | | | | | |
| | Aire basale | | | | | |
| | DHP total | | | | | |
| Sempervirentes Est | Richesse | 0,27 NS | | | | |
| | Densité | 2,27 NS | | | | |
| | Aire basale | 0,80 NS | | | | |
| | DHP total | 0,17 NS | | | | |
| Sempervirentes Ouest | Richesse | 0,39 NS | 0,12 NS | | | |
| | Densité | 0,82 NS | 0,58 NS | | | |
| | Aire basale | 1,83 NS | 0,78 NS | | | |
| | DHP total | 1,52 NS | 1,01 NS | | | |
| Semi-décidues | Richesse | 1,40 NS | 2,11 NS | 1,82 NS | | |
| | Densité | 1,41 NS | 0,86 NS | 0,53 NS | | |
| | Aire basale | 0,39 NS | 0,82 NS | 1,46 NS | | |
| | DHP total | 2,09 NS | 2,30 NS | 2,45 NS | | |
| Sèches | Richesse | 2,03 NS | 0,72 NS | 1,85 NS | 2,22 NS | |
| | Densité | 1,80 NS | 3,73 * | 2,23 NS | 2,47 NS | |
| | Aire basale | 1,72 NS | 1,28 NS | 3,82 * | 1,80 NS | |
| | DHP total | 6,54 ** | 3,24 * | 5,42 ** | 3,21 * | |

*NS : test non significatif (P ≥ 0,05), * : test significatif (P < 0,05), ** : test très significatif (P < 0,01)*

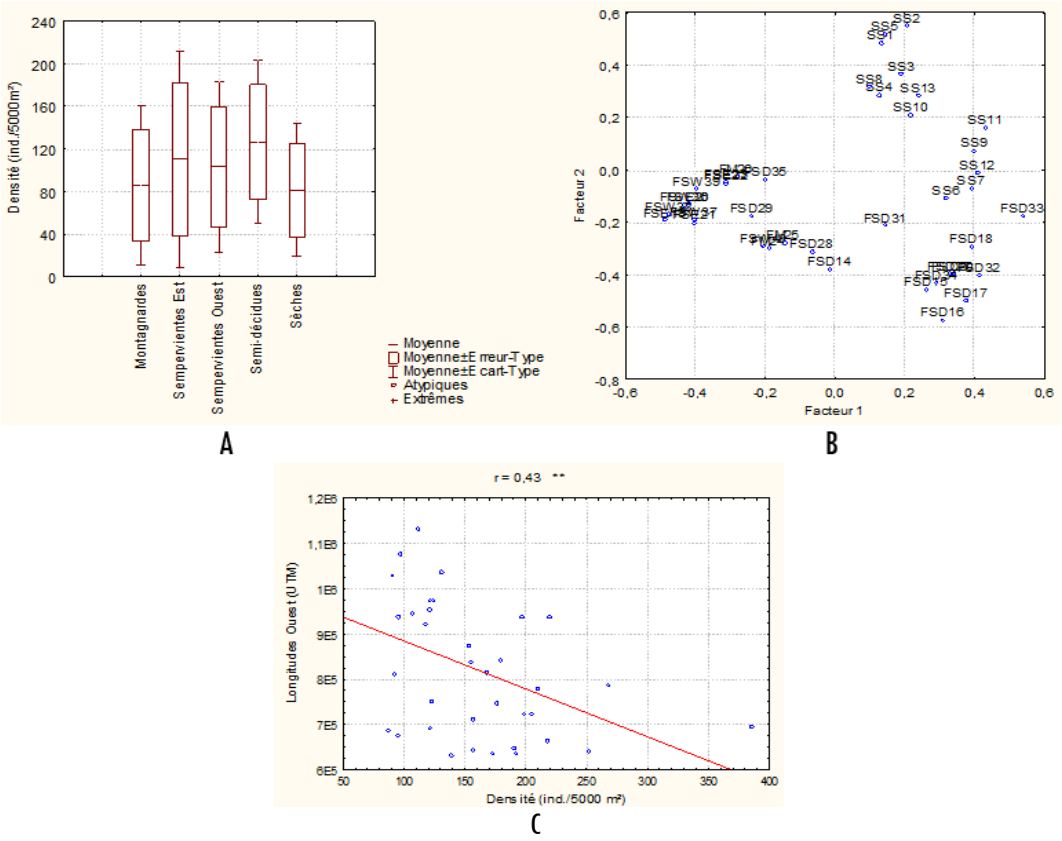
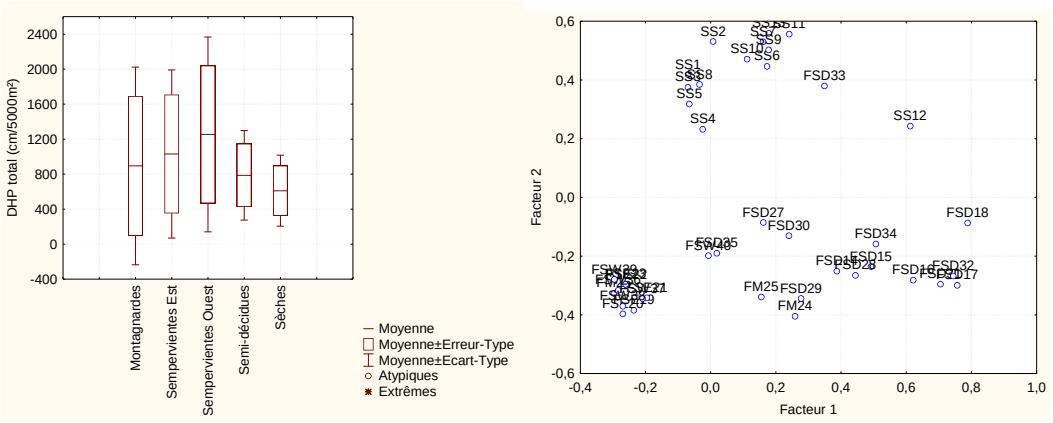



**Figure 2 :** *Distribution de la densité dans les différents types de forêt*

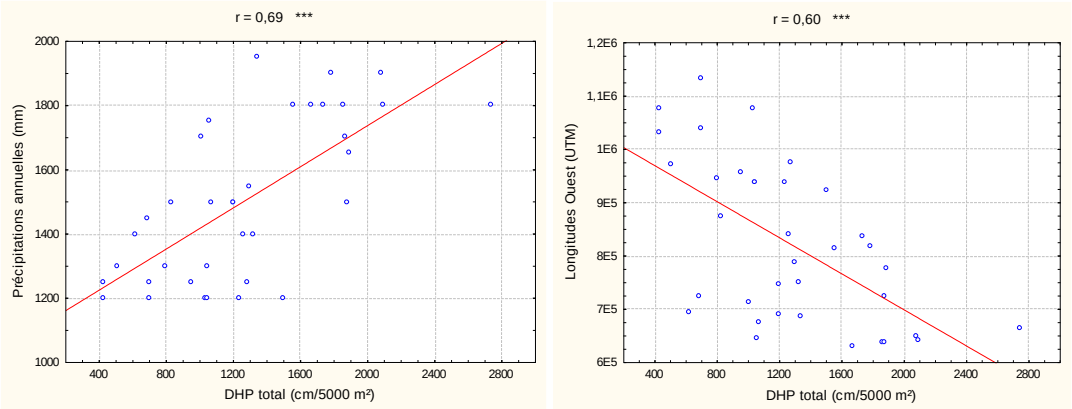
*A : Boîte à moustache de la densité moyenne, B : Ségrégation des types de forêt en fonction de la densité, C : Régression linéaire entre la longitude et la densité*




A B

**Figure 3 :** *Distribution du DHP total dans les différents types de forêt*

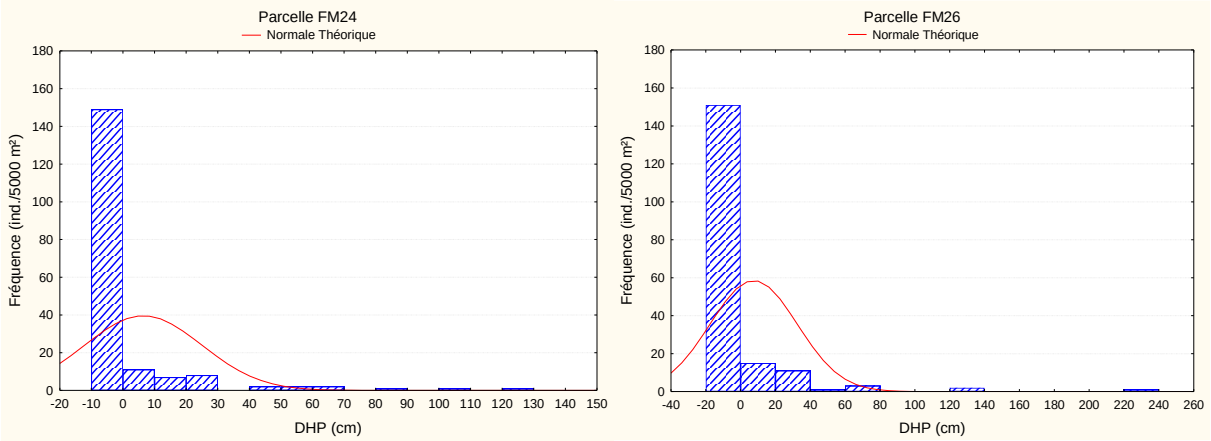
*A : Boîte à moustache du DHP total, B : Ségrégation des types de forêt en fonction du DHP*



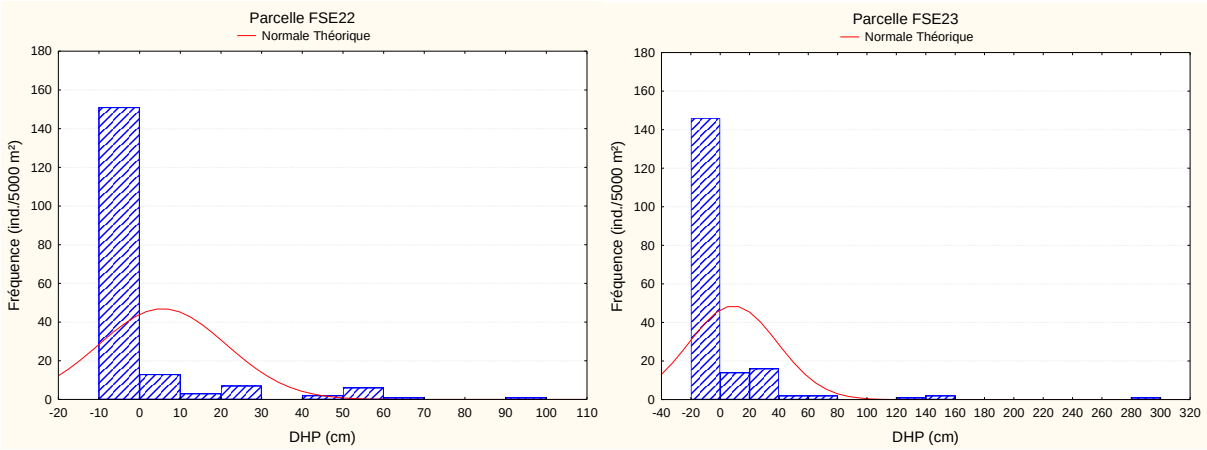

C D

**Figure 3 (suite) :** *Distribution du DHP total dans les différents types de forêt*

*C : Régression linéaire entre le total pluviométrique annuel et le DHP total, D : Régression linéaire entre la longitude et le DHP total*



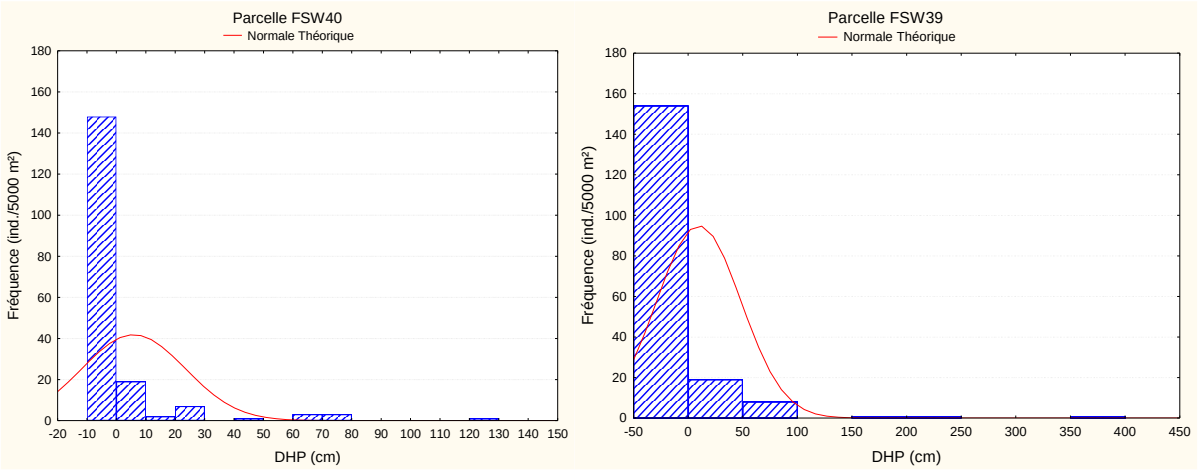

A




B

**Figure 4 :** *Histogramme de distribution des arbres et arbustes en fonction du DHP*

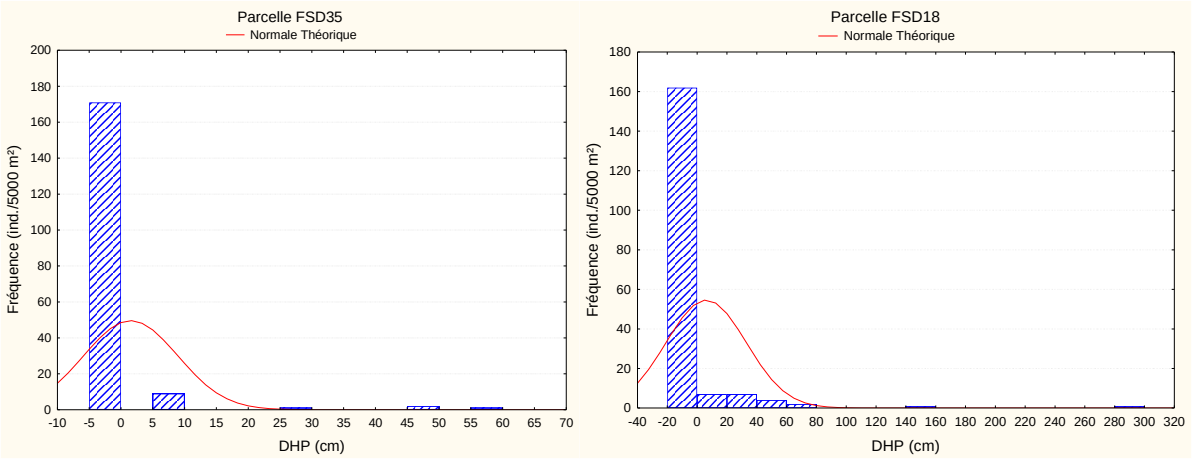
*A : Parcelles montrant les valeurs extrêmes du plus gros arbre en forêt dense humide montagnarde, B : Parcelles montrant les valeurs extrêmes du plus gros arbre en forêt dense humide sempervirente du Sud-Est*



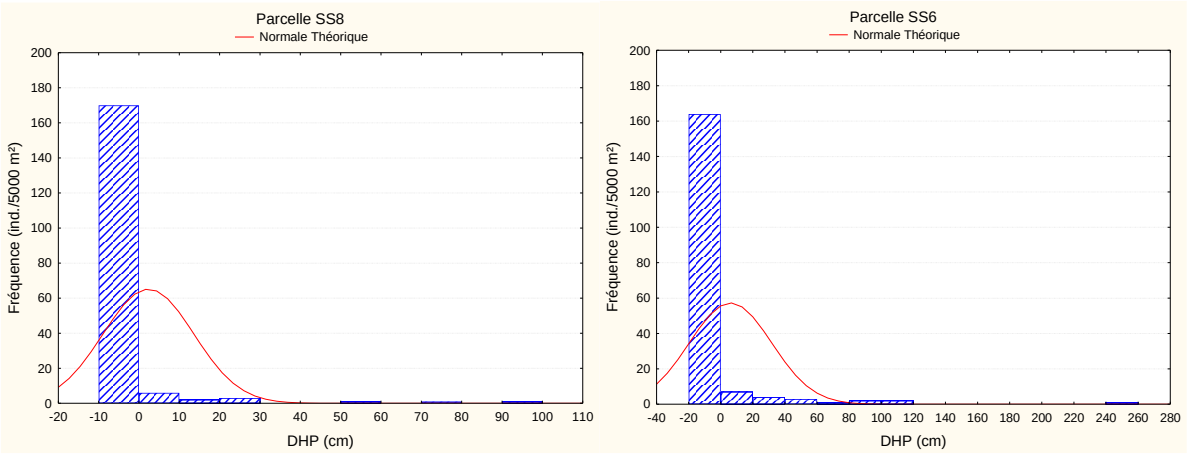

C

**Figure 4 (suite) :** *Histogramme de distribution des arbres et arbustes en fonction du DHP*

*C : Parcelles montrant les valeurs extrêmes du plus gros arbre en forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest*




D




E

**Figure 4 (fin) :** *Histogramme de distribution des arbres et arbustes en fonction du DHP*

*D : Parcelles montrant les valeurs extrêmes du plus gros arbre en forêt dense humide semi-décidue,*
*E : Parcelles montrant les valeurs extrêmes du plus gros arbre en forêt dense sèche*

dense sèche ***(Figure 5)*** n'ont pas permis d'obtenir les plus grands écarts entre les plus gros dans ce type de forêt.

**Figure 5 :** *Très large Ceiba pentandra (Malvaceae) en forêt dense sèche de Kani*

### *3-2-3. Aire basale*

L'aire basale parcellaire varie entre 1,92 m²/5000 m² en forêt dense sèche et 12,90 m²/5000 m² en forêt dense humide semi-décidue. La valeur moyenne par type de forêt dense est comprise entre 4,22 ± 1,92 m²/5000 m² en forêt dense sèche et 8,57 ± 2,54 m²/5000 m² en forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest ***(Figure 6A)***. Une faible aire basale significative des arbres et arbustes de DHP de 10 cm a été détectée en forêt dense sèche comparativement à la forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest ***(Tableau 1, Figure 6B)***. Aucune différence significative n'a été trouvée entre tous les autres types de forêt dense en Côte d'Ivoire sur la base de leur aire basale ***(Tableau 1, Figure 6B)***. Une forte corrélation positive ($r = 0,43$ ; $P < 0,01$) a été observée entre le total pluviométrique annuel et l'aire basale ***(Figure 6C)***. Cette corrélation est plus forte ($r = 0,55$ ; $P < 0,001$) mais négative entre la longitude et l'aire basale ***(Figure 6D)***.

### 3-3. Richesse et diversité floristique

La richesse floristique parcellaire de 5000 m² varie de 13 espèces en forêt dense sèche à 64 espèces en forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest. La moyenne de cette richesse par type de forêt varie de 22 ± 7 espèces en forêt dense sèche à 49 ± 6 espèces en forêt dense humide montagnarde ***(Figure 7A)***. Aucune différence significative n'a été trouvée entre tous les types de forêt dense en Côte d'Ivoire sur la base de leur richesse en arbres et arbustes de DHP atteignant 10 cm ***(Figure 7B, Tableau 1)***. Une très forte corrélation positive ($r = 0,76$ ; $P < 0,001$), d'une part, et négative ($r = 0,62$ ; $P < 0,001$), d'autre part, a été observée entre la richesse floristique et, respectivement, le total pluviométrique annuel ***(Figure 7C)*** et la longitude ***(Figure 7D)***. Aucune corrélation ($r = 0,04$ ; $P > 0,05$) n'a été observée entre la richesse floristique et la latitude. Tous les indices de diversité floristique indiquent que les forêts sempervirentes sont les plus diversifiées, avec à leur tête la forêt dense humide sempervirente montagnarde, alors que la forêt dense sèche est la moins diversifiée ***(Tableau 2)***.

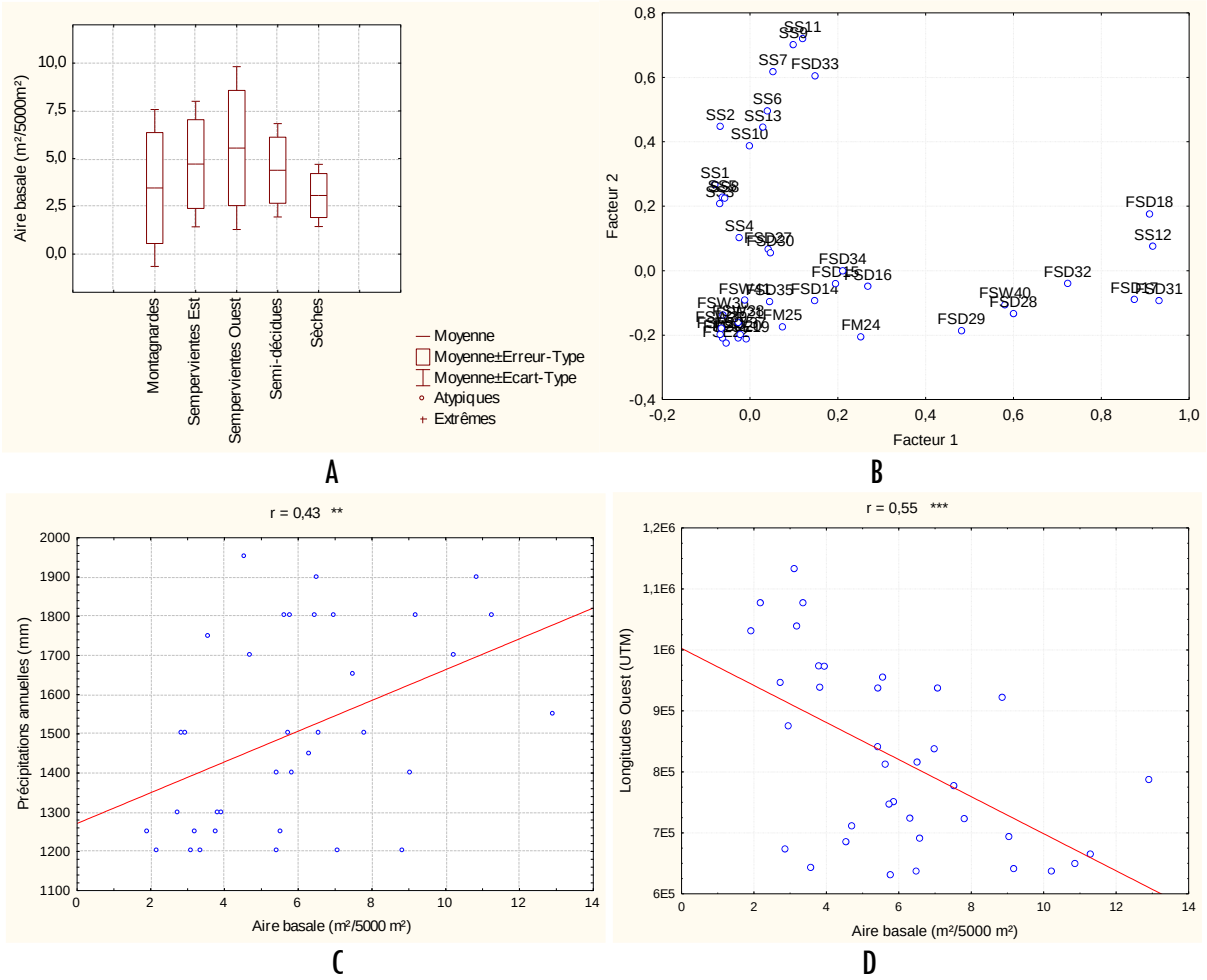
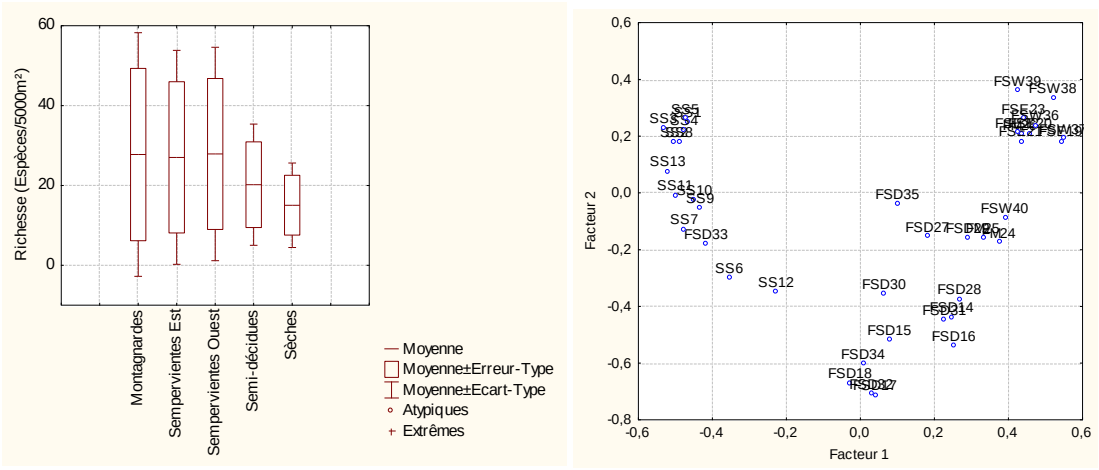



**Figure 6 :** *Distribution de l'aire basale dans les différents types de forêt*

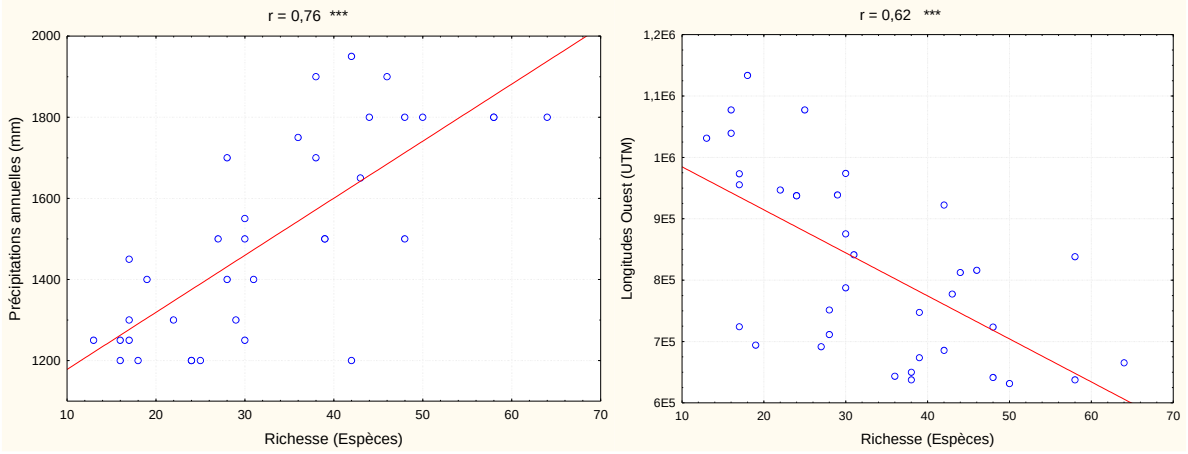
*A : Boîte à moustache d'aire basale moyenne, B : Ségrégation des types de forêt en fonction de l'aire basale, C : Régression linéaire entre le total pluviométrique annuel et l'aire basale, D : Régression linéaire entre la longitude et l'aire basale*




A B

**Figure 7 :** *Distribution de la richesse floristique dans les différents types de forêt dense*

*A : Boîte à moustache de la richesse floristique moyenne, B : Ségrégation des types de forêt en fonction de la richesse floristique*




C D

**Figure 7 (fin) :** *Distribution de la richesse floristique dans les différents types de forêt dense*

*C : Régression linéaire entre la richesse floristique et le total pluviométrique annuel, D : Régression linéaire entre la richesse floristique et la longitude*

**Tableau 2 :** *Valeurs des indices de diversité floristique des forêts ivoiriennes*

| Types de forêts denses<br>Indices de diversité | | Montagnardes (N = 3) | Sempervirentes Est (N = 5) | Sempervirentes Ouest (N = 5) | Semi-décidues (N = 14) | Sèches (N = 13) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Simpson | Minimum | 0,96 | 0,89 | 0,92 | 0,47 | 0,76 |
| | Maximum | 0,99 | 0,99 | 0,95 | 0,94 | 0,95 |
| | Moyenne | 0,97 | 0,93 | 0,95 | 0,82 | 0,86 |
| Shannon-Weaver | Minimum | 1,82 | 1,80 | 3,25 | 1,14 | 1,87 |
| | Maximum | 3,57 | 3,42 | 3,62 | 3,53 | 3,38 |
| | Moyenne | 2,55 | 2,84 | 3,42 | 2,56 | 2,47 |
| Piélou | Minimum | 0,44 | 0,44 | 0,87 | 0,38 | 0,66 |
| | Maximum | 0,94 | 0,87 | 0,91 | 0,96 | 0,91 |
| | Moyenne | 0,66 | 0,75 | 0,89 | 0,74 | 0,80 |
| Hill | Minimum | 438,93 | 151,65 | 378,00 | 6,65 | 27,22 |
| | Maximum | 1506,83 | 1359,36 | 844,43 | 523,96 | 643,47 |
| | Moyenne | 998,96 | 546,88 | 655,09 | 218,56 | 159,32 |

## 4. Discussion

### 4-1. Densité et DHP

La très faible densité parcellaire de 87 ind./5000 m² en forêt dense sempervirente du Sud-Ouest, comparativement à la densité moyenne par type de forêt, qui se situe entre 125 ± 37 ind./5000 m² en forêt dense sèche et, respectivement 180 ± 72 ind./5000 m² en forêt dense humide semi-décidue et 182 ± 38 ind./5000 m² en forêt dense humide sempervirente du Sud-Est serait imputable aux activités humaines. En effet, à l'exception du Parc National de Taï, qui n'a jamais fait l'objet d'exploitation forestière dans le type de forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest, toutes les autres forêts de ce type ont été longuement et fortement exploités pour leurs bois d'œuvre. Les activités de cette exploitation forestière ciblent les arbres ayant un DHP ≥ 60 cm [13, 14] mais touchent aussi toutes les autres catégories de plantes lors des déplacements des machines et pendant la chute des arbres exploités. Ainsi, l'absence des arbres de DHP ≥ 60 cm sur les histogrammes de distribution du DHP est en grande partie imputable à l'exploitation forestière. Mais, cette absence peut s'expliquer par le processus de la dynamique de croissance naturelle de la végétation forestière [12]. La très forte densité parcellaire de 385 ind./5000 m² en forêt dense humide semi-décidue, par rapport à l'intervalle de densité moyenne précédemment cité par type de forêt provient également des activités humaines par le biais de l'enrichissement des forêts dégradées en espèces de bois d'œuvre. La SODEFOR qui a en charge la gestion des forêts classées en Côte d'Ivoire y entreprend des activités liées à cette gestion dont l'enrichissement [43]. Ainsi, la parcelle dont la densité est évaluée à 385 ind./5000 m² en forêt dense humide semi-décidue a été enrichie de espèces de bois d'œuvre qui sont *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), originaire d'Amérique Tropicale, et *Tectona grandis* L.f. (Lamiaceae), originaire d'Asie du Sud-Est. De plus, les 385 individus de cette parcelle appartiennent à 63,11 % à *C. odorata* L. et à 26,75 % à *T. gandis*. L'introduction de ces espèces de bois d'œuvre en Côte d'Ivoire n'est pas récente mais elle s'est amplifiée avec le temps. Ainsi, [44] ont estimé à 21 000 ha de plantations à *T. grandis* L.f. réalisés entre 1963 et 1993. La place des densités parcellaires au-delà de la valeur minimale de 87 ind./5000 m² , d'une part, et la valeur de 170 cm de l'écart entre le plus DHP minimum et le plus gros DHP maximum, d'autre part, en forêt dense sèche contredisent la pensée préconçue qui stipule que ce type forêt dense en Côte d'Ivoire est tellement pauvre en bois de diamètre exploitables. En plus, la seule et faible différence a été observée uniquement entre ce type de forêt

dense et la forêt dense humide sempervirente du Sud-Est pour les arbres et les arbustes de 10 cm ≤ DHP < 20 cm. Les densités parcellaires de 87-385 ind./5000 m² ou par type de forêt dense de 125 ± 37 ind./5000 m² à 182 ± 38 ind./5000 m² obtenues dans la présente étude sont comparables à celles des forêts tropicales du monde entier [13, 14, 43]. La plus forte densité de 385 ind./5000 m² se situe entre les 739 ind./ha au Madagascar et les 880 ind./ha en Equateur [45] qui sont parmi les plus fortes densités connues de la forêt dense tropicale. La forte corrélation négative ($r > 0,43$ ; $P < 0,01$) entre la longitude et respectivement la densité et le DHP total démontre que les activités humaines ont conduit à une baisse plus forte de ces deux paramètres dans les forêts de l'Ouest ivoirien par rapport à celles de l'Est. La très forte corrélation positive ($r = 0,69$ ; $P < 0,001$) entre le total pluviométrique annuel et le DHP total révèle l'importance des précipitations annuelles dans le développement des arbres et arbustes des forêts denses en Côte d'Ivoire.

### 4-2. Aire basale

Les plus faibles valeurs de 1,92 m²/5000 m² de l'aire basale parcellaire et de 4,22 ± 1,92 m²/5000 m² de l'aire basale moyenne par type de forêt obtenues toutes les deux dans la forêt dense sèche, en débit d'une absence de différence de densité, comparativement aux types de forêt dense en Côte d'Ivoire, démontrent que la majorité des arbres dans la forêt dense sèche ne sont pas de très gros DHP. Des travaux menés par [13, 44] ont montré que même si les arbres de 280 cm DHP ont été rencontrés dans la forêt dense sèche, leur fréquence y est plus faible que dans les forêts denses humides où parfois des arbres de 450 cm DHP ont été recensés accroissant ainsi de façon substantielle l'aire basale. Les valeurs de l'aire basale obtenues dans cette étude sont faibles comparativement à celles des forêts tropicales du monde entier [13, 14, 43]. Cette faiblesse des valeurs de l'aire basale des forêts denses en Côte d'Ivoire observée serait beaucoup plus imputable à la prise en compte des DHP pendant la méthode d'inventaire qu'à la réalité du terrain. Selon [13], toutes les valeurs intermédiaires des DHP entre deux dizaines de cm consécutives non considérées lors de l'inventaire sont de nature à rabaisser les valeurs réelles des DHP dont est tributaire l'aire basale. Les corrélations entre le total pluviométrique annuel, d'une part, et la longitude, d'autre part, et l'aire basale trouvent leurs explications dans celles évoquées précédemment avec la densité et le DHP total.

### 4-3. Diversité floristique

Les plus faibles valeurs de 13 espèces/5000 m² de la richesse floristique parcellaire et de 22 ± 7 espèces/5000 m² de la richesse moyenne par type de forêt obtenues toutes les deux dans la forêt dense sèche démontrent la plus grande pauvreté de la richesse de ce type de forêt comparativement aux types de forêt dense en Côte d'Ivoire. Ce qui est confirmé par les valeurs moyennes de tous les indices de diversité. Toutefois, l'absence de différence significative de la richesse floristique entre tous les types de forêt dense en Côte d'Ivoire démontre combien de fois les sous-types de forêt dense humide sont parfois appauvris par les activités humaines pour avoir le même niveau de la richesse de la forêt dense sèche. Les plus faibles valeurs du minimum de tous les indices de diversité dans la forêt dense humide semi-décidue corroborent cet état de fait. La parcelle FSD35, qui a fourni la plus forte densité de cette étude, mais dont près de 90 % des individus appartiennent à *C. odorata* L. et *T. gandis* L.f., a présenté les valeurs de 0,47 pour l'indice de Simpson, de 1,14 pour l'indice de Shannon-Weaver, de 0,38 pour l'indice de Piélou et de 6,65 pour l'indice de Hill. La richesse floristique de cette parcelle est évaluée à 15 espèces/5000 m² très proche des 13 espèces/5000 m² en forêt dense sèche représentant la plus faible richesse floristique obtenue dans cette étude. La richesse floristique parcellaire maximale de 69 espèces/5000 m² en forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest et la valeur moyenne maximale de 49 ± 6 espèces/5000 m² forêt dense humide sempervirente montagnarde sont comparables à la richesse floristique obtenue dans un hectare de forêt dense humide dans plusieurs régions de la Côte d'Ivoire [13, 14, 17, 18], à celles de la forêt de Korup au

Cameroun et de la forêt d'Ituri en République Démocratique du Congo [45]. Cependant, elles sont beaucoup plus pauvres que la forêt de Yasuni en Équateur et la forêt de Pasoh en Malaisie péninsulaire où la richesse d'un hectare de parcelle est fixée à 251 et 206 espèces, respectivement [45]. [46] ont attribué la plus faible diversité alpha des forêts tropicales africaines par rapport à leurs homologues amazoniennes aux variations climatiques dans les deux régions. Les forêts mésophytiques mélangées de Chine et Sud-Est américaines, qui sont les plus riches parmi les forêts tempérées [46] hébergent 20 à 30 espèces chacune. Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaner obtenues s'inscrivent, à l'exception de forêt dense humide semi-décidue, dans l'intervalle de valeurs de 1,6 à 4,36 connues pour certaines forêt en Côte d'Ivoire [17, 18] et dans celui des valeurs de 3,31 à 4,22 provenant de la forêt de la région Sud du Brésil [45]. Les valeurs des indices de Hill, Pielou et Simpson sont similaires à celles obtenues en forêt dense humide semi-décidue de Duekoué et en forêt dense humide sempervirente de Scio [16]. Les études menées par [47] afin établir une relation entre la richesse floristique et les paramètres environnementaux tels que la latitude, les précipitations, le sol, l'altitude et le continent, ont conclu que l'augmentation du nombre d'espèces avec les quantités de précipitations n'est formelle que dans les forêts néotropicales. La très forte corrélation positive ($r = 0, 76$ ; $P < 0,001$) observée entre la richesse floristique et le total pluviométrique annuel dans cette étude contredit cette assertion de [48] démontrant ainsi que l'influence des précipitations sur la richesse floristique en forêt dense tropicale africaine. Dans son étude de la répartition des arbres de plus de 70 cm DHP, dans les forêts denses humides du Sud-Est du Libéria et du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, [48] avait déjà constaté que la richesse floristique des arbres était maximale dans les zones de forêts à conditions pluviométriques intermédiaires, où l'aire de répartition des espèces de la forêt dense sempervirente et celle des espèces de la forêt dense semi-décidue se superposaient. L'absence de corrélation ($r = 0,04$ ; $P > 0,05$) entre la richesse floristique et la latitude, d'une part, et la très forte corrélation négative ($r = 0,62$ ; $P < 0,001$) entre la richesse floristique et la longitude, d'autre part, démontrent qu'en Côte d'Ivoire, la richesse floristique dans la forêt dense ne dépend que de la longitude parmi les coordonnées géographiques. Cet impact de la longitude est en partie responsable de l'existence de gradient floristique signalé au Sud-Ouest et au Sud-Est de la Côte d'Ivoire [20, 48, 49].

## 5. Conclusion

La présente étude a permis d'observer que tous les sous-types de la forêt dense humide présentent les mêmes richesses floristiques et les mêmes paramètres de la structure que sont l'aire basale, la densité et le DHP total. La forêt dense sèche a présenté une aire basale plus faible par rapport à celle de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Ouest, une densité plus faible par rapport à celle de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Est et un DHP total plus faible que tous les sous-types de la forêt dense humide. Ainsi, l'hypothèse de cette étude qui stipule que les paramètres floristiques et structuraux serait variables en fonction des types de forêt est vérifiée uniquement pour les paramètres structuraux. Une forte corrélation négative a été observée entre la longitude et tous les paramètres des forêts. Celle positive entre les précipitations annuelles et ces mêmes paramètres a montré des valeurs fortes sauf pour la densité. Certaines forêts denses humides semi-décidues sont moins diversifiées floristiquement que toutes les forêts denses sèches ; dans l'ensemble, ces deux types de forêt dense sont moins diversifiés que tous les sous-types de la forêt dense humide sempervirente. Les influences de la longitude et du total pluviométriques sur la richesse floristique et les paramètres structuraux confirment la seconde hypothèse de cette étude qui stipule certains facteurs environnementaux seraient responsables des variations de la richesse et de la structure des types de forêt dense en Côte d'Ivoire.

## Références


[1] - A. CHEVALIER, Biogéographie et Écologie de la forêt dense ombrophile de la Côte d'Ivoire. *Revue de Botanique Appliquée à l'Agriculture Tropicale*, tome 28, N° 305-306 (1948) 101 - 115

[2] - A. CHEVALIER, La forêt vierge de la Côte d'Ivoire. *Géographie,* 17 (1908) 201 - 210

[3] - J. DE KONING, La forêt du Banco. I. La forêt. II. La flore. Thèse de Doctorat, Wageningen Agricultural University, 2 tomes (1983) 1077 p.

[4] - A. AUBREVILLE, Flore forestière de la Côte d'Ivoire. CTFT Nogent-sur-Marne, Vol. 3, (1936) 1043 p.

[5] - J.-L. GUILLAUMET, Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire). ORSTOM, Paris, (1967) 247 p.

[6] - W. D. HAWTHORNE et C. JONGKIND, Woody plants of western African forests. A guide to the forest trees, shrubs and lianes from Senegal to Ghana. *Kew Publishing*, UK, (2006) 1023 p.

[7] - J. HUTCHINSON et J. M. DALZIEL, Flora of West Tropical Africa. 2e ed., Vol. 4, (1954-1972) 1945 p.

[8] - L. AKE ASSI, Flore de la Côte d'Ivoire : étude descriptive et biogéographique, avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de Doctorat ès-Sciences Naturelles, FAST, Université d'Abidjan, (1984) 1205 p.

[9] - G. J. LOROUGNON, Les Cyperacées forestières de la Côte d'Ivoire. Mém. ORSTOM n° 58, Paris, (1972) 102 p.

[10] - A. P. ASSEMIEN, Contribution à l'étude systématique des Rubiacées d'Afrique Occidentale de la tribu des Spermacocées. *Annales de la Faculté des Sciences Université de Dakar*, tome 9 (1963) 5 - 49

[11] - D. TRAORE, Contribution à l'étude monographique des Cypérées de Côte d'Ivoire. Thèse Doctorat 3e cycle, FAST, Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, (1980) 172 p.

[12] - J.-L. DEVINEAU, Structure et dynamique de quelques forêts tropophiles de l'Ouest africain (Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat d'État, Université de Paris VI, (1984) 294 p.

[13] - F. N. KOUAME, Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat 3e Cycle, UFR Biosciences, Université Cocody-Abidjan, (1998) 227 p.

[14] - F. N. KOUAME, Structure de la végétation, flore et régénération des forêts classées de Duekoué et de Scio dans la zone de forêt dense humide de l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, (2016) 285 p.

[15] - F. N. KOUAMÉ, O. A. AHIMIN, M. N. K. BORAUD et E. K. N'GUESSAN, Floristic diversity under anthropogenic activities in the protected forests of Duekoué and Scio in southwestern Côte d'Ivoire. *African Journal of Plant Science,* 9 (3) (2015) 128 - 146

[16] - F. N. KOUAMÉ, E. Y. AMONKOU, M. N. K. BORAUD et E. K. N'GUESSAN, Structure of Duekoué and Scio protected forests under anthropogenic activities in southwestern Côte d'Ivoire. *Global Advanced Research Journal of Plant Science,* 1 (2015) 1 - 15

[17] - A. BAKAYOKO, Influence de la fragmentation forestière sur la composition floristique et la structure végétale dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse Doctorat, Botanique, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, (2005) 229 p.

[18] - T. A. VROH BI, Evaluation de la dynamique de la végétation dans les zones agricoles d'Azaguié (Sud-Est, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, (2013) 162 p.

[19] - Y. MONNIER, Carte de la végétation de la Côte d'Ivoire. In : P. Vennetier & G. Laclavère (eds) : Atlas de Côte d'Ivoire. 2e éd., Jeune Afrique, Paris, (1983) 72 p.

[20] - F. N. KOUAME et I. A. ZORO BI, Nouveau découpage de la zone de forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. *Sciences et Nature,* Vol. 7, (2) (2010) 177 - 194

[21] - J.-L. TROCHAIN, Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale. *Bulletin Institut Études Centrafricaines*. Nouv. Sér., 13/14 (1957) 55 - 93

[22] - J.-L. GUILLAUMET et E. ADJANOHOUN, La végétation de la Côte d'Ivoire. *In* : J. M. AVENARD, M. ELDIN, G. GIRARD, J. SIRCOULON, P. TOUCHEBEUF, J.-L. GUILLAUMET, E. ADJANOHOUN et A. PERRAUD (eds). Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, (1971) 157 - 266

[23] - J.-L. GUILLAUMET, Végétation. A6a. In : ANONYME (eds). Atlas de Côte d'Ivoire. Ministère Plan Côte d'Ivoire/IGT-Université d'Abidjan/ORSTOM, (1979) 72 p.

[24] - CHATELAIN, H. DAO, L. GAUTIER et R. E. SPICHIGER, Forest cover changes in Côte d'Ivoire and Upper Guinea. *In* : L. POORTER, F. BONGERS, F. N. KOUAME et W. D. HAWTHORNE (eds). Biodiversity of West African forests. An ecological Atlas of woody plant species. CABI Publishing, UK, (2004) 15 - 32

[25] - J. C. COMBRES et M. ELDIN, Éléments généraux du climat. *In* : Anonyme (eds). Atlas de Côte d'Ivoire. Ministère Plan Côte d'Ivoire/IGT-Université d'Abidjan/ORSTOM, (1979) 72 p.

[26] - CTFT, Memento du forestier. Ministère de la Coopération au Développement, Paris, (1989) 1266 p.

[27] - W. BONOU, R. GLÈLÈ KAKAÏ, A. E. ASSOGBADJO, H. N. FONTON et B. SINSIN, Characterisation of *Afzelia africana* Sm. habitat in the Lama forest reserve of Benin. *Forest Ecology and Management*, 258 (2009) 1084 - 1092

[28] - G. HOUÉTO, B. FANDOHAN, A. OUÉDRAOGO, E. E. AGO, V. K. SALAKO, A. E. ASSOGBADJO, R. GLÈLÈ KAKAÏ et B. SINSIN, Floristic and dendrometric analysis of woodlands in the Sudano-Guinean zone : a case study of Belléfoungou forest reserve in Benin. *Acta Botanica Gallica*, 159 (4) (2013) 387 - 394

[29] - J. FOWLER, L. COHEN et P. JARVIS, Practical statistics for field biology. Wiley, 2e ed., (1999) 259 p.

[30] - R. LARSEN, Natural Resource Biometrics, (1999), www.oak.snr.missouri.edu/ nr3110/topics/basal-area.php.

[31] - R. HÉDL, M. SVÁTEK, M. DANCAK, A. W. RODZAY, M. A. B. SALLEH et A. S. KAMARIAH, A new technique for inventory of permanent plots in tropical forests: a case study from lowland Dipterocarp forest in Kuala Belalong, Brunei Darussalam. *Blumea*, 54 (2009) 124 - 130

[32] - K. J. GASTON, Species richness : measure and measurement. In: K. J. Gaston (eds). Biodiversity, Biology of numbers and difference. *Blackwell Science*, (1996) 77 - 113

[33] - H. TUOMISTO, Commentary: do we have a consistent terminology for species diversity? Yes, if we choose to use it. *Oecologia*, 167 (2011) 903 - 911

[34] - H. SIMPSON, Measurement of diversity. *Nature*, 163 (1949) 688

[35] - E. SHANNON, The mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27 (1948) 379 - 423 and 623 - 656

[36] - C. PIELOU, The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical Biology*, 13 (1966) 131 - 144

[37] - P. GREIG-SMITH, Quantitative plant Ecology. Studies in Ecology 9. Blackwell scientific publications. Third ed., (1983) 359 p.

[38] - R. MEAD, R. N. CURNOW et A. M. HASTED, Statistical methods in agriculture and experimental Biology. Chapman & Hall; New Delhi, (1993) 415 p.

[39] - L. J. YOUNG et J. H. YOUNG, Statistical Ecology. A population perspective. *Kluwer Academic Publishers* USA, (1998) 565 p.

[40] - M. O. HILL, Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54 (1973) 427 - 432

[41] - J. GRALL J. et N. COÏC, Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Rebent, Université de Brétagne Occidentale, (2006) 90 p.

[42] - S. S. SHAPIRO et M. WILK, An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52 (3 - 4) (1965) 591 - 611

[43] - F. N. KOUAME, Végétation, flore et régénération en forêts classées de Côte d'Ivoire. Editions universitaires européennes, Saarbrüken, (2017) 285 p.

[44] - B. DUPUY et D. VERHAEGEN, Le Teck de plantation *Tectona grandis* en Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques*, 235 (1993) 9 - 24

[45] - J. GHAZOUL et D. SHEIL, Tropical forest ecology, diversity and conservation. OXFORD Press, (2010) 516 p.

[46] - I. PARMENTIER, A. MALHI, B. SENTERRE, R. J. WHITTAKER, A. T. D. N. , A. ALONSO, M. P. B. BALINGA, A. BAKAYOKO, F. BONGERS, C. V. CHATELAIN, J. A. COMISKEY, R. CORTHAY, M.-N. DJUIKOUO-KAMDEM, J.-L. DOUCET, L. GAUTIER, W. D. HAWTHORNE, ISSEMBE, F. N. KOUAMÉ, L. A. KOUKA, M. E. LEAL, J. LEJOLY, S. L. LEWIS, L. NUSBAUMER, M. P. E. PARREN, K. S.-H. PEH, O. L. PHILLIPS, L. POORTER, D. SHEIL, B. SONKÉ, M. S. M. SOSEF, T. C. H. SUNDERLAND, J. STROPP, H. TER STEEGE, M. D. SWAINE, M. G. P. TCHOUTO, B. S. VAN GEMERDEN, J. L. C. H. VAN VALKENBURG et H. WÖLL, 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 (2007) 1058 - 1071

[47] - A. H. GENTRY, Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 75 (1988) 1 - 34

[48] - R. S. A. R. VAN ROMPAEY, Forest gradients in West Africa : a spatial gradient analysis. Thèse Doct., Univ. Wageningen, (1993) 142 p.

[49] - L. POORTER, F. BONGERS, N. F. KOUAMÉ et W. D. HAWTHORNE (eds), Biodiversity of West African forests. An ecological Atlas of woody plant species. CABI Publishing, UK, (2004) 521 p.