

# REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE



UFR AGROFORESTERIE

Année Académique

2017-2018

## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de :

MASTER

D'AGRICULTURE ET FORESTERIE

Option : FORESTERIE

Présenté par

**AKAFFOU Eric Tanguy**

---

### THEME :

**Répartition spatiale de quatre espèces arborescentes  
prépondérantes dans trois fragments de la forêt classée du  
Haut-Sassandra  
(Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)**

Numéro d'ordre :

.../2019

Date de soutenance : 05 Juin 2019

### Jury

M. KOUASSI Kouadio Henri	Maître de Conférences	UJLoG,	Président
M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas	Maître de Conférences	UJLoG,	Directeur scientifique
M. KPANGUI Kouassi Bruno	Maître-Assistant	UJLoG,	Encadreur
M. VOUI Bi Bianuvrin Noël Boué	Maître-Assistant	UJLoG,	Examineur

## TABLE DES MATIERES

	Pages
TABLE DES MATIERES.....	i
DEDICACE.....	iv
AVANT-PROPOS.....	v
REMERCIEMENTS.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ANNEXES.....	x
INTRODUCTION.....	1
PARTIE 1 : GENERALITES.....	1
1.1. Présentation de la zone d'étude.....	3
1.1.1. Situation géographique de la forêt classée du Haut Sassandra.....	3
1.1.2. Climat.....	4
1.1.3. Sol et sous-sol.....	4
1.1.4. Végétation.....	5
1.2. Structure des peuplements forestiers.....	5
1.2.1. Paramètres structuraux non spatialisés.....	5
1.2.1.1. Structure floristique.....	5
1.2.1.2. Densité et surface terrière.....	6
1.2.1.3. Structure diamétrique.....	6
1.2.2. Structuration spatiale.....	7
1.2.2.1. Structure spatiale verticale.....	7
1.2.2.2. Structure spatiale horizontale.....	7
1.2.2.2.1. Définition et caractéristiques.....	7
1.2.2.2.2. Origine du concept de la structure horizontale des formations arborescents.....	8
1.2.2.2.3. Principaux types de configuration spatiales des communautés végétales.....	9

1.2.2.2.4. Méthodes d'analyse de la structure spatiale horizontale .....	10
1.2.2.2.4.1. Méthodes basées sur l'abondance des individus.....	10
1.2.2.2.4.2. Méthodes dépendantes des distances .....	11
1.2.2.2.4.2.1. Méthodes d'analyse à l'échelle unique.....	11
1.2.2.2.4.2.2. Méthodes d'analyse multi-échelles .....	14
PARITE 2 : MATERIEL ET METHODES .....	16
2.1. Matériel .....	16
2.1.1. Matériel biologique .....	16
2.1.2. Matériel technique.....	16
2.1.2.1. Matériel de terrain.....	16
2.1.2.2. Matériel de traitement de données .....	16
2.2. Méthodes .....	16
2.2.1. Collecte de données.....	16
2.2.1.1. Description du dispositif .....	16
2.2.1.2. Mesure des paramètres dans les parcelles permanentes.....	17
2.2.2. Traitement des données .....	18
2.2.2.1. Richesse spécifique.....	18
2.2.2.2. Types biologiques et des affinités chorologiques .....	18
2.2.2.3. Diversité floristique.....	19
2.2.5. Diversité structurale de la végétation .....	19
2.2.6. Prépondérance des espèces végétales.....	20
2.2.6.1. Valeur d'importance des espèces végétales .....	20
2.2.6.2. Identification des types de diaspores des espèces prépondérantes .....	21
2.2.7. Détermination de l'arrangement spatiale horizontale des espèces prépondérantes	21
2.2.8. Analyse des données .....	23
PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION .....	23
3.1. Résultats.....	23
3.1.1. Richesse floristique .....	23
3.1.2. Composition floristique .....	23

3.1.3. Diversités floristique et structurale de la végétation .....	24
3.1.4. Distribution des tiges par classes de diamètre .....	25
3.1.5. Prépondérance des espèces arborescentes .....	25
3.1.5.1. Valeur d'importance des espèces végétales .....	25
3.1.5.2. Type des diaspores des espèces prépondérantes.....	26
3.1.5.3. Structure diamétrique des espèces prépondérantes.....	26
3.1.6. Organisation spatiale horizontale des espèces arborescentes .....	28
3.1.6.1. Organisation spatiale horizontale à l'échelle de la parcelle .....	28
3.1.6.2. Organisation spatiale horizontale à l'échelle des espèces prépondérantes .....	30
3.1.7. Relations entre les espèces prépondérantes .....	35
3.1.7.1. Relations interspécifiques entre les espèces prépondérantes .....	35
3.1.7.2. Relations intraspécifiques entre les sous populations des espèces .....	38
3.2. Discussion .....	43
3.2.1. Variation de la diversité de la flore ligneuse des parcelles permanentes .....	43
3.2.2. Organisation spatiale des communautés végétales .....	44
3.2.3. Potentialité de reconstitution de la flore des parcelles permanentes.....	45
CONCLUSION.....	48
REFERENCES .....	50
ANNEXES .....	56

## **DEDICACE**

*Je dédie ce mémoire, fruit de plusieurs mois d'étude et de sacrifices,*

*A mon défunt père, AKAFFOU Assi Clément*

*A ma chère mère, THAKOI Boko Hélène que je remercie sans cesse pour ses prières et ses conseils,*

*A mon père adoptif, AKAFFOU Doffou Selastique qui a toujours fait de son mieux pour me soutenir dans mes études,*

*A tous ceux que j'aime et spécialement à mes frères et sœurs adorables, AKAFFOU Evrard Fabrice, AKAFFOU Guy Armand et AKAFFOU Marie Christelle.*

## **AVANT-PROPOS**

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet « Une reconstitution naturelle de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (RN-FCHS) après abandon des activités agricoles est-elle possible ? » financé par le programme Sud Expert Plantes Développement Durable (SEP2D), l'Agence Française du Développement (AFD), le Fonds Français pour l'Environnement Mondial et l'Institut de Recherche et de Développement (IRD).

Ce projet exécuté par le Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement (GRIEPE) de l'Université Jean Lorougnon Guédé a également bénéficié du soutien de la Société de Développement des Forêts (SODEFOR) pour l'accès à la Forêt Classée du Haut-Sassandra.

Le choix du thème de cette étude nous a paru intéressant pour comprendre la répartition des communautés d'espèces dans la FCHS et identifier les conditions environnementales qui contraignent cette répartition afin de modéliser les aires de distribution des communautés d'espèces.

Nos travaux se sont limités à la caractérisation de la structure spatiale horizontale des populations arborescentes dans la Forêt Classée du Haut-Sassandra. Nous pensons que les données obtenues au cours de cette étude serviront de base pour des études approfondies sur la dynamique de régénération, de croissance et de structures des espèces arborescentes de la FCHS.

## REMERCIEMENTS

Le présent mémoire qui est l'aboutissement d'un travail de recherche a été rendu possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

Au Professeur TIDOU Abiba Sanogo, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé et à ses collaborateurs, nous exprimons nos sincères remerciements pour avoir créé un cadre propice aux études.

Au Docteur TRAORE Karidia, Maître de conférences, Directrice de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) en Agroforesterie et à toute son équipe, nous voulons témoigner toute notre reconnaissance pour la sollicitude permanente dans la formation et l'encadrement des étudiants.

Nous remercions tous les membres du Jury qui ont accepté de juger notre travail.

Nous adressons nos sincères remerciements au Docteur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de conférences, Directeur scientifique de ce mémoire, qui n'a ménagé aucun effort en créant les conditions favorables pour le bon déroulement de ce travail. Merci Docteur pour votre accueil chaleureux, vos conseils avisés et votre soutien.

Une mention spéciale est réservée à mon encadreur, Docteur KPANGUI Kouassi Bruno, Maître-Assistant, pour l'intérêt qu'il a continuellement accordé à cette étude. Ses conseils, ses encouragements, sa franchise, ses orientations pertinentes et sa disponibilité ont été d'un grand intérêt.

Nos gratitude vont à l'endroit des Docteurs SANGNE Yao Charles, BAMBA Issouf, N'GOURAN Pierre, KOFFI N'Guessan Achille, KOUAKOU Akoua Tamia Madeleine et KOUAKOU Kouassi Apollinaire qui, à travers leur sens de l'écoute, leur rigueur scientifique et leurs critiques permanentes ont contribué à l'amélioration de ce travail.

Nous tenons, également, à remercier Messieurs KOUA Kadio Attey Noël, KOUMAN Kouame Jean Marc, Mesdemoiselles ZANH Golou Gizèle, ASSALE Adjo Annie Yvette et TIMITE Nakouana. Nous vous exprimons notre reconnaissance pour vos critiques, votre soutien moral et vos encouragements.

Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers les amis et mémorants qui nous ont apporté leur soutien moral tout au long de notre démarche. Enfin, je tiens à témoigner toute ma gratitude à ma famille pour tout leur amour et leur soutien inestimable.

## **LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES**

### **Types biologiques**

me : mésophanérophyte (arbre ou liane de 8 à 32 m de hauteur)

mg : mégaphanérophyte (arbre ou liane de plus de 32 m de hauteur)

mi : microphanérophyte (arbuste de 2 à 8 m de hauteur)

na : nanophanérophyte (arbuste de 0,25 à 2 m de hauteur)

### **Affinités chorologiques**

GC : taxon de la région guinéo-congolaise (forêt dense humide)

GC-SZ : taxon de la zone de transition entre la région Guinéo-Congolaise et la région Soudanienne

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

i : espèces introduites ou cultivées

SZ : taxon de la région soudano-zambézienne (savanes, forêts claires et steppes de cette région)

### **Autres**

DBH : Diameter at Breast Height ou diamètre à hauteur de poitrine

FCHS : Forêt Classée du Haut-Sassandra

GRIEPE : Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement

UFR : Unité de Formation et de Recherche



## **LISTE DES TABLEAUX**

	Pages
Tableau I : Richesse floristique des différents milieux en fonction des classes de diamètres .	23
Tableau II : Indice de diversité et de structures des milieux inventoriés .....	24
Tableau III : Liste des espèces prépondérantes dans les différents fragments étudiés .....	26

## LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Localisation de la Forêt Classée du Haut-Sassandra .....	3
Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1989 à 2018 .....	4
Figure 3 : Illustration des différentes structures spatiales .....	10
Figure 4 : Illustration schématique de la « Nearest-Neighbor Method », A, B, C et D représentent des arbres voisins .....	12
Figure 5 : Méthode du T-Square Sampling. O, A et B représentent des arbres .....	13
Figure 6 : Dispositif de collecte de données. A : schéma du dispositif d'étude ; B : mise en place des quadras (5 m x 5 m) dans les parcelles (photo, Akaffou, 2019).....	17
Figure 7 : Mesure des coordonnées cartésiennes des arbres. A : méthode de Picard & Gourlet- Fleury (2008) ; B : Prise des coordonnées cartésiennes (photo, Akaffou, 2019).....	18
Figure 8 : Proportion des espèces selon leurs types biologiques.....	23
Figure 9 : Proportion des espèces selon leur affinités chorologiques.....	24
Figure 10 : Distribution des tiges par classe de diamètres dans les fragments forestiers .....	25
Figure 11 : Structure diamétrique des espèces prépondérantes .....	27
Figure 12 : Répartition spatiale des espèces prépondérantes dans les parcelles .....	29
Figure 13 : Répartition spatiale des individus de <i>Nesogordonia papaverifera</i> .....	31
Figure 14 : Répartition spatiale des individus de <i>Celtis mildbraedii</i> .....	32
Figure 15 : Répartition spatiale des individus de <i>Baphia nitida</i> .....	33
Figure 16 : Répartition spatiale des individus de <i>Baphia pubescens</i> .....	34
Figure 17 : Relations entre les individus de <i>Baphia nitida</i> et ceux de <i>Baphia pubescens</i> .....	36
Figure 18 : Relations entre les individus de de <i>Celtis mildbraedii</i> et ceux de <i>Nesogoronia p.</i>	37
Figure 19 : Relation entre les individus adultes et juvéniles de <i>Baphia nitida</i> .....	39
Figure 20 : Relation entre les individus adultes et juvéniles de <i>Baphia pubescens</i> .....	40
Figure 21 : Relation entre les individus adultes et juvéniles de <i>Celtis milbraedii</i> .....	41
Figure 22 : Relation entre les individus adultes et juvéniles de <i>Nesogordonia papaverifera</i> ..	42

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Relations spatiales entre les espèces prépondérantes

Annexe 2 : Liste des espèces inventoriées dans les différents milieux

## INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Les forêts tropicales humides sont des écosystèmes complexes composés de populations de nombreuses espèces d'arbres qui interagissent entre elles, avec les populations animales et le milieu physique (Jesel, 2005). Les espèces végétales qui y coexistent forment des assemblages caractéristiques appelés communautés qui déterminent la structure de ces forêts (Traissac, 2003). L'une des composantes majeures de la structure d'une forêt est l'arrangement spatial des arbres. Selon Kumba (2015), la répartition spatiale actuelle d'une espèce végétale est le résultat de différents facteurs : environnementaux (conditions climatiques, édaphique, topographiques, etc.), historiques (processus passés qui ont agi sur les populations antérieures) et biotiques (capacité intrinsèque de l'espèce et processus d'interactions interspécifiques). La répartition spatiale des individus peut conditionner la manière dont l'espèce utilise les ressources du milieu (compétition intraspécifique) ainsi que la manière dont elle est elle-même utilisée comme ressource (Pommernering, 2006). Ainsi, il existe des liens multiples et complexes entre la biodiversité végétale et la structure spatiale des écosystèmes forestiers. La dimension spatiale demeure donc prioritaire dans le processus de compréhension de la régénération des communautés forestières perturbées préalablement (Pascal, 2003). A cet effet, Vande (2004) indique que la structure spatiale et la régénération naturelle des arbres sont intimement liées et jouent un rôle important dans la dynamique de la forêt. La structure spatiale des espèces forestières semble constituer un élément déterminant dans leur processus de régénération, de croissance, d'utilisation des ressources et de mortalité (Hao *et al.*, 2007).

Comprendre la dynamique de répartition des espèces et des communautés d'espèces à grande échelle, identifier les conditions environnementales qui contraignent cette répartition et modéliser la distribution des espèces ou communautés d'espèces sont au cœur des problématiques scientifiques pour la mise en place de programmes de préservation de la biodiversité, d'orientation des politiques d'aménagement du territoire mais aussi d'évaluation de l'impact du changement climatique (Sourou, 2017).

Dans cette problématique, la Forêt Classée du Haut-Sassandra (FCHS), situé au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire a fait l'objet de plusieurs études visant à mettre en place des programmes de reconstitution de sa biodiversité. Ces études ont révélé que cette forêt qui était l'un des vestiges de la forêt semi décidue et la mieux conservée avant les conflits (Kouamé, 1998), a perdu plus de 70 % de sa couverture forestière pendant la période de 2002-2011 (Kouakou *et al.*, 2017). Les activités anthropiques comme les prélèvements incontrôlés des ressources forestières et la culture extensive de cacaoyer sur brûlis ont affecté la structure et la régénération naturelle de cette forêt (Kouakou *et al.*, 2015 ; Barima *et al.*, 2016).

Les travaux de Kouman (2018) menés au sein de la FCHS ont permis de mettre en place douze (12) parcelles permanentes pour suivre la reconstitution de la végétation. Cependant, cette étude s'est limitée à l'évaluation de la diversité de la flore au sein de ces parcelles. Elle ne donne pas d'information quant à l'organisation dans l'espace de ces espèces et les facteurs qui influencent leur présence et conditionnent leur installation dans leurs biotopes. Cette étude vient combler ce vide en s'intéressant à la caractérisation spatiale des espèces dans leur milieu ainsi que leur potentiel de régénération. La présente étude intervient un an après abandon de toutes activités anthropiques au sein de ces parcelles. La caractérisation spatiale permet d'analyser la disposition des individus d'une espèce dans son aire de répartition et de faire des corrélations avec son mode principal de dissémination ainsi que l'impact des perturbations sur le potentiel de régénération de l'espèce.

L'objectif principal de cette étude est de caractériser l'occupation spatiale des ligneux arborescents les plus abondants en vue de comprendre la stratégie développée par ces taxons dans le processus d'occupation de l'espace.

Les objectifs spécifiques qui en découlent sont :

- évaluer la diversité floristique actuelle des parcelles permanentes ;
- déterminer la distribution spatiale des espèces des parcelles permanentes ;
- déterminer l'interdépendance des espèces en relation avec leur stade de développement.

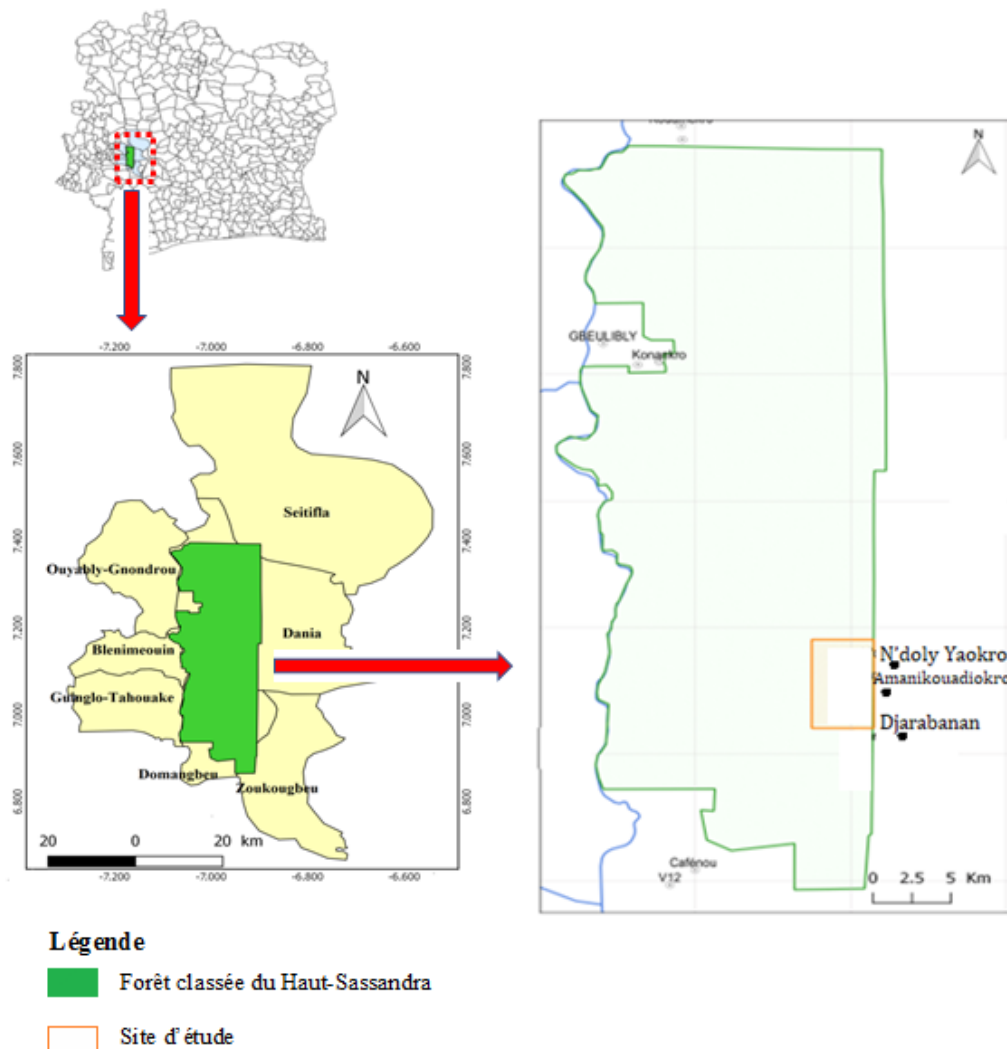
Ce document comprend trois principales parties en plus de l'introduction et de la conclusion. La première partie est consacrée aux généralités. La seconde présente le matériel et les méthodes utilisés. Et la troisième présente les résultats suivis de leur discussion.

## **PARTIE 1 : GENERALITES**

## 1.1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1.1. Situation géographique de la forêt classée du Haut-Sassandra

La forêt classée du Haut-Sassandra (Figure 1) est située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire entre 6°51' - 7°24' de latitude Nord et 6°59' - 7°10' de longitude Ouest. Elle couvre une superficie de 102 400 ha (SODEFOR, 1994). Elle est limitée par les sous-préfectures de Dania, Zoukougbeu, Domangbeu, Guinglo-Tahouake, Blenimeouin, Ouyably-Gnondrou et Seitifla. Le fleuve Sassandra constitue sa limite ouest. Gérée par le Ministère des eaux et forêts, la FCHS a été mise à la disposition de la SODEFOR en même temps que d'autres forêts classées du pays en 1992. L'étude a été réalisée dans les trois (3) parcelles permanentes installées dans des reliques forestières encore conservées dans le Sud Est de la FCHS. Les villages environnants sont ceux de AmaniKouadiokro, N'DoliYaokro et Djarabanan.



**Figure 1 :** Localisation de la Forêt Classée du Haut-Sassandra



### 1.1.2. Climat

Le diagramme ombrothermique (Figure 2) de la région du Haut-Sassandra réalisé à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de 30 ans (1989 à 2018) permet de visualiser deux saisons. La saison sèche qui s'étend de novembre à février et la saison des pluies qui part de mars à octobre. Le pic de précipitation est atteint en Septembre avec 107,25 mm de pluie. Les températures moyennes sont comprises entre 23,07 °C en Août et 27,22 °C en Mars.

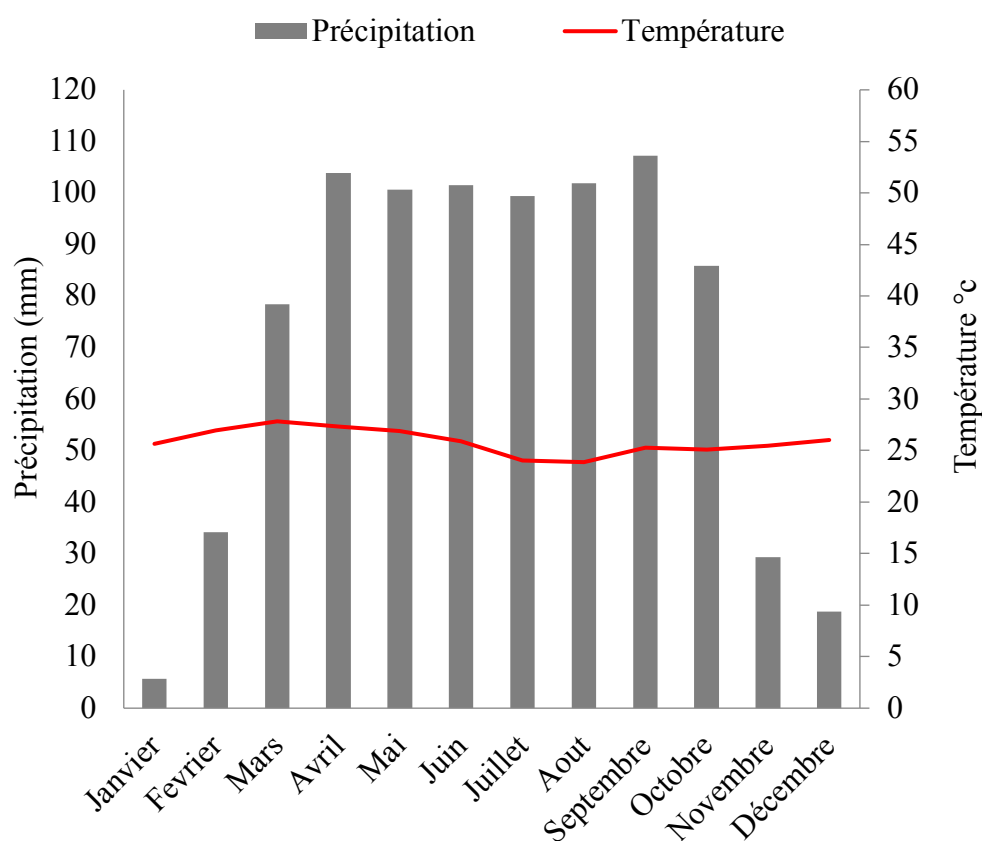


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1989 à 2018

### 1.1.3. Sol et sous-sol

Les travaux de Perraud *et al.* (1970) ont montré que le sol de la Forêt Classée du Haut-Sassandra est essentiellement du groupe des sols ferrallitiques remaniés. Ces sols comportent un horizon enrichi en éléments grossiers (débris de cuirasse, gravillons ferrugineux, etc.), des glacis aplanis indifféremment établis sur schistes ou sur granites qui s'abaissent de 300 vers 200 m d'altitude et couvrent la majeure partie de cette forêt. Le paysage étant marqué par un réseau dense de bas-fonds et par une différenciation Nord/Sud assez nette. Les différences entre les toposéquences sont sensibles. Le Nord-Est et le Centre-Est de la FCHS sont occupés par des granites fortement désaturés appartenant au sous-groupe modal à faciès induré. Le Nord-Ouest

est occupé par des schistes moyennement désaturés du sous-groupe induré, tandis que toute la partie centrale est le domaine des granites du sous-groupe des sols faiblement rajeunis. Des granites du sous-groupe modal sont étendus sur le Sud-Est, avec recouvrement, alors que le Sud-Ouest est occupé par des granites moyennement désaturés du sous-groupe modal (Kouamé, 1998).

#### **1.1.4. Végétation**

La végétation de la FCHS appartenait à la zone de forêt dense humide semi-décidue à *Celtis spp* et *Triplochiton scleroxylon* (K. Schum) du secteur mésophile. Elle est caractérisée par la chute quasi-simultanée des feuilles des grands arbres. La partie nord de la FCHS est une zone de transition entre la forêt dense humide semi-décidue à *Celtis spp.* et *Triplochiton scleroxylon* (K. Schum) du secteur mésophile et la forêt dense humide semi-décidue à *Aubrevillea kerstingii* (Harms) Pellegr et *Khaya grandifoliola*. C.DC (Guillaumet & Adjanooun, 1971). Du fait des activités anthropiques intenses dans cette forêt, d'autres types de formations végétales dominent aujourd'hui le paysage de la FCHS (Kouakou *et al.*, 2015, Barima *et al.*, 2016). Il s'agit des forêts dégradées, des jachères et des cultures pérennes représentées principalement par le cacaoyer.

### **1.2. Structure des peuplements forestiers**

La structure de la forêt correspond à l'agencement de ses différents composants. Cet agencement peut être envisagé globalement ou séparément pour les différentes espèces (ou groupes d'espèces). La structuration du peuplement arborescent constitue, en quelque sorte, l'ossature de la forêt (Pascal, 2003). La description de la structure d'un peuplement passe en général par la description de ses attributs structuraux dont plusieurs ont été utilisés dans la littérature pour décrire les structures forestières. Il s'agit principalement de la diversité floristique, de la densité, de la surface terrière, des répartitions horizontale, verticale et diamétrique des tiges (Bieng, 2007).

#### **1.2.1. Paramètres structuraux non spatialisés**

##### **1.2.1.1. Structure floristique**

La composition floristique permet de décrire le peuplement sous un aspect écologique et fonctionnel. Sa liaison éventuelle avec la dynamique du peuplement, la stabilité de l'écosystème et sa productivité, influent évidemment sur la dynamique moyenne du peuplement. Elle peut être indicatrice de l'intensité de perturbations (Vincent *et al.*, 1998).

### **1.2.1.2. Densité et surface terrière**

La densité du peuplement est l'effectif d'arbres par unité de surface. Le nombre de tiges augmente pendant la période de construction du peuplement, puis il diminue très rapidement et d'une façon continue sous l'effet de plusieurs facteurs. Ces facteurs sont entre autres l'influence de l'homme, la concurrence vitale entre les espèces et les individus d'une même espèce et les facteurs accidentels comme les vents violents et les invasions d'insectes (Francllet, 1972). La surface terrière d'un arbre est la surface de sa section transversale à 1,30 m au-dessus du sol. La surface terrière d'un peuplement est alors la somme des surfaces terrières de tous les arbres constituant ce peuplement (Cordonnier *et al.*, 2007). Combinée à une hauteur totale d'un arbre, la surface terrière permet d'estimer, avec une précision acceptable, le volume de la tige principale de l'arbre (respectivement du peuplement). Il est également possible d'estimer le volume de bois aérien (tige + branches) à partir de la surface terrière et la hauteur totale. Associée à la date de la dernière coupe et à l'âge du peuplement, la surface terrière peut également fournir une bonne estimation de la quantité de lumière arrivant au sol en futaie régulière monospécifique (Cordonnier *et al.*, 2007).

### **1.2.1.3. Structure diamétrique**

La structure diamétrique est un paramètre de caractérisation d'un peuplement forestier. La répartition des arbres d'une espèce en catégorie de diamètre définit la structure diamétrique de l'espèce (structure spécifique) et la répartition des arbres d'un peuplement entier définit la structure diamétrique totale qui représente alors la répartition des arbres toutes espèces confondues, par catégorie de diamètre (Favrichon, 1997). Différents auteurs ont essayé de relier la structure diamétrique avec le comportement des espèces selon leurs tempéraments (Rollet, 1974 ; Adou *et al.*, 2005). Deux grands types de distribution diamétrique sont couramment distingués : les distributions de type exponentiel décroissant ou "J inversé" pour les essences sciaphiles et les distributions en "cloche" pour les essences héliophiles. Un troisième type de distribution a également été signalé pour les essences héliophiles. Il s'agit de la distribution "irregulier" qui n'obéit ni à la distribution exponentielle ni à celle en "cloche". Si plusieurs études semblent considérer que la structure diamétrique est caractéristique pour chaque espèce, certains auteurs observent cependant quelques variations de structure pour une même espèce (Pascal, 2003). En effet, la structure diamétrique d'une espèce varie souvent selon l'échelle d'observation (troué, massif parcelle, région). Par exemple, une même espèce peut avoir une structure en cloche à l'échelle de la parcelle et une structure en exponentielle décroissante à l'échelle du massif. De nombreux facteurs, tels que la productivité des semences et la dispersion,

la concurrence, les facteurs environnementaux, les agents pathogènes et la perturbation anthropique, pourraient influencer sur la structure du peuplement (Kumba, 2015).

## **1.2.2. Structuration spatiale**

### **1.2.2.1. Structure spatiale verticale**

La structure verticale représente la distribution des individus par classes de hauteur. Elle correspond au recouvrement du sol par les différentes strates arborescente, arbustive, sous arbustive et herbacée. Elle peut renseigner sur les potentialités de la station et sur le dynamisme du peuplement forestier (Collinet, 1997). Par exemple, les forêts dont la hauteur des arbres au niveau du paysage est élevée ont plus de chance d'avoir une bonne variation d'arbre de hauteur et de diamètre différents à l'intérieur du peuplement, assurant ainsi une régénération continue de la forêt (McElhinny *et al.*, 2005). La variation de la taille (hauteur et diamètre) des arbres est un important attribut structural : elle est complexe à caractériser car elle est dépendante autant de l'arrangement horizontal des arbres que de leur taille (Bieng, 2007). Il est donc important de tenir compte de la distribution spatiale des arbres particulièrement en peuplement hétérogène (Goreaud, 2000).

### **1.2.2.2. Structure spatiale horizontale**

#### **1.2.2.2.1. Définition et caractéristiques de la structure spatiale horizontale**

Au sein d'un écosystème, la dynamique de chaque individu est fortement influencée par les interactions entre cet individu et les autres éléments de l'écosystème (Begon *et al.*, 1990). La structure spatiale d'un peuplement forestier représente l'organisation des arbres dans l'espace. Elle décrit les relations de voisinage entre les individus. Elle prend en compte les relations spatiales entre les individus et leurs dimensions (croissance, mortalité, régénération). Elle est considérée comme indicatrice des facteurs écologiques fondamentaux responsables de la présence et de la dispersion des espèces (Liu *et al.*, 2013).

Pour un peuplement forestier, la structure spatiale joue un rôle clé dans sa dynamique. Elle fournit une description de l'environnement local de chacun des individus d'un peuplement forestier. La structure spatiale détermine les conditions de croissance et de dynamique autour de chacun des arbres d'un peuplement forestier (Goreaud, 2000). Elle détermine en particulier l'environnement local qui modifie l'expression des processus naturels comme la croissance, la mortalité et la régénération du peuplement (Barot *et al.*, 1999). Inversement, ces processus naturels modifient à leur tour la structure spatiale, qui peut aussi être influencée par des actions

anthropiques. La structure spatiale rend ainsi compte de la diversité des environnements caractérisant les peuplements hétérogènes.

Les facteurs ou processus écologiques concourant à l'explication des différentes configurations spatiales observées dans les forêts tropicales sont multiples. Les uns endogènes, de nature biologique, sont liés à la compétition, à la reproduction, aux relations entre plantes et animaux et à la régénération des espèces. Les autres exogènes, de nature pédologique, topographique, climatique ou encore anthropique (Toledo *et al.*, 2012). En effet, la structure spatiale est considérée comme le résultat des interactions entre les individus d'un même peuplement d'une part (concurrence, commensalisme, etc.) et son environnement d'autre part (Bieng, 2007). Ce dernier comprenant des facteurs biotiques (les pollinisateurs, les agents pathogènes et les herbivores) et abiotiques (la géologie, la topographie et le climat). La structure spatiale est la conséquence de processus naturels ou non. Elle peut être aussi le résultat de l'action humaine (perturbation anthropique) ou naturelle (perturbation climatique, vent, etc.) (Beina, 2011).

#### **1.2.2.2.2. Origine du concept de la structure horizontale des formations arborescents**

Les principales théories traitant de la grande diversité floristique des forêts tropicales humides peuvent être classifiées selon deux grandes approches théoriques. La première approche (théorie neutre) regroupe les processus environnementaux et biologiques dans une hiérarchie spatio-temporelle, tandis que la seconde (théorie de la niche écologique) les classe en fonction des forces génératrices à l'origine de la création et du maintien de la diversité.

L'un des postulats du modèle neutre de Hubbell (2001) démontre que les propriétés de chaque individu dans la population sont identiques. Les individus seraient équivalents sur le plan écologique, vu que les interactions au sein d'un même niveau trophique sont indépendantes de l'espèce. La dissémination devient alors la principale limitation spatiale de la colonisation des sites ; c'est elle qui détermine la probabilité de recrutement. Condit *et al.* (2012) soutiennent que le mécanisme clé qui détermine la coexistence des espèces en forêt tropicale est la limitation par le recrutement. La présence ou l'absence d'une plante dans un écosystème ne serait pas due à sa préférence pour les conditions environnementales particulières, mais plutôt à sa capacité à atteindre la maturité dans un site donné, à partir de semence provenant d'un autre site.

L'explication traditionnelle pour justifier les patterns de distribution, l'abondance et la coexistence des espèces est que chaque espèce est adaptée pour exploiter une niche unique. Ce point de vue déterministe est associé au paradigme de la niche écologique. Le concept de niche a été forgé dans le cadre d'une explication de la coexistence des espèces malgré leur tendance,

à s'exclure par principe. La niche est alors perçue comme une place ou un ensemble de facteurs écologiques justifiant l'exclusion des espèces ou leur évolution dans un environnement donné (Chase & Leibold, 2003).

A ces théories s'ajoute la théorie de la perturbation intermédiaire par chablis. Cette théorie stipule que l'ouverture de la canopée par perturbation naturelle survient certainement dans une forêt au bout d'un certain temps. La trouée provoquée dans le couvert forestier par la chute d'un ou plusieurs arbres crée des conditions environnementales particulières (lumière, température, humidité) différentes de la forêt environnante. La régénération des espèces de lumière se produit dans ces trouées ; certains sujets de ces espèces d'arbres finissent dans le temps par occuper la canopée (Yamamoto, 1992).

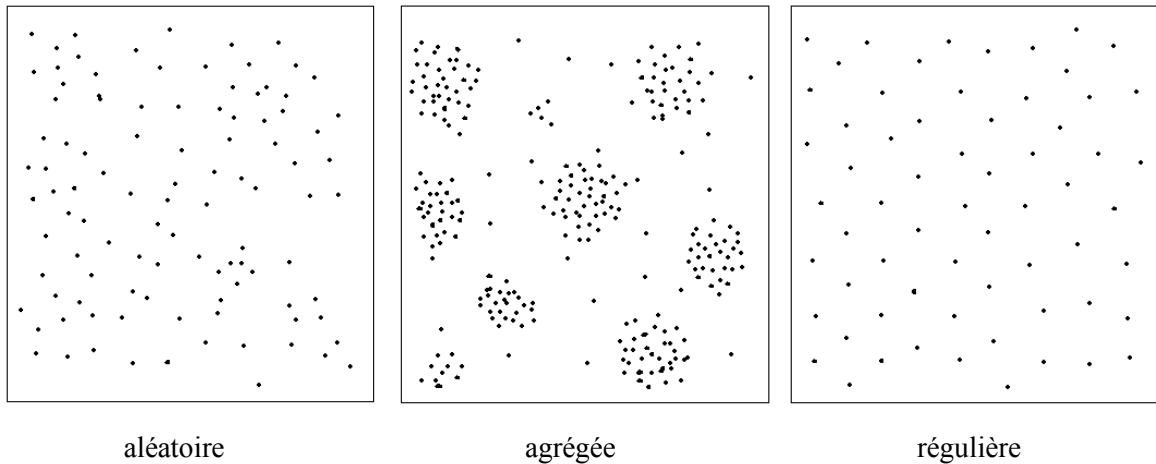
#### **1.2.2.2.3. Principaux types de configuration spatiales des communautés végétales**

En écologie des communautés, on reconnaît classiquement dans le plan horizontal d'un espace géographique trois types possibles de configuration spatiale : la structure agrégée, la structure aléatoire et la structure uniforme ou régulière (Goreaud, 2000).

Dans la structure aléatoire ou distribution de poisson (Figure 3), tous les emplacements de l'espace ont la même probabilité d'accueillir un point (les points représentant les individus des espèces arborescentes ou arbres). Et la position d'un nouveau point est indépendante de la position des autres points. En d'autres termes, pour une distribution aléatoire la probabilité d'apparition d'un point ne varie pas dans l'espace.

Dans la structure agrégée ou concentrée, certains emplacements de l'espace ont plus de chances d'accueillir un point, et la position d'un premier point favorise l'apparition d'autres points à proximité. Cette probabilité d'apparition d'un point augmente dans l'espace pour une distribution agrégée.

Dans la structure uniforme ou distribution régulière, tous les emplacements de l'espace n'ont pas la même probabilité d'accueillir un point, et la position d'un premier point défavorise l'apparition d'autres points à proximité. En d'autres termes, pour une distribution uniforme la probabilité d'apparition d'un point est réduite dans l'espace.



**Figure 3 :** Illustration des différentes structures spatiales

#### 1.2.2.2.4. Méthodes d'analyse de la structure spatiale horizontale

Etudier la structure d'une population, consiste à prendre en compte simultanément les dimensions des individus et les relations spatiales entre eux. Il existe de nombreuses méthodes ou techniques qui permettent d'analyser la structure spatiale des arbres (Dale, 1999).

Les méthodes d'analyse de la structure spatiale les plus utilisées sont simples, rapides et peu exigeantes sur terrain. D'un point de vue pratique, on peut les différencier suivant le type d'échantillonnage qu'elles requièrent (Kumba, 2015). Nous avons les méthodes non basées sur les distances qui consistent à compter des individus dans des quadrats et à déterminer leurs variances. Et les méthodes basées sur les distances subdivisées en deux catégories :

- les méthodes d'analyse à l'échelle unique qui consistent à déterminer le plus proche voisin d'un arbre ;
- les méthodes d'analyse multi-échelles qui consistent à repérer les positions exactes de tous les individus.

Plus la méthode prend en considération les données spatiales plus elle est performante.

##### 1.2.2.2.4.1. Méthodes basées sur l'abondance des individus

La plus courante de ces méthodes est la méthode de Dajoz (2006). Elle est pratique pour analyser la structure de petits échantillons ayant une abondance inférieure à 100 individus dans une parcelle donnée. Le modèle de distribution spatiale horizontale des arbres par la méthode de Dajoz (2006) est appliqué sur la base du nombre de pieds d'arbres recensés sur une surface d'inventaire. Selon cette méthode, si l'échantillonnage se fait dans  $n$  placettes de même superficie et que  $m$  est la moyenne des individus inventoriés par placette et  $\sigma^2$  la variance,

$$\lambda = \frac{\sigma^2}{m} \quad (1)$$

Dans le cas d'une distribution uniforme,  $\lambda < 1$  ; dans une distribution aléatoire,  $\lambda \approx 1$  et dans une distribution agrégée,  $\lambda > 1$ . La valeur de  $\lambda$  varie, pour un taux de probabilité donné, entre des limites de confiance qui sont fonction du nombre de prélèvements  $n_p$ . L'écart à l'unité de  $\lambda$  est significatif pour  $\alpha = 0.05$  dans le cas où  $Da > \beta$  (en l'occurrence,  $Da = \lambda - 1$  et

$$\beta = 2x\sqrt{(2xn_p)x(n_p - 1)^{-2}} \quad (2)$$

#### **1.2.2.2.4.2. Méthodes dépendantes des distances**

##### **1.2.2.2.4.2.1. Méthodes d'analyse à l'échelle unique**

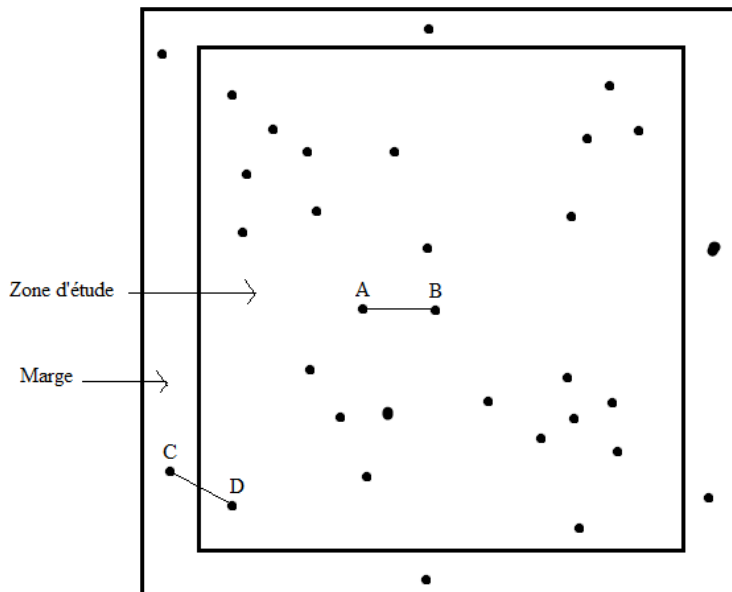
Les méthodes d'analyse à l'échelle unique consistent à déterminer le plus proche voisin d'un arbre. Les plus utilisées sont la méthode de Clark & Evans (1954) avec la « Nearest Neighbor Method » et la méthode de Hines & Hines (1979) avec la « T-Square sampling procédure »

- **La méthode de Clark & Evans (1954)**

La méthode de Clark & Evans consiste à mesurer dans chaque placette et pour chaque arbre la distance jusqu'à son voisin le plus proche. Dans la pratique, elle est basée sur la densité d'une espèce dans un échantillon et les distances comprises entre les individus dans la communauté (Clark & Evans, 1954). La méthode de la distance du plus proche voisin est utilisée pour plusieurs raisons : (1) son application ne nécessite pas de calculs compliqués, (2) la distance comprise entre deux points les plus proches peut être facilement déterminée sur le terrain et rend la méthode indépendante des méthodes d'analyse de la structure spatiale.

Dans la pratique, avec les coordonnées  $(x, y)$  pour chaque individu, le calcul de l'indice d'agrégation permet de caractériser la distribution spatiale. Dans certains cas la zone d'étude d'un individu est entourée d'une marge et le voisin le plus proche est situé dans cette marge (Figure 4).





**Figure 4 :** Illustration schématique de la « Nearest-Neighbor Method », A, B, C et D représentent des arbres voisins

Les paramètres de distribution spatiale définis par Clark & Evans (1954) sont la densité, la distance moyenne observée jusqu'au voisin le plus proche, la distance moyenne attendue jusqu'au voisin le plus proche, l'indice d'agrégation  $R$  ainsi que la déviation standard normale  $c$ .

Selon cette méthode, la distribution spatiale est qualifiée d'aléatoire si  $R = 1$ , agrégée si  $R < 1$  et uniforme si  $R > 1$ . Les valeurs de  $c = 1,96$  ou  $2,58$  sont respectivement les seuils de significativité pour  $\alpha = 0,05$  et  $\alpha = 0,01$ . La répartition régulière implique que les individus occupent le terrain approximativement à la même distance les uns des autres. La répartition agrégative se caractérise par une tendance des individus à se regrouper.

La prise en considération de la distance entre les individus de la même espèce constitue un moyen efficace permettant d'éviter les effets de la taille des placettes (Clark & Evans, 1954). Cette méthode est appliquée pour les espèces ayant au moins 100 individus dans la placette considérée. En effet, pour de petites populations inférieures à 100 individus), le test de Clark et Evans régularise les distributions de telle sorte qu'une distribution agrégée peut être interprétée comme aléatoire et une distribution aléatoire comme uniforme (Bütler, 2000). Elle ne permet donc pas d'analyser la structure spatiale des espèces les moins abondantes.

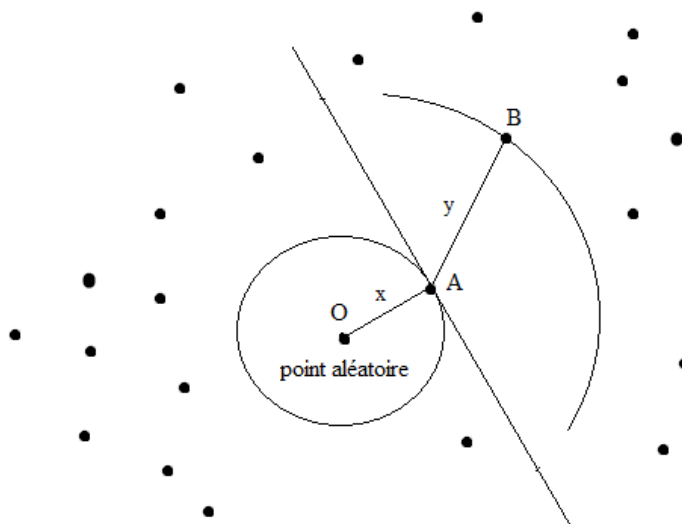
- **La méthode du T-Square Sampling (Hines, 1979)**

La T-Square Sampling Procedure est une méthode d'échantillonnage ne se basant pas sur la densité de la population (Bütler, 2000). Elle est utilisée lorsqu'on ne dispose pas d'une

carte de la population ou de la végétation à étudier, et que l'on aimerait connaître ou caractériser la distribution spatiale d'une espèce ou population dans un paysage forestier.

Pour cette méthode, les points d'échantillonnage sont choisis au hasard ou aléatoirement dans la zone d'étude. Et pour chaque point aléatoire, deux distances sont mesurées : d'abord la distance  $x$ , à partir du point  $O$  à l'individu le plus proche ( $A$ ) dans une direction quelconque (point aléatoire). Deuxièmement, une ligne perpendiculaire à la ligne  $OA$  en  $A$  est faite, et la distance  $y$ , de l'individu ( $A$ ) à son voisin le plus proche ( $B$ ) au-delà de demi-plan créé par cette perpendiculaire est mesurée avec la condition que l'angle  $OAB$  doit être  $> 90^\circ$  (T-Square distance). Si le voisin le plus proche ne se trouve pas à l'intérieur de cet angle, il faut prendre le deuxième voisin et ainsi de suite, jusqu'à en trouver un qui satisfasse la condition comme le montre la figure 5.

La taille de l'échantillon correspond au nombre des points aléatoires réalisés dans la zone d'étude. La condition  $BAB > 90^\circ$  doit être suivie afin de ne pas revenir sur les points aléatoires déjà échantillonnés. Pour la méthode, les points aléatoires considérés et les distances mesurées ne peuvent être pris qu'une seule fois dans l'échantillon. Celui-ci est supposé maximum si lors de la prise des données, on commence à retomber sur les points aléatoires déjà enregistrés (Hines & Hines, 1979).



**Figure 5 :** Méthode du T-Square Sampling. Les points  $O$ ,  $A$  et  $B$  représentent des arbres

Sur la base des données issues de la méthode T-square, il est possible, avec une formule développée par Hines et Hines (1979), de tester l'hypothèse de distribution aléatoire pour notre population.

$$h_T = \frac{2n\{2\Sigma(x_i^2) + \Sigma(z_i^2)\}}{\{(\sqrt{2}\Sigma x_i) + \Sigma z_i\}^2} \quad (3)$$

avec  $hT$  : test statistique de Hines pour vérifier si les données T-square sont distribuées de façon aléatoires

$n$  : taille de l'échantillon (nombre de points aléatoires).

$x_i$  : distance entre le point aléatoire et l'individu le plus proche.

$z_i$  : « T-Square distance » entre l'individu et son voisin le plus proche.

Le résultat obtenu est évalué par rapport à des valeurs critiques pour le test de Hines et Hines. Pour une distribution aléatoire, le test statistique de Hines  $hT$  est de 1,27. Des valeurs  $< 1,27$  indiquent une distribution uniforme, et des valeurs  $> 1,27$  indiquent une distribution agrégée.

#### 1.2.2.2.4.2.2. Méthodes d'analyse multi-échelles

La méthode la plus connue et la plus utilisée est la méthode de Ripley (1977). La fonction  $K(r)$  de Ripley est un outil pour décrire la structure spatiale des peuplements forestiers. En effet, elle caractérise les interactions entre individus sur un grand nombre d'échelles. Elle rend ainsi bien compte des variations locales de la structure spatiale (Goreaud, 2000). Cette méthode nécessite de connaître la position de tous les arbres dans le site d'étude.

La méthode de Ripley est basée sur l'analyse d'un semis de points homogènes à différentes échelles spatiales à travers la fonction  $K(r)$ . Cette fonction détermine le nombre d'arbres voisins dans l'espace de rayon  $r$ . Soit  $n(r)$  le nombre d'arbres trouvés dans ce rayon  $r$ . Alors :

$$K(r) = \frac{E[n(r)]}{\lambda} \quad (4)$$

Où  $E$  désigne l'espérance. Lorsque les arbres sont repartis au hasard,  $K(r) = \pi r^2$ . Lorsque les arbres sont repartis de manière agrégée,  $K(r) > \pi r^2$ . Lorsque les arbres sont repartis de façon régulière,  $K(r) < \pi r^2$ .

Toutefois, la fonction  $K(r)$  de Ripley semble difficile à interpréter du fait de son allure en parabole. Pour rendre plus simple l'interprétation, on utilise généralement la transformée de  $K(r)$  dont l'interprétation graphique est réalisée par la fonction  $L(r)$  de Besag (Goreaud, 2000). En effet, pour un processus de Poisson (aléatoire), la fonction s'annule à toutes les distances d'analyses ( $r$ ). La fonction  $L(r)$  présente l'avantage d'avoir une variance stabilisée et une courbe facilement interprétable (Goreaud, 2000) :

$$L(r) = \sqrt{\frac{K(r)}{\pi}} - r \quad (5)$$

Ainsi  $L(r) = 0$  correspond à une répartition aléatoire,  $L(r) > 0$  indique une répartition agrégée, et  $L(r) < 0$  indique une répartition régulière.

Lorsque l'on veut caractériser la relation entre deux nuages de points, on utilise la fonction intertype  $K_{12}$  de Ripley, appelée aussi fonction de Ripley bivariée car lorsque deux catégories sont prises en compte, on se réfère à des processus ponctuels bimarqués (Picard & Bar-Hen, 2002).

$$L_{12}(r) = \sqrt{\frac{k_{12}(r)}{\pi}} - r \quad (6)$$

Comme pour la fonction  $K$  de Ripley, on examine plutôt la fonction transformée de sorte que  $L_{12}(r) = 0$  correspond à l'indépendance entre les deux types,  $L_{12}(r) > 0$  indique une attraction, et  $L_{12}(r) < 0$  indique une répulsion (Goreaud, 2000).

## **PARITE 2 : MATERIEL ET METHODES**

## **2.1. Matériel d'étude**

### **2.1.1. Matériel biologique**

Le matériel biologique utilisé est constitué d'espèces végétales recensées au cours de l'étude.

### **2.1.2. Matériel technique**

#### **2.1.2.1. Matériel de terrain**

Le matériel technique utilisé dans le présent travail se compose :

- d'un GPS pour la prise de coordonnées géographiques ;
- d'un appareil de photographie numérique pour les prises de vue ;
- de machettes pour l'ouverture des pistes ;
- de cordes pour la délimitation des parcelles ;
- de deux penta décimètres pour la délimitation des quadrats ;
- d'un sécateur pour le prélèvement des espèces végétales ;
- de papiers journaux pour le montage et la conservation des échantillons d'espèces végétales prélevées ;
- de rubans mètre de cinq (5) mètres pour la mesure de circonférence des arbres.

#### **2.1.2.2. Matériel de traitement de données**

Les logiciels utilisés dans le cadre de cette étude, sont :

- QGIS 3.2.1 pour le traitement des données cartographiques ;
- Tableur Excel pour l'édition des bases de données ;
- MVSP pour le traitement des données floristiques ;
- Statistica 7.1 pour l'analyse des données statistiques
- Programita pour l'analyse de la structure spatiale des espèces d'arbres.

## **2.2. Méthodes d'étude**

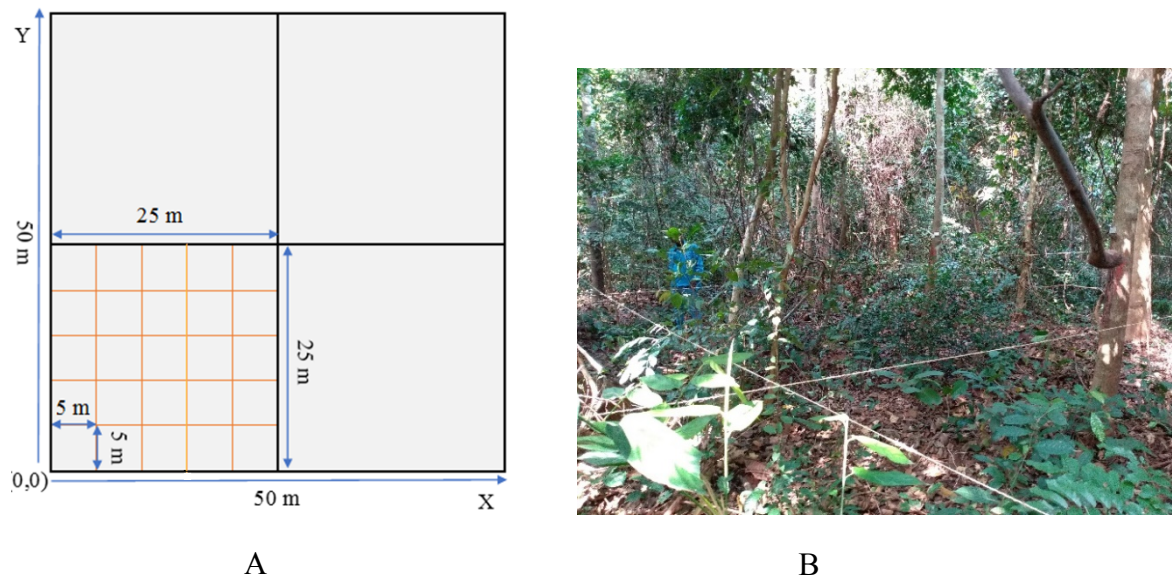
### **2.2.1. Collecte de données**

#### **2.2.1.1. Description du dispositif**

Les données ont été collectées dans les trois (3) parcelles permanentes installées dans des reliques forestières encore conservées dans la FCHS mise en place dans le cadre du projet « Une reconstitution naturelle de la forêt classée du Haut-Sassandra après abandon des activités agricoles est-elle possible ? (RN-FCHS) ». Les trois parcelles permanentes sont réparties au Sud, au Centre et au Nord du bloc 25 situé au Sud-Est de la FCHS. Ces parcelles ont été choisies afin de caractériser la distribution spatiale des arbres dans une forêt naturelle pour servir de témoin à celles des autres parcelles de plantations cacaoyères. Les parcelles permanentes ont

été subdivisées en quatre (4) sous-parcelles (25 m x 25 m). Chaque sous-parcelle a été subdivisée en placettes élémentaire de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m).

Dans la pratique, une origine des axes ( $x_0, y_0$ ) a été définie pour chaque parcelle permanente. Par la suite, deux penta décimètres ont été déployés sur les 4 côtés puis des piquets ont été installés à intervalle de 5 m depuis l'origine des axes. Des cordes (fil de sisal) ont été utilisées pour relier les piquets opposés afin de construire une grille de 5 m x 5 m sur toute la parcelle permanente (Figure 6).



**Figure 6 :** Dispositif de collecte de données. A : schéma du dispositif d'étude ; B : mise en place des quadras (5 m x 5 m) dans les parcelles (photo, Akaffou, 2019)

### 2.2.1.2. Mesure des paramètres dans les parcelles permanentes

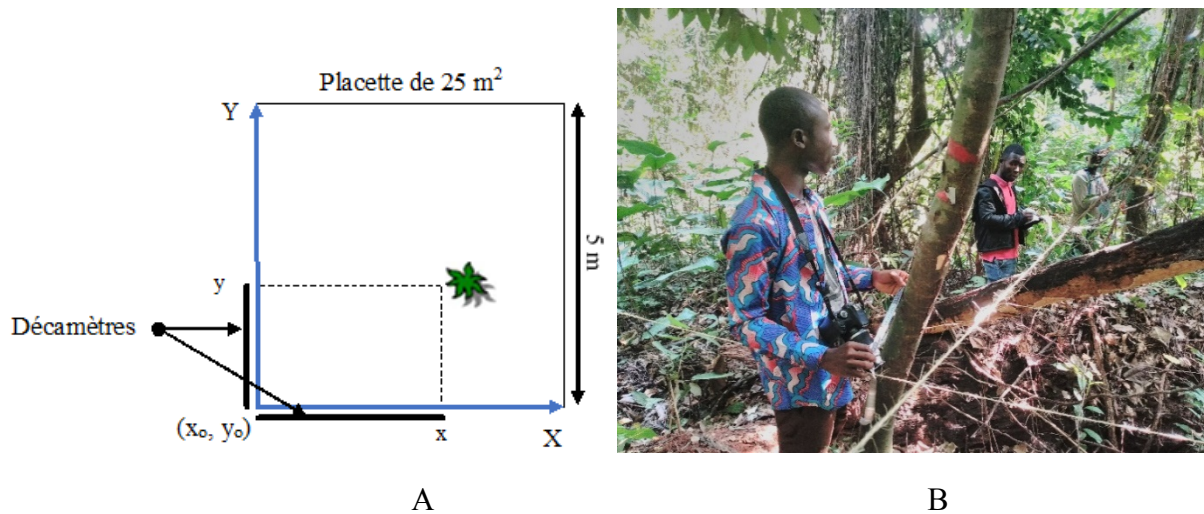
Pour rendre compte de la structure spatiale deux paramètres ont été mesurés à savoir :

- le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) des arbres ;
- les coordonnées cartésiennes ( $x, y$ ) des arbres ;

Les DBH de tous les arbres ont été mesurés à l'aide d'un ruban mètre dans chaque parcelle. Les mesures ont été prises à 30 cm au-dessus des contreforts pour des espèces à contreforts. Ensuite, une liste de tous les arbres mesurés dont le DBH est supérieur ou égal à 5 cm a été établie.

Les coordonnées cartésiennes ( $x, y$ ) des arbres de chaque parcelle ont été mesurées à partir de l'origine des axes. La position de chaque arbre dans les parcelles a été déterminée à partir de la méthode classique décrite par Picard & Gourlet-Fleury (2008). Cette méthode a consisté à mesurer les distances séparant un arbre considéré des axes verticales et horizontal

par rapport à l'origine (Figure 7). Pour cela deux décimètres ont été utilisés pour mesurer ces distances suivant les rayons perpendiculaires à chaque axe. Les distances obtenues suivant les axes constituaient donc les coordonnées  $(x ; y)$ .



**Figure 7 :** Mesure des coordonnées cartésiennes des arbres. A : méthode de Picard & Gourlet-Fleury (2008) ; B : illustration de la prise des coordonnées cartésiennes (photo, Akaffou, 2019)

## 2.2.2. Traitement des données

### 2.2.2.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique des sites investigués a été établie à partir de la méthode préconisée par (Aké-Assi, 1984). Cette méthode consiste à compter toutes les espèces recensées sur le site sans tenir compte de leur abondance. C'est aussi le cas pour les genres et les familles des espèces inventoriées. La liste floristique de chaque parcelle a été ainsi dressée. Par la suite, la richesse spécifique de chaque site a été déterminée.

### 2.2.2.2. Types biologiques et des affinités chorologiques

Les types biologiques sont basés sur la classification de Raunkiaer (1934). Cette classification est elle-même basée sur la position qu'occupent les méristèmes en dormance par rapport au niveau du sol durant la saison difficile. Les principaux types biologiques retenus dans cette étude sont les suivants : les mégaphanéophytes (mg), grands arbres d'au moins 30 m de hauteur ; les mésophanéophytes (mp), arbres moyens, de 10 à 30 m de hauteur ; les microphanéophytes (me), arbustes de 4 à 10 m de hauteur ; les Nanophanéophytes (np), arbustes de 0,4 à 4 m de hauteur.

La chorologie peut être définie comme la répartition géographique des espèces végétales en fonction de leur préférence écologique (Kouamé *et al.*, 1998). Les affinités chorologiques pris en compte dans cette étude sont : la région guinéo-congolais (GC), la région soudano-



zambézienne (SZ), la région endémique à l’Afrique de l’Ouest (GCW), la région commune guinéo-congolaise et soudano-zambézienne (GC-SZ).

### 2.2.2.3. Diversité floristique

La diversité spécifique a été évaluée à partir du calcul des indices de diversité de Shannon (1948) et d’équitabilité de Piélou (1966).

L’indice de Shannon combine le nombre d’espèces et leur abondance relative. Il permet de quantifier la diversité floristique d’un peuplement. Cet indice noté ( $H'$ ) a pour expression mathématique suivante :

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

Dans cette formule,  $H'$  désigne l’indice de Shannon,  $n_i$  le nombre d’individus de l’espèce  $i$  et  $N$  le nombre total d’individus de toutes les espèces. Les valeurs de cet indice varient entre 0 et  $\ln S$  qui est la diversité maximale ( $S$  étant le nombre total d’espèces dans le milieu). Lorsque le peuplement est composé d’une seule espèce,  $H'$  est égal à 0, tandis que pour une flore comportant un nombre élevé d’espèces, il tend vers  $\ln S$ .

Le calcul de l’indice de Shannon ( $H'$ ) a été suivi par celui d’équitabilité de Piélou ( $E$ ) qui représente le rapport de  $H'$  et la diversité maximale théorique ( $\ln S$ ) dans le peuplement. Cet indice varie de 0 à 1. Plus la valeur de  $E$  est voisine de 1, plus les espèces du milieu considéré se répartissent équitablement entre les individus qui les composent. Par contre, les valeurs faibles correspondent à la présence d’un nombre d’espèces rares ou d’un petit nombre d’espèces dominantes (Piélou, 1966). Il se calcule selon l’équation suivante :

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad (8)$$

Dans cette formule,  $E$  désigne l’indice d’équitabilité de Piélou,  $H'$  l’indice de Shannon et  $S$  Le nombre total d’espèces recensées dans le biotope concerné.

### 2.2.5. Diversité structurale de la végétation

La diversité structurale de la végétation a été établie à partir de la densité, de la surface terrière et de la distribution des tiges en classe de diamètres.

La densité ( $D$ ) est définie comme étant le nombre d’individus par unité de surface. Elle traduit l’occupation du sol par les espèces. Elle s’exprime en nombre d’individus par hectare (individus.  $Ha^{-1}$ ). Ce paramètre a été calculé pour chaque biotope grâce à la formule suivante :

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

N = nombre de tiges recensées et S = surface totale exprimée en hectare.

La surface terrière est la surface occupée par les troncs de tous les arbres d'un relevé si l'on suppose que la coupe se fait à la hauteur de la poitrine qui donne une indication sur le degré de remplissage d'une forêt. Ce paramètre est important pour déterminer le modèle de distribution spatiale. Il se calcule en considérant la formule suivante :

$$S = \sum (D^2 \times \frac{\pi}{4}) \quad (10)$$

Où D est le diamètre moyen de l'arbre

Pour rendre compte de la structure démographique des peuplements ligneux, la distribution des individus par classe de diamètre a été effectuée. La structure démographique est une caractéristique fondamentale de la forêt qui donne une indication sur l'état d'équilibre d'un peuplement (Yalanga, 2012). Elle renseigne donc sur le mode de répartition des espèces selon les classes de diamètre.

Nous avons regroupé les individus en 11 classes de diamètre : [5 ; 10[ ; [10 ; 20[ ; [20 ; 30[ ; [30 ; 40[ ; [40 ; 50[ ; [50 ; 60[ ; [60 ; 70[ ; [70 ; 80[ ; [80 ; 90[ ; [90 ; 100[ et DBH ≥ 100.

## **2.2.6. Prépondérance des espèces végétales**

### **2.2.6.1. Valeur d'importance des espèces végétales**

Pour déterminer les espèces les plus importantes ou les plus prépondérantes dans chaque parcelle, l'Indice de Valeur d'Importance des espèces (IVI), mis au point par Cottam et Curtis (1956) a été calculé. L'IVI se calcule de la manière suivante :

$$IVI = DR + DoR + FR \quad (11)$$

La densité relative d'une espèce (DR) est le pourcentage du nombre d'individus de l'espèce (n) sur le nombre total d'individus dans l'échantillon (N) :

$$DR = 100 \times \frac{n}{N} \quad (12)$$

La dominance relative d'une espèce (DoR) représente le pourcentage de la surface terrière de l'espèce (Se) sur le total des surfaces terrières de toutes les espèces contenues dans l'échantillon (Yalanga, 2012) :

$$\text{DoR} = 100 \times \frac{\text{Se}}{\text{S}} \quad (13)$$

La fréquence absolue d'une espèce ( $Fe$ ) est définie comme le nombre de placettes de 5 m x 5 m dans lesquelles l'espèce est présente. Elle est égale au nombre d'apparitions de cette espèce parmi tous les relevés) sur la surface d'inventaire. La fréquence relative d'une espèce ( $FR$ ) est égale au quotient de la fréquence absolue ( $Fe$ ) par la somme des fréquences de toutes les espèces ( $Fte$ ) et multiplié par 100.

$$\text{FR} = 100 \times \frac{\text{Fe}}{\text{Fte}} \quad (14)$$

#### **2.2.6.2. Identification des types de diaspores des espèces prépondérantes**

La distribution spatiale des plantes est très largement dépendante de leurs capacités à se disséminer à plus ou moins grande distance. La "diaspore" est la structure de la plante qui intervient dans sa dispersion (Hakizimana *et al.*, 2011). On distingue la dissémination des diaspores par le vent (l'anémochorie) et la dissémination des diaspores par les animaux (la zoochorie). Ce mode de dissémination peut être externe (l'épizoochorie) ou interne (l'endozochorie). La dissémination des diaspores sans adaptation apparente au cours de laquelle les diaspores se détachent et tombent par gravité (la barochorie). Pour la détermination des types de diaspore, nous avons confronté notre liste d'espèce à celle de Martin (2010) et Koffi (2016).

#### **2.2.7. Détermination de l'arrangement spatiale horizontale des espèces prépondérantes**

La détermination de l'arrangement spatial horizontal a été réalisée à partir de la méthode multi-échelle de Ripley. Cette méthode rend bien compte des variations locales de la structure spatiale. Elle permet une validation statistique des résultats et contourne les difficultés liées à la taille des échantillons (méthode de Clark et Evans) et à la configuration des échelles d'études (méthode de Hines & Hines).

L'étude de la répartition spatiale a été basée sur les quatre (4) espèces les plus prépondérantes ayant une abondance  $\geq 10$  individus dans chaque parcelle. Ce choix a été motivé par le fait que la structure des forêts tropicales humide est généralement caractérisée par les espèces les plus abondantes qui représentent l'essentiel de la biomasse (Pascal & Pélissier, 1996). Deux catégories de chaque espèce prépondérante ont été considérées. Le stade des jeunes (juvéniles) a rassemblé tous les individus dont le DBH  $\geq 5$  cm et inférieur à 10 cm. Le stade des adultes a rassemblé les arbres dont le DBH  $\geq 10$  cm.

Pour identifier le mode de répartition de ces espèces, une carte de distribution a d'abord été produite à partir des coordonnées  $(x_i ; y_i)$ . Ensuite, la méthode de Ripley (1977) a été utilisée pour confirmer le mode de distribution observé au niveau des cartes. Pour la caractérisation de la distribution spatiale par la méthode de Ripley, nous avons utilisé le logiciel *Programita* développé par Wiegand, (2014).

En ce qui concerne les relations spatiales entre les espèces prépondérantes, des corrélations bivariées (entre deux espèces) ont été effectuées. Ces analyses ont été retenues du fait de l'impossibilité d'analyser les relations spatiales au-delà de deux espèces. De même des analyses bivariées ont été effectuées pour déterminer les relations entre les individus adultes et juvéniles de chaque espèce prépondérante.

Pour l'ensemble des analyses, une limite de distance de 25 m a été fixée. Cette distance correspondait à la moitié de la parcelle d'observation et représentait l'échelle d'analyse considérée. Aussi, des intervalles de 1 m ont été fixés pour tenir compte de l'imprécision sur les positions des individus dans la parcelle d'observation avec un risque de 1 % de se tromper. Une approche de Monte Carlo a été utilisée pour générer les intervalles de confiances et comparer la fonction  $L(r)$  d'un processus ponctuel.

Dans l'application, une position de la courbe  $L(r)$  à l'intérieur des intervalles de confiance signifie que la distribution du semis n'est pas significativement différente d'une répartition complètement aléatoire. Lorsque la courbe  $L(r)$  est située au-dessus de l'intervalle de confiance supérieur, la répartition des points est significativement agrégée pour les distances correspondantes. Le rayon  $r$  correspondant à un maximum bien marqué de la courbe  $L(r)$  peut être considéré comme le rayon moyen des agrégats. Par contre, une position de la courbe  $L(r)$  en dessous de l'intervalle de confiance traduit une répartition significativement régulière des points (Abdourhamane *et al.*, 2017).

La fonction intertype  $L_{12}(r)$  de Ripley a été utilisé pour l'analyse des relations spatiales qui lient les espèces prépondérantes et leur sous populations adultes et juvéniles. Dans l'analyse des courbes, lorsque  $L_{12}(r)$  est au-dessus de l'intervalle de confiance supérieur pour une valeur donnée de  $r$ , les deux espèces ou sous populations ont une distribution agrégative, impliquant donc une relation de coexistence. Lorsque  $L_{12}(r)$  est en dessous de l'intervalle de confiance inférieur, les deux espèces ou sous populations ont une distribution régulière, suggérant une relation de compétition entre elles. Enfin, lorsque  $L_{12}(r)$  est située dans l'intervalle de confiance, les deux espèces ou sous populations ont une distribution aléatoire, suggérant une relation d'indépendance entre elles (Abdourhamane *et al.*, 2017).

### **2.2.8. Analyse des données**

Les paramètres de diversité et de croissance ont été soumises à une analyse de variance à un facteur (ANOVA) au seuil de 5 %. Lorsqu'il y avait une différence significative, les moyennes étaient comparées à partir du test HSD de Tukey. Les résultats ont été exploités sous forme de moyenne et d'écart-type dans des tableaux. Les analyses ont été effectuées à partir du logiciel STATISTICA 7.1.

## **PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION**

### 3.1. Résultats

#### 3.1.1. Richesse floristique

Dans l'ensemble des trois fragments forestiers inventoriés, 775 individus d'espèces arborescentes ont été dénombrés. Ils sont répartis entre 97 espèces, 70 genres et 28 familles (Tableau I). Selon la classification APG III (Annexe 2), les individus recensés appartiennent essentiellement à trois familles : les Fabaceae (25 %), les Malvaceae (23 %) et les Cannabaceae (18 %).

**Tableau I** : Richesse floristique des différents milieux en fonction des classes de diamètres

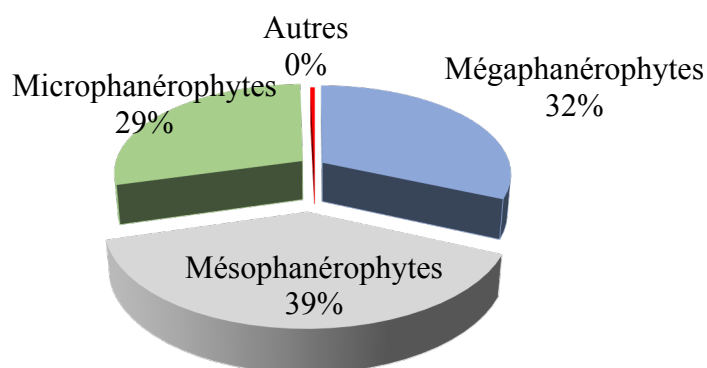
Milieu	Nombre d'espèces	Nombre de genres	Nombre de familles	Richesse spécifique moyenne
Parcelle Sud	56	45	20	22,5 ± 4 <sup>a</sup>
Parcelle Centre	54	42	18	24,5 ± 3 <sup>a</sup>
Parcelle Nord	61	48	21	26,5 ± 2,25 <sup>a</sup>
Total	97	70	28	24,5 ± 3,5

Dans une colonne les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de comparaison des moyennes HSD de Tukey à  $\alpha = 0,05$ .

Au niveau spécifique, la richesse moyenne des parcelles varie de 22,5 ± 4 espèces à 26,5 ± 2,25 espèces avec une moyenne générale de 24,5 ± 3,5. Les richesses spécifiques moyennes ne sont pas statistiquement différentes ( $p > 0,05$ ) d'un fragment de forêt à l'autre.

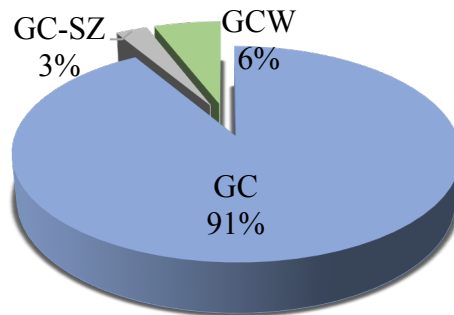
#### 3.1.2. Composition floristique

Les analyses ont permis d'identifier trois (3) principaux types biologiques dans l'ensemble de la zone d'étude. Ce sont les mégaphanérophytes, avec 31,56 % des individus, les mésophanérophytes, avec 39,10 % et les microphanérophytes avec 28,96 % (Figure 8).



**Figure 8** : Proportion des espèces selon leurs types biologiques

Dans l'ensemble de la zone d'étude, les espèces de la région Guinéo-Congolaise (GC) dominent, avec plus de 91,43 % des espèces. Elles sont suivies des espèces endémiques à l'Afrique de l'Ouest (GCW) et des espèces communes aux deux régions de transition Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne (GC-SZ) avec respectivement 5,84 % et 2,73 % des espèces (Figure 9).



**Figure 9 :** Proportion des espèces selon leur affinités chorologiques

### 3.1.3. Diversités floristique et structurale de la végétation

**Tableau II :** Valeurs moyennes des indices de diversité et de structures des milieux inventoriés

Milieux	Indice de Shannon (H)	Indice d'équitabilité de Piélu (E)	Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	Densité (tiges / ha)
Parcelle Sud	3,78 ± 0,25 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>a</sup>	21,80 ± 6,92 <sup>a</sup>	968 ± 12 <sup>a</sup>
Parcelle Centre	4,12 ± 0,23 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,03 <sup>a</sup>	20,61 ± 6,24 <sup>a</sup>	1012 ± 12 <sup>a</sup>
Parcelle Nord	4,22 ± 0,24 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,03 <sup>a</sup>	27,04 ± 14,85 <sup>a</sup>	1120 ± 80 <sup>a</sup>
Total	5,13 ± 0,26	0,78 ± 0,04	23,15 ± 9,11	1033,33 ± 109,11

Dans une colonne les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de comparaison des moyennes HSD de Tukey à  $\alpha = 0,05$ .

Les valeurs des indices de Shannon calculés varient de  $3,78 \pm 0,25$  à  $4,22 \pm 0,24$  avec une moyenne générale de  $5,13 \pm 0,26$  (tableau II). Les indices de Shannon calculés ne sont pas statistiquement différents ( $p > 0,05$ ). Les trois fragments de forêts sont identiques en termes de diversité floristique.

Les valeurs des indices d'équitabilité de Piélu varient de  $0,85 \pm 0,01$  à  $0,90 \pm 0,03$  avec une moyenne générale de  $0,78 \pm 0,04$ . Les différences entre les moyennes des indices d'équitabilité de Piélu ne sont pas significatives ( $p > 0,05$ ).

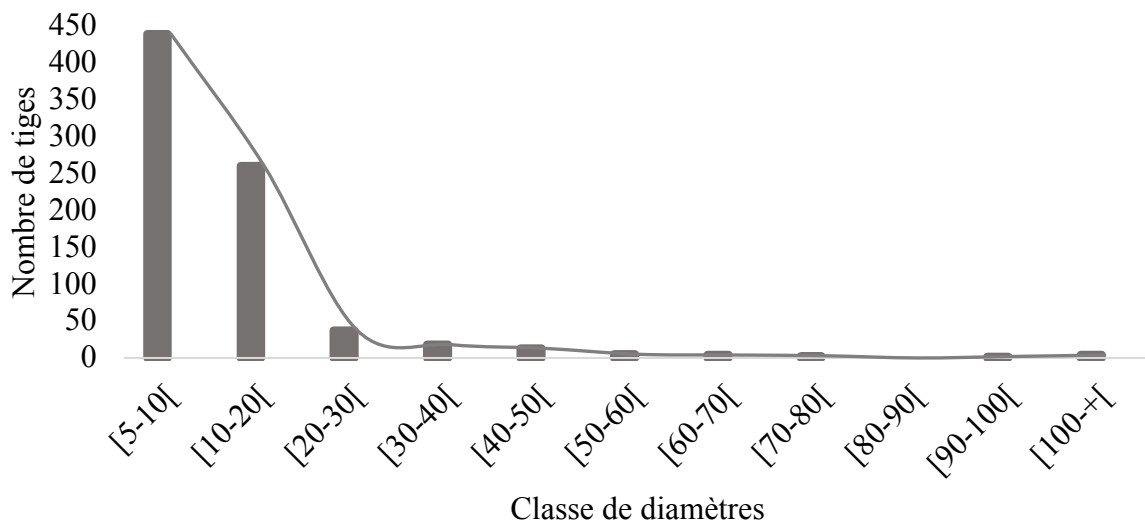


La densité des individus arborescents varie de  $968 \pm 12$  à  $1120 \pm 80$  tiges/ha avec une moyenne générale de  $1033,33 \pm 109,11$  tiges/ha. Les différences entre les moyennes de la densité ne sont pas significatives ( $p > 0,05$ ).

Pour tous les individus, la surface terrière varie de  $20,61 \pm 6,24$  à  $27,04 \pm 14,85$  m<sup>2</sup>/ha avec une moyenne générale de  $23,15 \pm 9,11$  m<sup>2</sup>/ha. Les différences entre les moyennes de la surface terrière ne sont pas significatives ( $p > 0,05$ ).

### 3.1.4. Distribution des tiges par classes de diamètre

La structure horizontale des différentes parcelles présente des formes généralement identiques (Figure 10). Dans l'ensemble, les tiges de petits diamètres [0 à 10 cm [sont les plus nombreuses. Elles représentent presque le tiers des tiges recensées. Ensuite les tiges dont les diamètres sont compris entre 10 et 20 cm sont plus nombreuses que celles ayant des diamètres supérieurs à 20 cm. Cette évolution régressive des tiges, des intervalles de diamètres inférieure vers les intervalles supérieures, donne à la structure diamétrique une allure en « J inversé ».



**Figure 10** : Distribution des tiges par classe de diamètres dans les fragments forestiers étudiés

### 3.1.5. Prépondérance des espèces arborescentes

#### 3.1.5.1. Valeur d'importance des espèces végétales

Dans l'ensemble des parcelles, les quatre (4) espèces les plus importantes sont dans l'ordre décroissant de leur IVI : *Nesogordonia papaverifera*, *Celtis mildbraedii*, *Baphia pubescens* et *Baphia nitida* (Tableau III). *Nesogordonia papaverifera* est l'espèce la plus abondante avec une densité relative de 1,97 %. *Triplochiton scleroxylon* est l'espèce la plus dominante avec une dominance relative de 0,12 %.

**Tableau III** : Liste des espèces prépondérantes dans les différents fragments étudiés

Espèces	Paramètres calculés			
	FR (%)	DR (%)	DoR (%)	IVI (%)
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	0,04	1,97	0,08	2,09
<i>Celtis mildbraedii</i>	0,04	1,68	0,10	1,82
<i>Baphia pubescens</i>	0,04	1,55	0,03	1,62
<i>Baphia nitida</i>	0,04	1,46	0,03	1,53
<i>Celtis zenkeri</i>	0,04	1,02	0,08	1,14
<i>Funtumia africana</i>	0,03	0,89	0,02	0,94
<i>Diospyros canaliculata</i>	0,03	0,74	0,01	0,78
<i>Chidlowia sanguinea</i>	0,03	0,46	0,03	0,52
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	0,03	0,36	0,12	0,51
<i>Mansonia altissima</i>	0,03	0,44	0,01	0,48
Autres	0,01	0,07	0,01	0,09

FR : Fréquence Relative ; DR : Densité Relative ; DoR : Dominance Relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance

### 3.1.5.2. Type des diaspores des espèces prépondérantes

Les espèces prépondérantes sont repartis en deux modes de disséminations. Il s'agit du mode Anémochore et du mode Zoochore. *Nesogordonia papaverifera*, *Baphia pubescens* et *Baphia nitida* sont de type anémochore, leur dissémination est assurée par le vent. Tandis que *Celtis mildbraedii* est de type endozoochore, sa dissémination est assurée par les petits mammifères et les oiseaux.

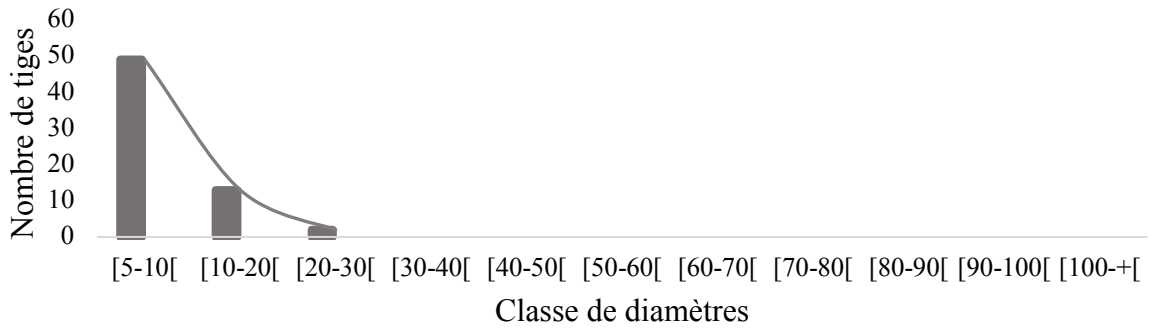
### 3.1.5.3. Structure diamétrique des espèces prépondérantes

L'analyse de la structure diamétrique a montré que les espèces prépondérantes présentent des structures variables dans l'ensemble des parcelles.

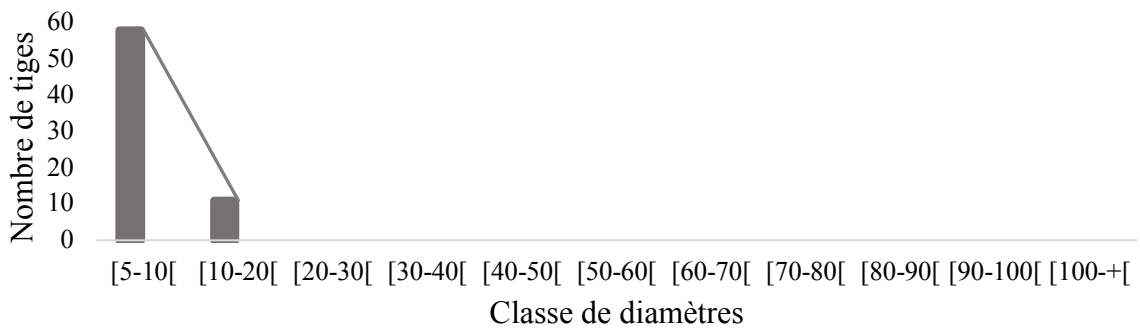
*Baphia nitida* et *Baphia pubescens* présentent une structure en "J inversé" dans les parcelles avec une bonne abondance dans les classes jeunes. On observe cependant très peu d'adultes dans les différentes parcelles qui ont très souvent de petits diamètres.

*Nesogordonia papaverifera* et *Celtis mildbraedii* présentent une structure en forme de "J inversé". On observe cependant une abondance des individus de la classe comprise entre 10 cm et 20 cm (Figure 11).

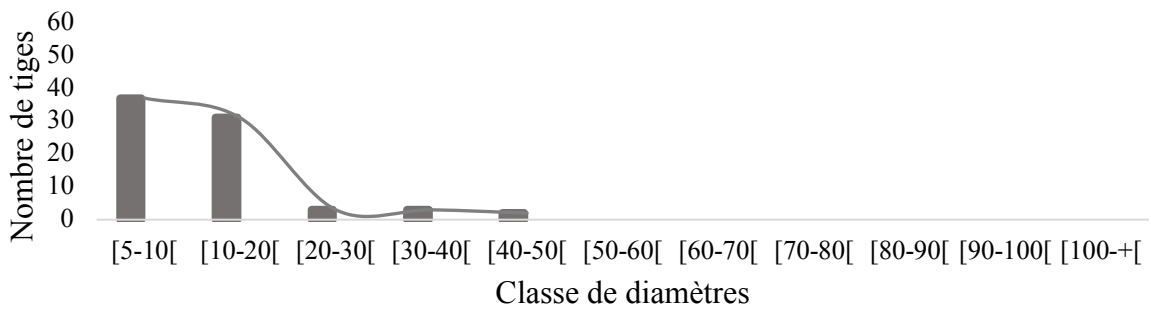
*Baphia nitida*



*Baphia pubescens*



*Celtis mildbraedii*



*Nesogordonia papaverifera*

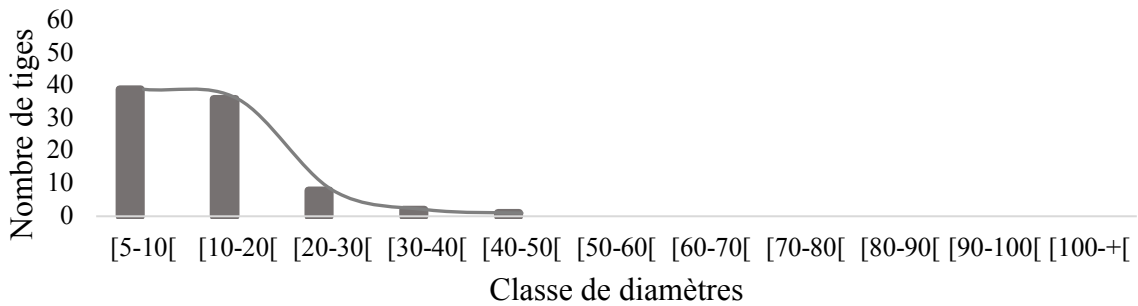


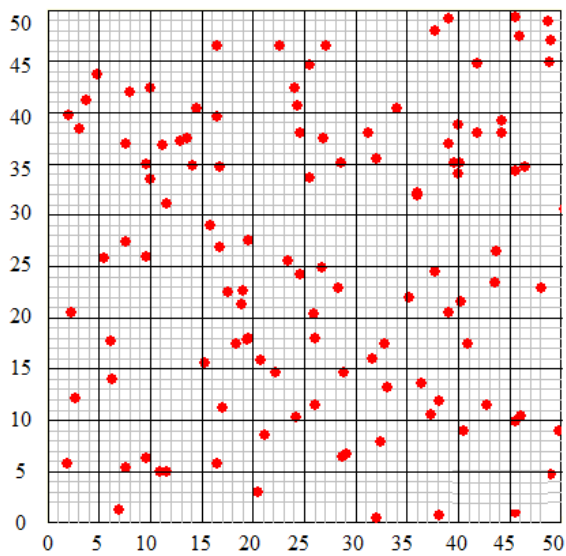
Figure 11 : Structure diamétrique des espèces prépondérantes

### **3.1.6. Organisation spatiale horizontale des espèces arborescentes**

#### **3.1.6.1. Organisation spatiale horizontale à l'échelle de la parcelle**

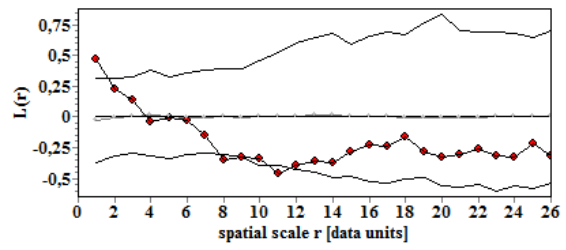
Les observations sur les cartes de distribution des quatre espèces prépondérantes mettent en évidence les zones de concentration des individus. Cette analyse permet de faire ressortir la structure spatiale globale des parcelles étudiées. Dans l'ensemble des parcelles, on a observé que les espèces prépondérantes sont réparties presque régulièrement avec une densité d'individus élevée lesquels individus sont souvent regroupés en petits agrégats (Figure 12).

L'analyse des courbes de la fonction  $L(r)$  à l'échelle des parcelles montre que dans les parcelles Sud et Centre, les individus se caractérisent par une distribution aléatoire à partir de 2 m. Dans la parcelle Nord, la courbe  $L(r)$  indique des agrégats à courte et moyenne distance autour 7 m et 16 m. Mais dans l'ensemble des parcelles, les tests statistiques indiquent une structure non significativement différente d'une distribution aléatoire.

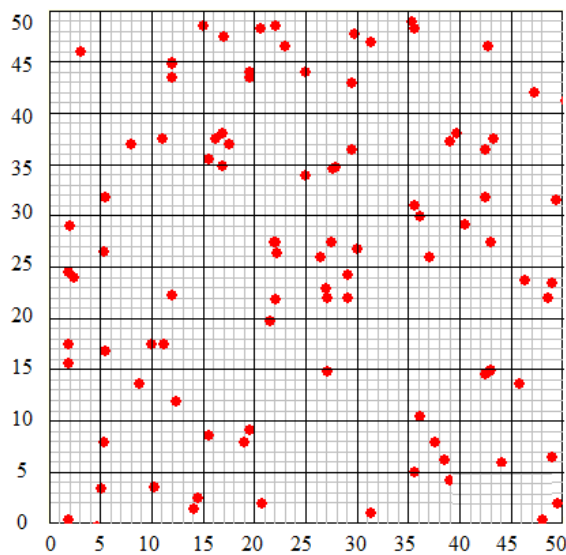


Carte de distribution des individus

### Parcelle Sud

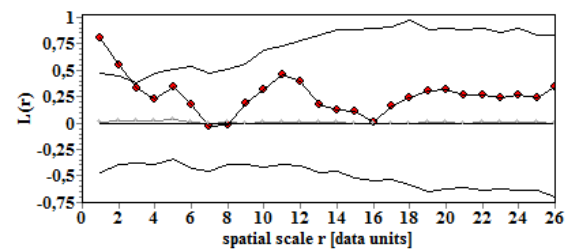


Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley

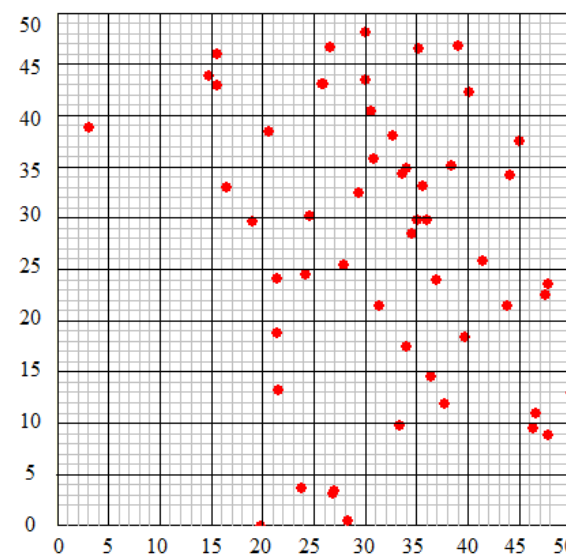


Carte de distribution des individus

### Parcelle Centre

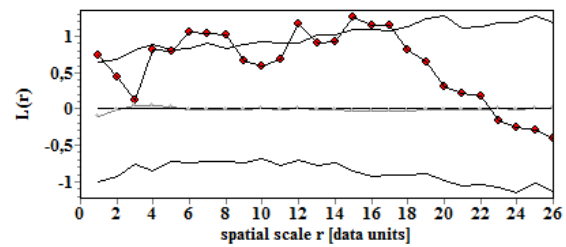


Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley



Carte de distribution des individus

### Parcelle Nord



Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley

Figure 12 : Répartition spatiale des espèces prépondérantes dans les parcelles

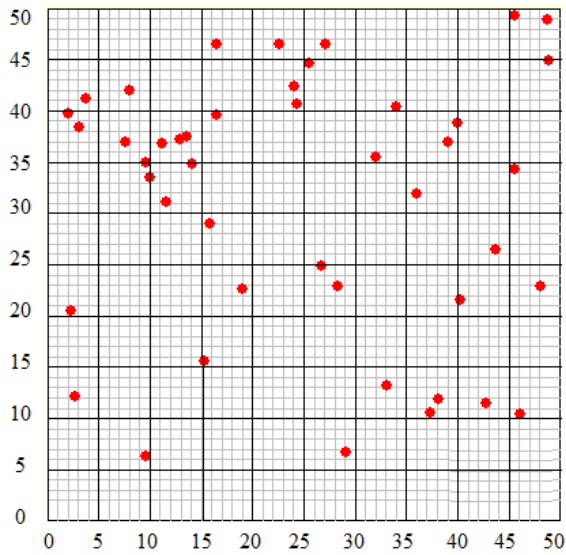
### 3.1.6.2. Organisation spatiale horizontale à l'échelle des espèces prépondérantes

L'analyse de la courbe  $L(r)$  de *Nesogordonia papaverifera* révèle qu'il y a une tendance agrégative entre ses individus autour de 8 m et de 22 m de rayon moyen dans la parcelle Sud. Mais dans l'ensemble des parcelles, les tests statistiques indiquent une structure non significativement différente d'une distribution aléatoire. Dans les parcelles Centre et Nord, la courbe  $L(r)$  reste dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse. Ceci indique une structure aléatoire à toutes les échelles d'analyse (Figure 13).

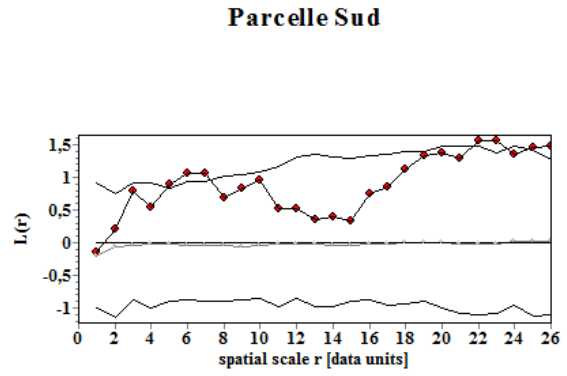
La courbe de la fonction  $L(r)$  de *Celtis mildbraedii* reste dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse dans les parcelles Sud et Nord. Ce qui caractérise une structure aléatoire à toutes les échelles d'analyse (Figure 14). Dans la parcelle Centre, la courbe  $L(r)$  présente un pic caractéristique pour une valeur de rayon correspondant au rayon d'agrégat, c'est-à-dire 3 m. La tendance aléatoire de la répartition spatiale de ces individus observée à très faible distance (2m) révèle des agrégats clairsemés. Mais dans l'ensemble des parcelles, les tests statistiques indiquent une structure non significativement différente d'une distribution aléatoire.

L'allure de la courbe  $L(r)$  de *Baphia nitida* montre qu'il y a une tendance agrégative jusqu'à 7 m dans la parcelle Sud, puis une tendance régulière entre 16 m et 21 m de rayon. Dans la parcelle Centre la courbe  $L(r)$  commence légèrement à l'extérieur de la partie supérieure de l'intervalle de confiance et entre à l'intérieur à partir de 6 m pour ne plus ressortir. Quant à la parcelle Nord, la courbe  $L(r)$  fait ressortir 2 échelles d'agrégations : une à plus courte distance 2 m de rayon moyen et un autre plus grand de 9 m de rayon moyen. Mais dans l'ensemble des parcelles, les tests statistiques indiquent une structure non significativement différente d'une distribution aléatoire (Figure 15).

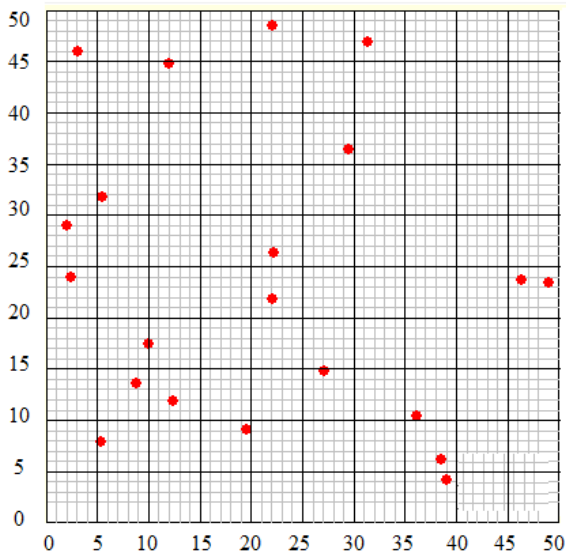
La courbe de la fonction  $L(r)$  de *Baphia pubescens* reste dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse dans la parcelle Sud. Ce qui caractérise une structure aléatoire à toutes les échelles d'analyse et donc une homogénéité suivant la topographie. Dans la parcelle Nord la courbe  $L(r)$  commence légèrement à l'extérieur de la partie supérieure de l'intervalle de confiance et entre à l'intérieur à partir de 2 m pour ne plus ressortir. Alors que dans la parcelle Centre la courbe  $L(r)$  montre une tendance agrégative des individus à courte distance jusqu'à 3 m et un autre autour de 4 m. Mais dans l'ensemble des parcelles, les tests statistiques indiquent une structure non significativement différente d'une distribution aléatoire (Figure 16).



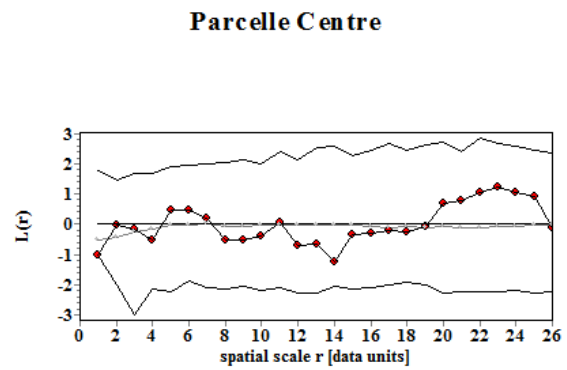
Carte de distribution des individus



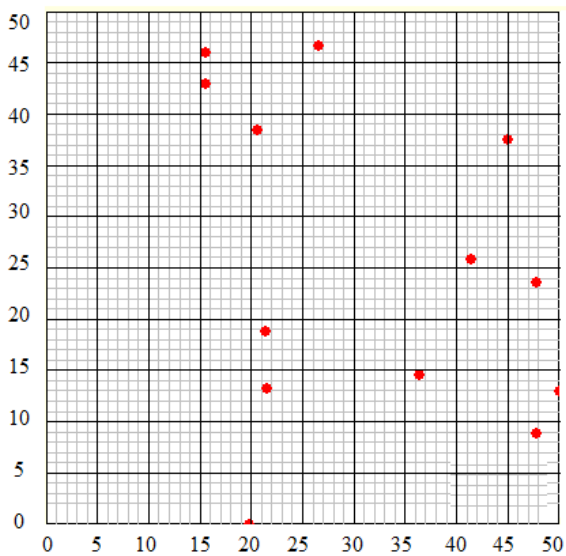
Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley



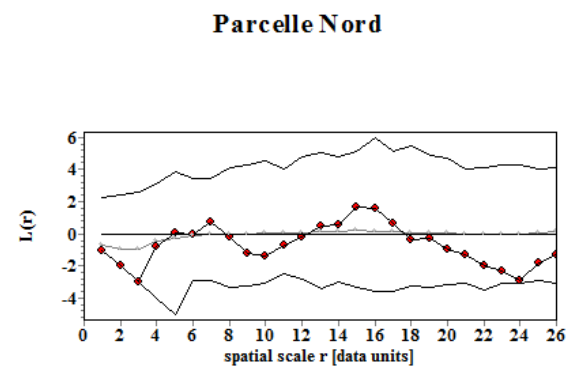
Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley

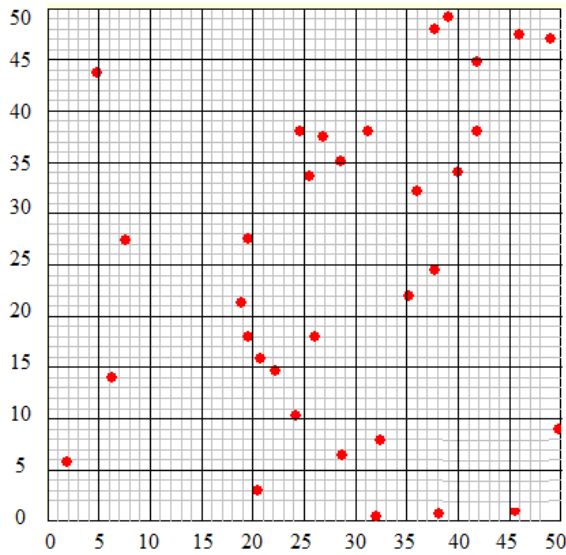


Carte de distribution des individus

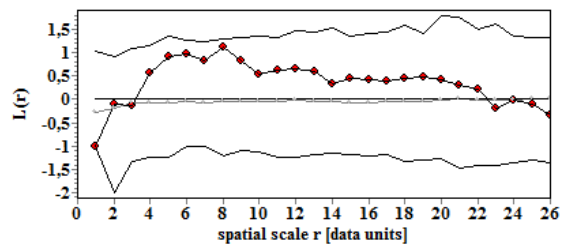


Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley

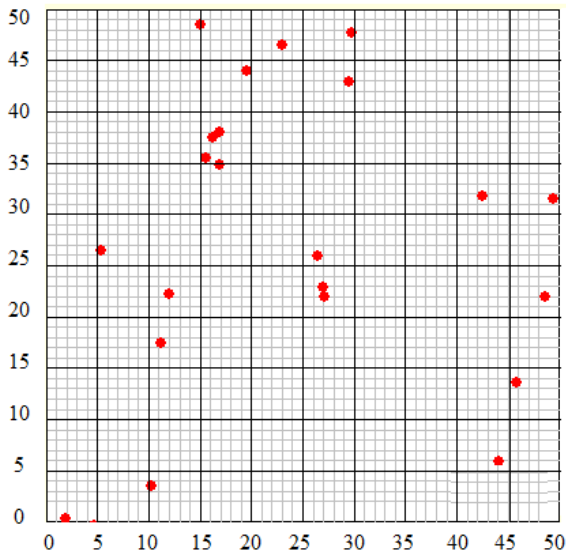
**Figure 13 :** Répartition spatiale des individus de *Nesogordonia papaverifera*



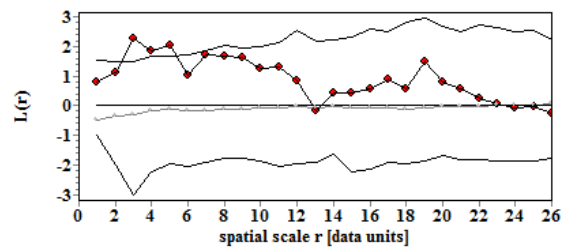
Carte de distribution des individus



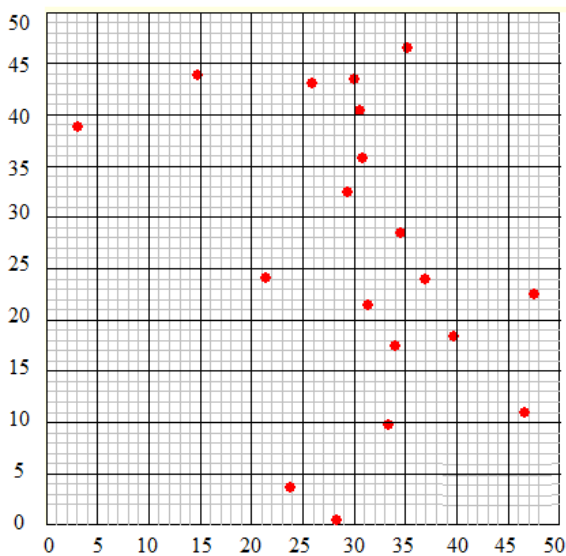
Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley



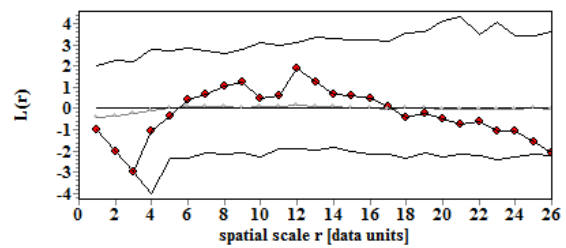
Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley



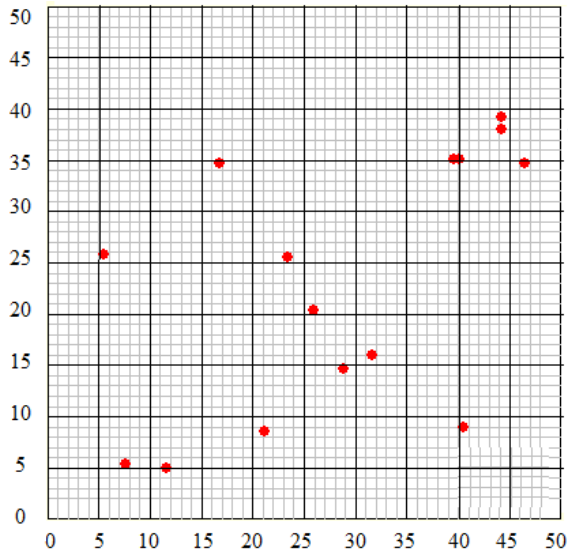
Carte de distribution des individus



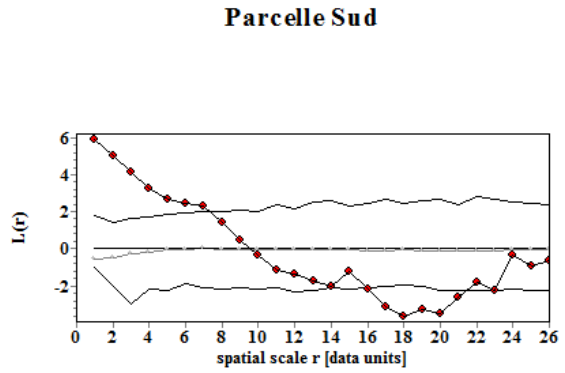
Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley

Figure 14 : Répartition spatiale des individus de *Celtis mildbraedii*

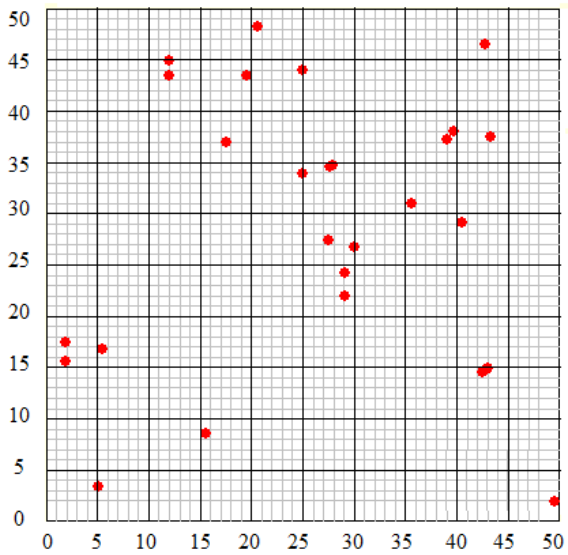




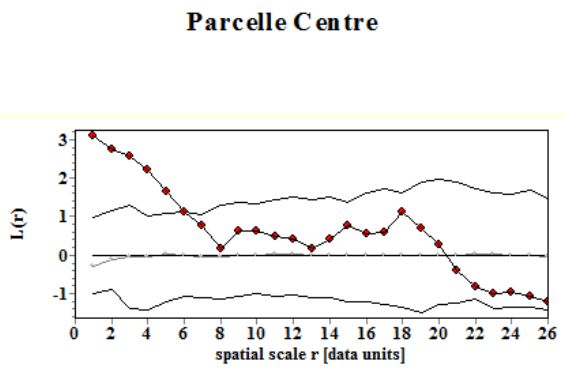
Carte de distribution des individus



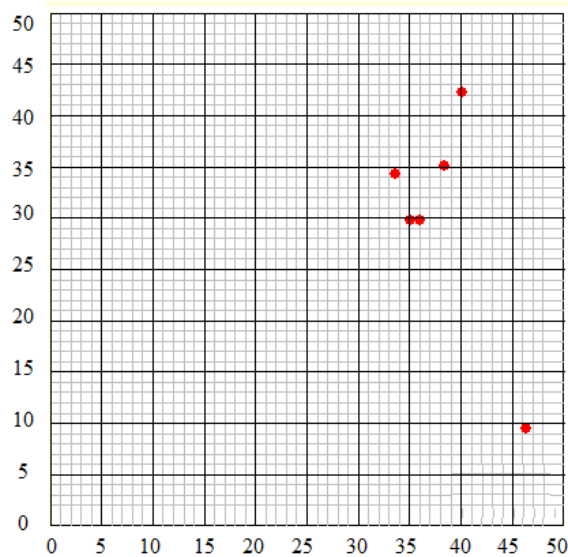
Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley



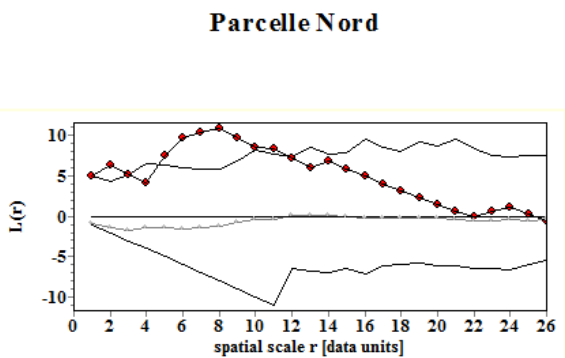
Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley

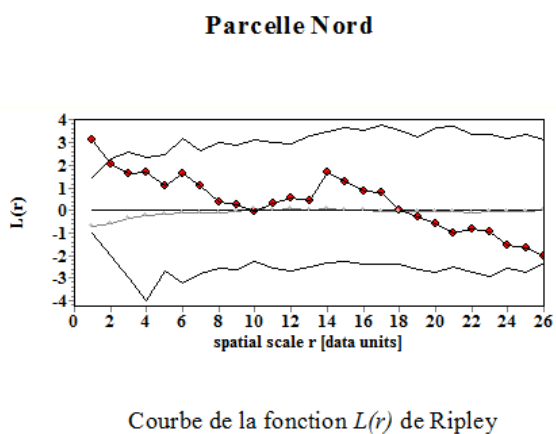
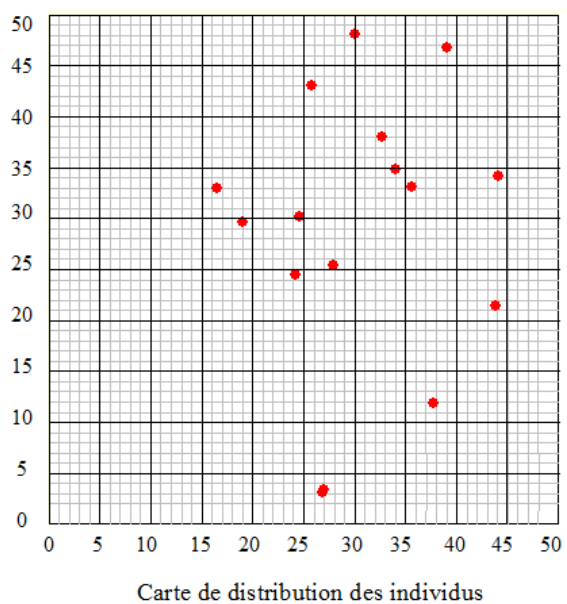
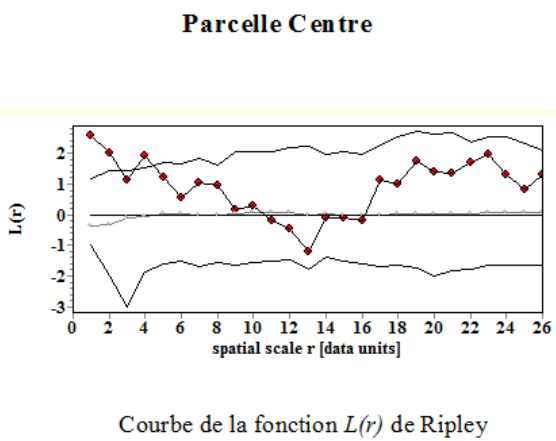
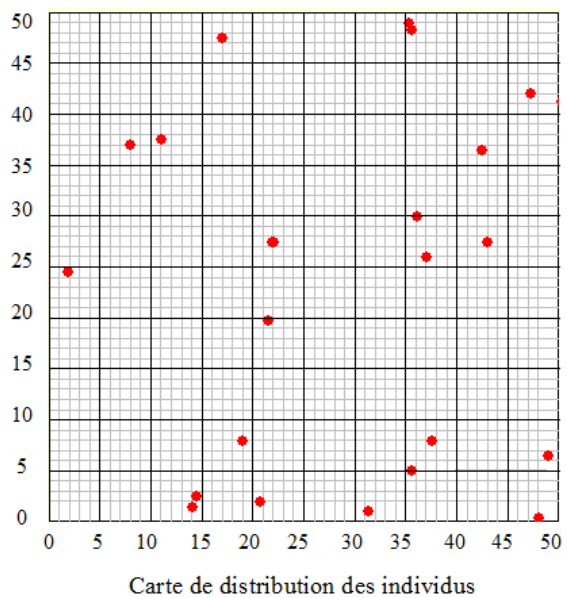
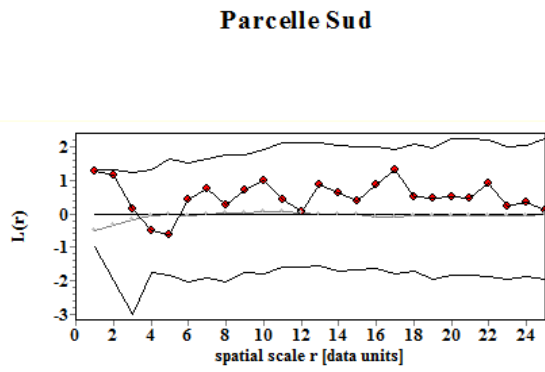
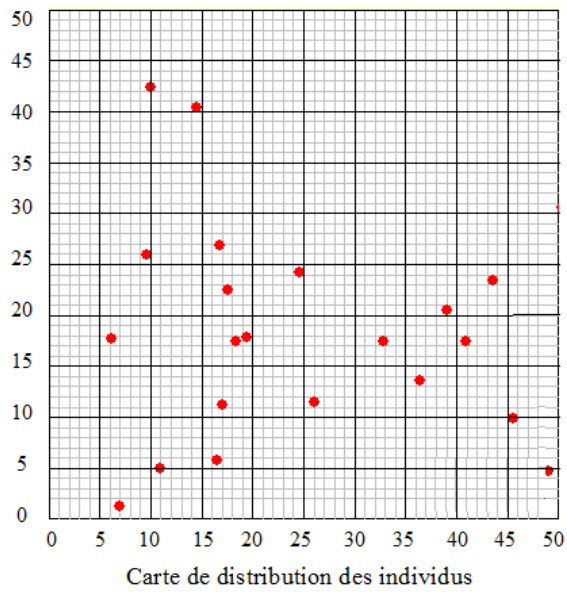


Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L(r)$  de Ripley

**Figure 15** : Répartition spatiale des individus de *Baphia nitida*



**Figure 16** : Répartition spatiale des individus de *Baphia pubescens*

### 3.1.7. Relations entre les espèces prépondérantes

#### 3.1.7.1. Relations interspécifiques entre les espèces prépondérantes

L'analyse de la courbe intertype  $L_{12}(r)$  entre *Baphia pubescens* et *Baphia nitida* a révélé que dans l'ensemble, la courbe est restée dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse. Ce qui montre une relation d'indépendance entre les individus des deux espèces (Figure 17).

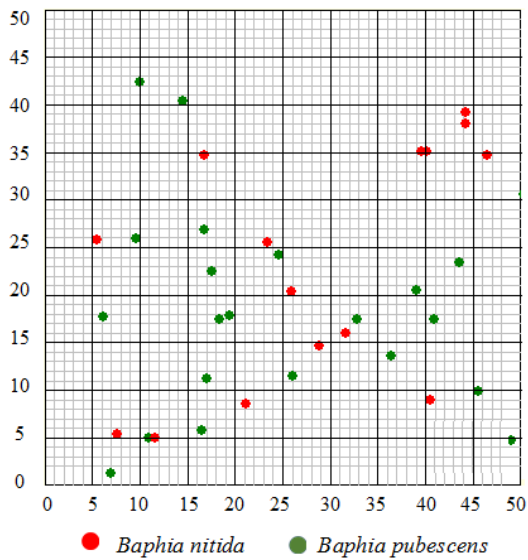
La courbe intertype  $L_{12}(r)$  entre *Nesogordonia papaverifera* et ceux de *Celtis mildbraedii* est restée dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse dans les parcelles Sud et Centre. Ce qui indique une relation d'indépendance entre les individus de ces deux espèces. Dans la parcelle Nord une tendance d'attraction moins significative est observée à la distance d'environ 18 m. Mais dans l'ensemble, les tests statistiques indiquent une indépendance entre les individus de ces espèces (Figure 18).

La courbe intertype  $L_{12}(r)$  entre *Baphia nitida* et *Celtis mildbraedii* reste dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse dans l'ensemble des parcelles. Cette relation est caractéristique d'une indépendance entre les individus de ces deux espèces (Annexe 1a).

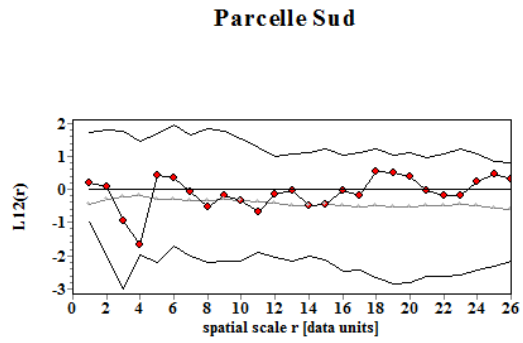
Dans l'ensemble des parcelles, la courbe de la fonction intertype  $L_{12}(r)$  entre *Baphia pubescens* et *Nesogordonia papaverifera* est restée dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse. Ce qui montre une indépendance entre les individus de ces espèces (Annexe 1b).

La courbe intertype  $L_{12}(r)$  entre *Baphia pubescens* et *Celtis mildbraedii* indique une relation d'indépendance entre les individus de ces deux espèces dans les parcelles Sud et Nord où la courbe est restée dans l'intervalle de confiance. Dans la parcelle Centre, la courbe indique une tendance de répulsion autour de 3 m et 20 m dans entre les individus de *Baphia pubescens* et ceux de *Celtis mildbraedii*. Mais dans l'ensemble, les tests statistiques indiquent une indépendance entre les individus de ces espèces (Annexe 1c).

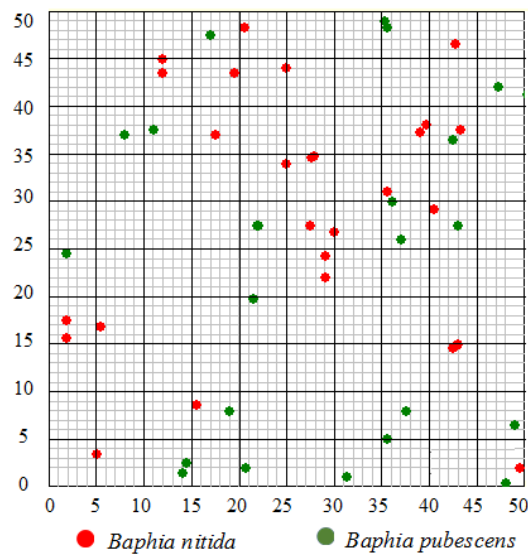
Dans les parcelles Sud et Nord, la courbe intertype  $L_{12}(r)$  entre *Nesogordonia papaverifera* et *Baphia nitida* est restée dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse. Ce qui est caractéristique d'une indépendance entre ces espèces (figure 24). Dans la parcelle Centre, la courbe intertype  $L_{12}(r)$  montre une tendance à la répulsion moins significative observée à la distance 4 m et 7 m de distance. Mais dans l'ensemble, les tests statistiques indiquent une indépendance entre les individus de ces espèces (Annexe 1d).



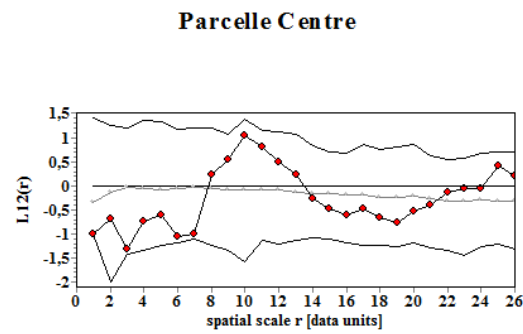
Carte de distribution des individus



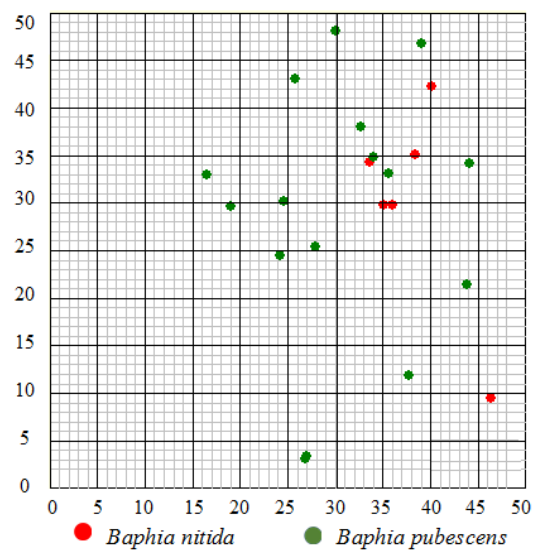
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



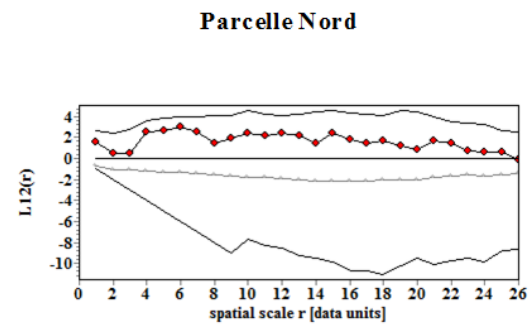
Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

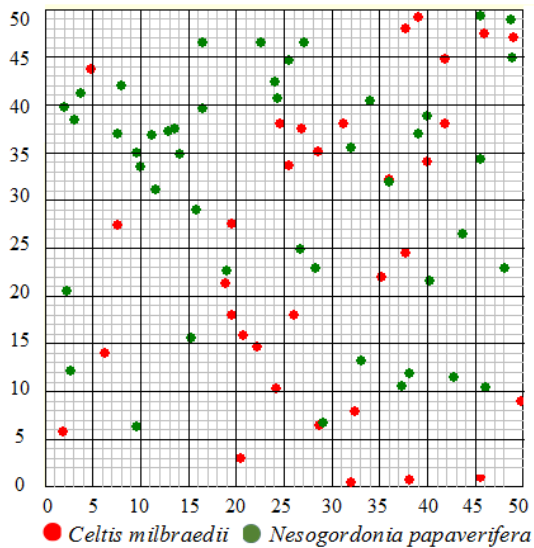


Carte de distribution des individus

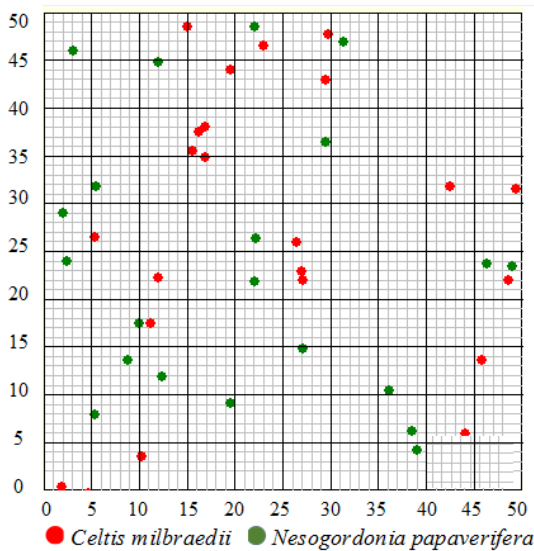


Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

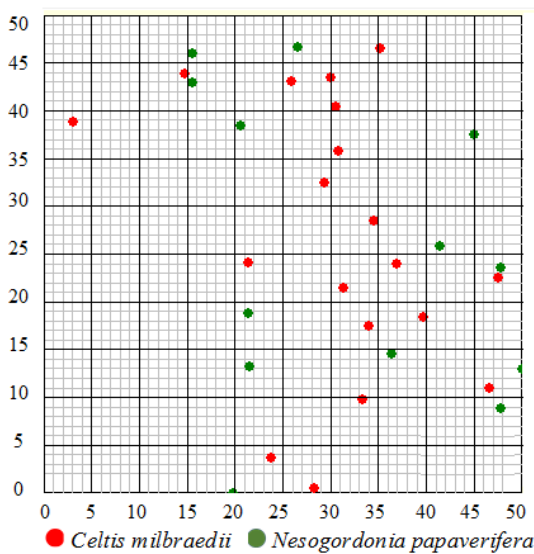
Figure 17 : Relations entre les individus de *Baphia nitida* et ceux de *Baphia pubescens*



Carte de distribution des individus

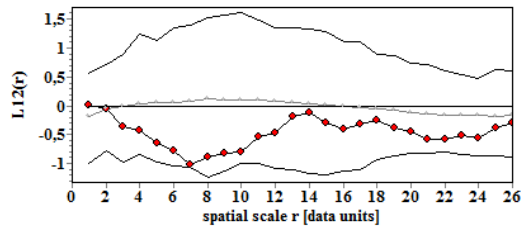


Carte de distribution des individus



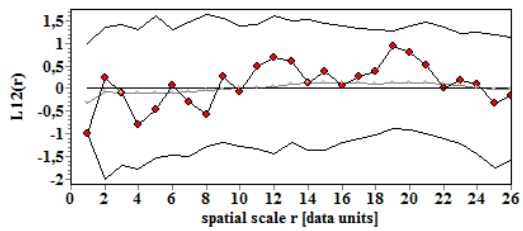
Carte de distribution des individus

### Parcelle Sud



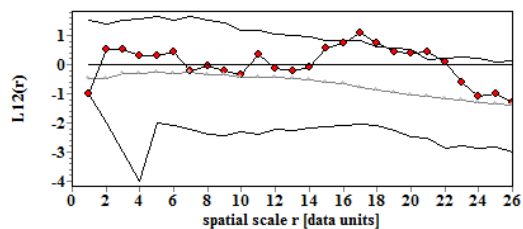
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

### Parcelle Centre



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

### Parcelle Nord



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

**Figure 18** : Relations entre les individus de de *Celtis mildbraedii* et ceux de *Nesogoronia papaverifera*

### 3.1.7.2. Relations intraspécifiques entre les sous populations des espèces prépondérantes

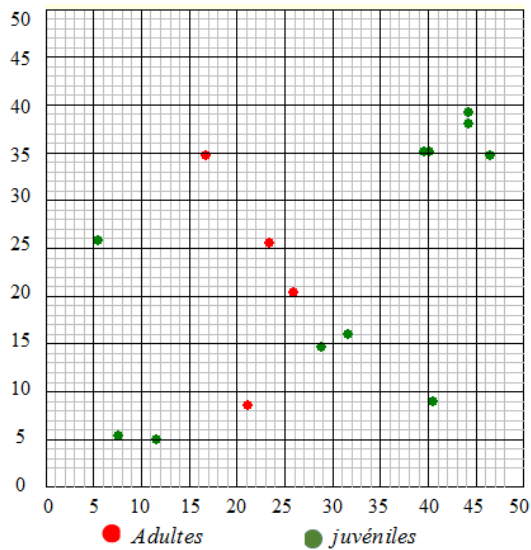
De manière générale, des tendances d'attractions entre les individus aux stades adultes et juvéniles sont observées dans les parcelles pour certaines espèces. Cependant, la fonction intertype  $L_{12}(r)$  indique une structure non significativement différente d'une relation d'indépendance entre les deux sous-populations de chaque espèce prépondérante ; Ce qui montre que la répartition des individus juvéniles n'est pas influencée par la présence des individus adultes.

Pour les sous populations de *Baphia nitida*, une tendance d'attraction est observée dans les parcelles Sud et Centre jusqu'à une distance de 3m de rayon moyen. Dans la parcelle Nord une tendance de répulsion est observée jusqu'à 7 m de distance à la limite inférieure de la zone de confiance. Ces tendances sont moins significatives et les courbes intertypes sont dans l'ensemble restées à l'intérieur de l'intervalle de confiance ; ce qui montre une indépendance des individus juvéniles vis à vis des adultes (Figure 19).

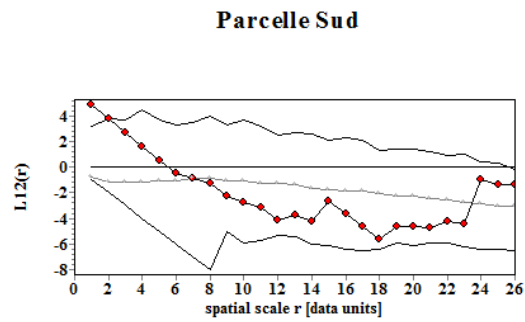
Pour les adultes et les juvéniles de *Baphia pubescens* une tendance d'attraction a été observée autour de 2 m de distance dans les parcelles Sud et Centre. Dans la parcelle Nord, une tendance de répulsion est observée jusqu'à 4 m de distance à la limite inférieure de la zone de confiance Cette tendance moins significative indique une relation d'indépendance entre les populations adultes et juvéniles (Figure 20).

Quant à *Celtis milbraedii*, la courbe intertype est restée dans l'intervalle dans les parcelles Sud et Centre. Dans la parcelle Nord, une tendance de répulsion a été observée entre les adultes et les juvéniles jusqu'à 4 m de distance à la limite inférieure de la zone de confiance. Cette tendance étant moins significative les juvéniles sont indépendants vis-à-vis des adultes (Figure 21).

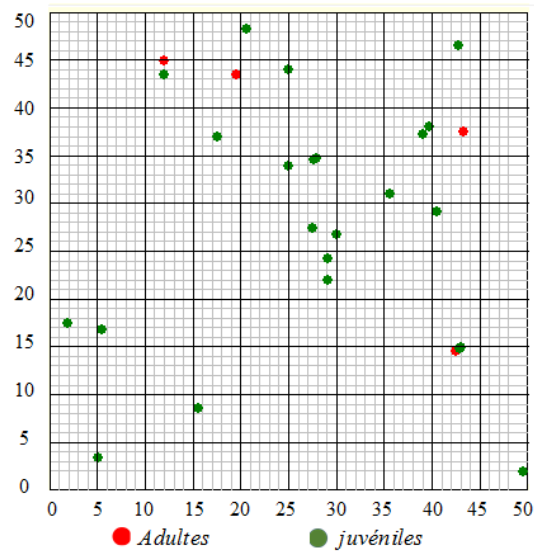
En ce qui concerne les individus adultes et juvéniles de *Nesogordonia papaverifera*, la courbe intertype  $L_{12}(r)$  est restée dans l'intervalle de confiance quelle que soit la distance d'analyse dans la parcelle Sud. Une tendance de répulsion a été observée entre les adultes et les juvéniles jusqu'à 4 m de distance dans la parcelle Centre et 6 m de distance dans la parcelle Nord à la limite inférieure de la zone de confiance. Ces tendances sont moins significatives ; ce qui montre une indépendance des individus juvéniles vis-à-vis des adultes (Figure 22).



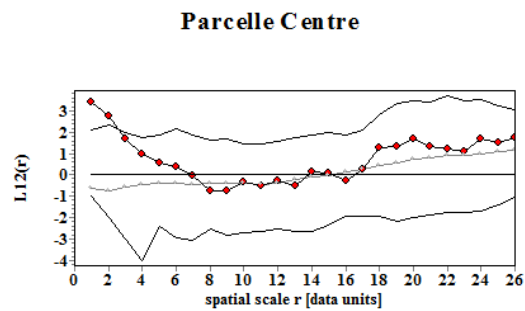
Carte de distribution des individus



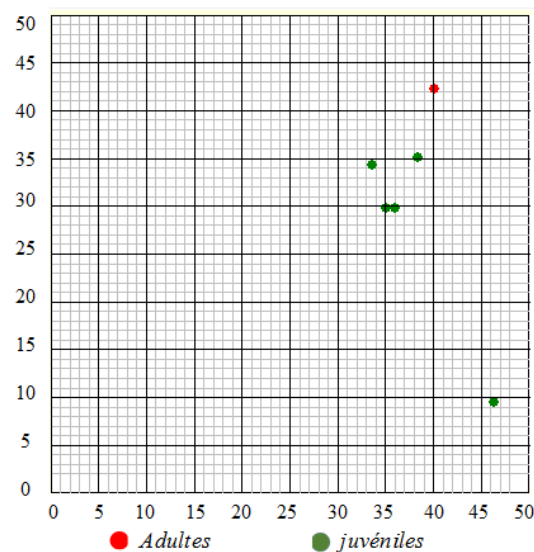
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



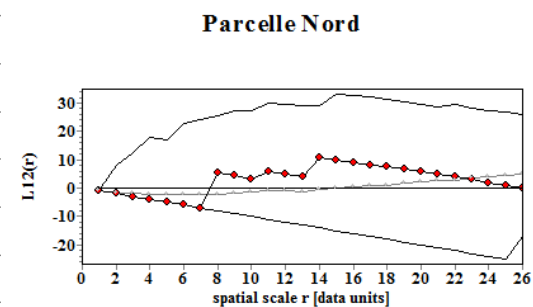
Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

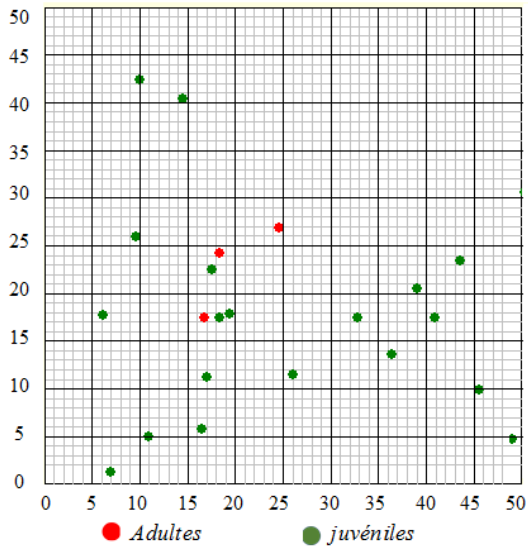


Carte de distribution des individus

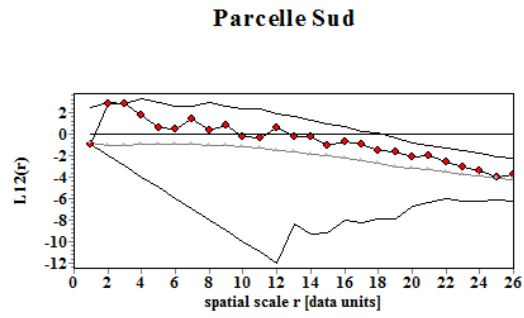


Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

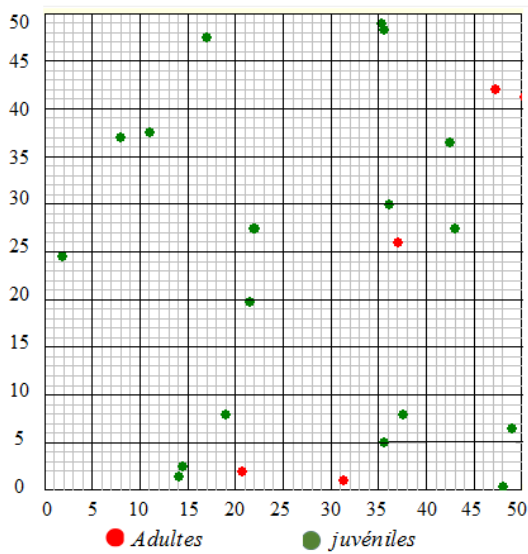
Figure 19 : Relation entre les individus adultes et juvéniles de *Baphia nitida*



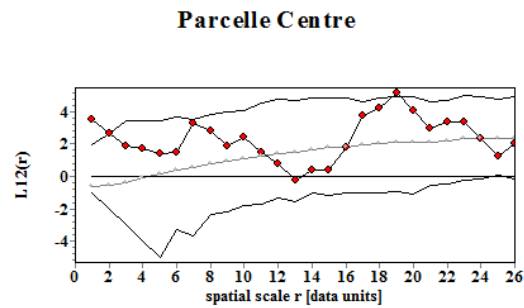
Carte de distribution des individus



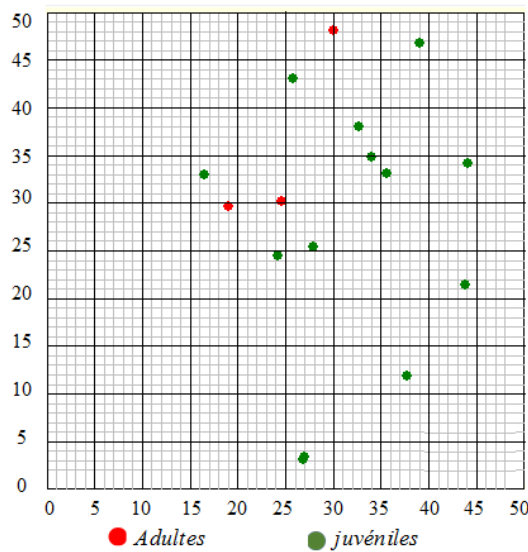
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



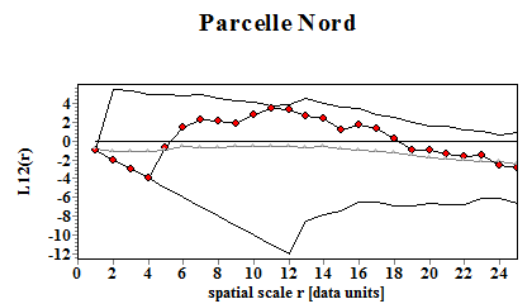
Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



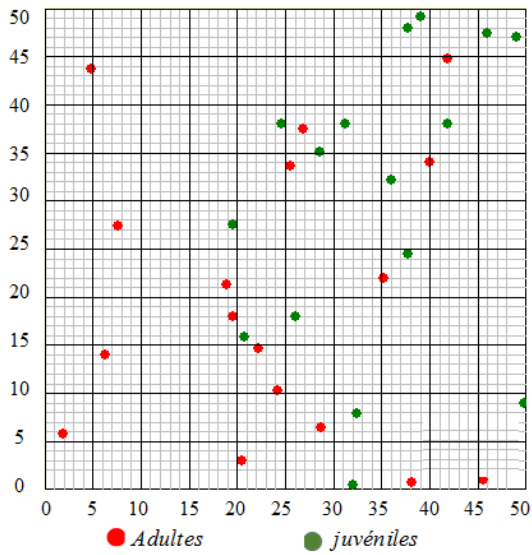
Carte de distribution des individus



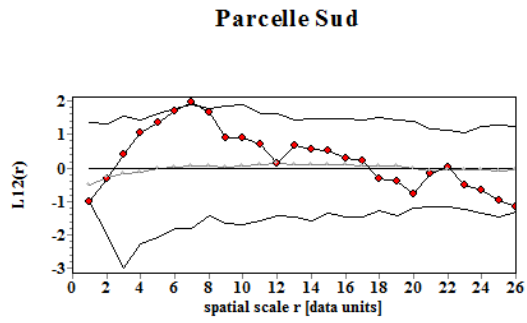
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

Figure 20 : Relation entre les individus adultes et juvéniles de *Baphia pubescens*

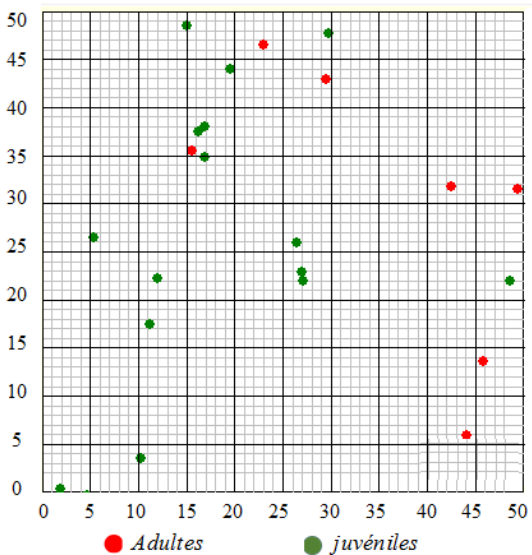




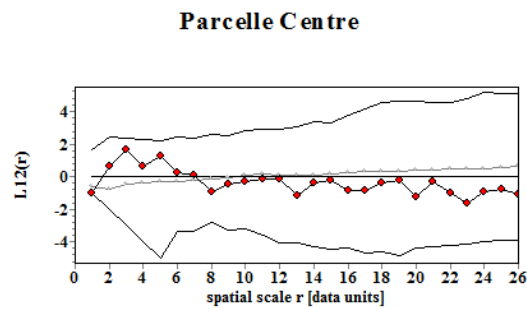
Carte de distribution des individus



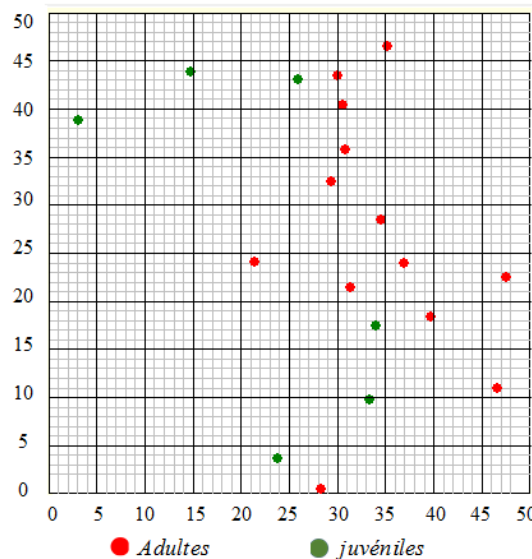
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



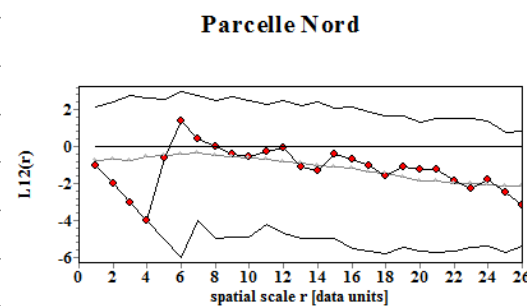
Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



Carte de distribution des individus



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

**Figure 21** : Relation entre les individus adultes et juvéniles de *Celtis milbraedii*

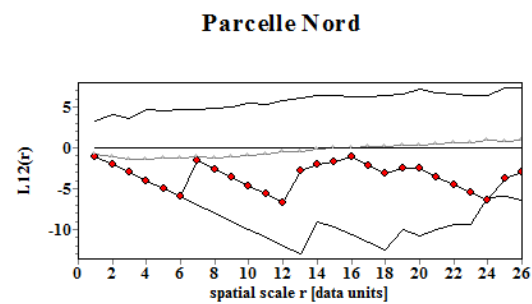
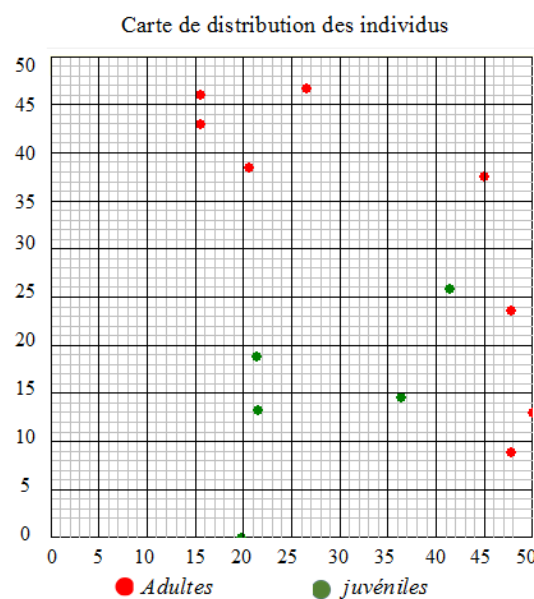
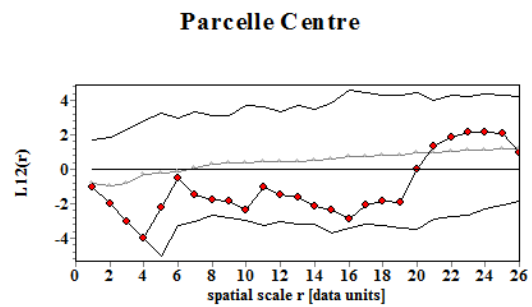
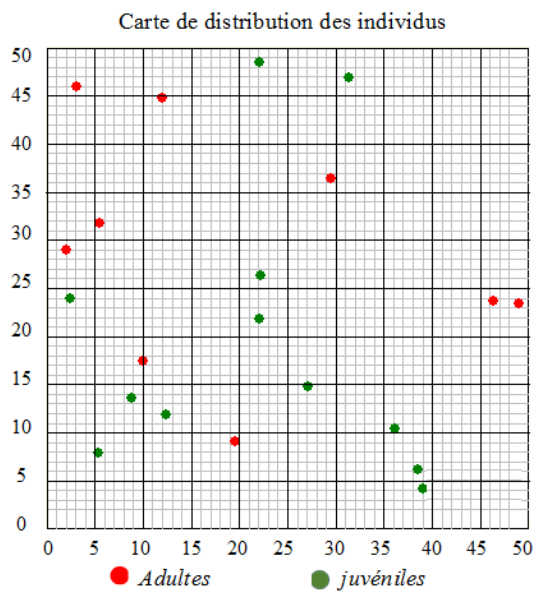
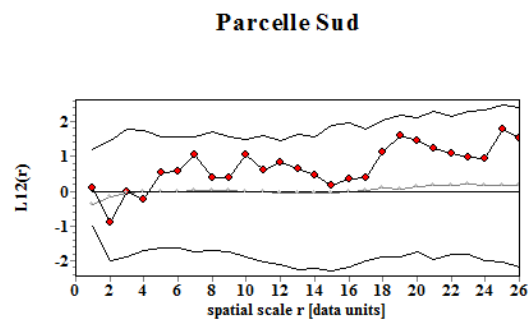
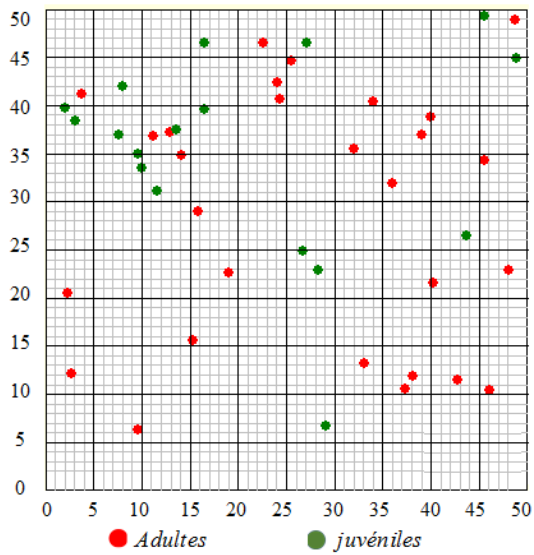


Figure 22 : Relation entre les individus adultes et juvéniles de *Nesogordonia papaverifera*

## 3.2. Discussion

### 3.2.1. Variation de la diversité de la flore ligneuse des parcelles permanentes

L'étude de la diversité floristique des parcelles forestières de la FCHS a permis de recenser 775 individus de  $DBH \geq 5$  cm réparties entre 97 espèces, 70 genres et 28 familles au bout d'un an de suivi. Kouman (2018) avait recensé 700 individus réparties entre 92 espèces. Nous observons l'apparition des individus de 5 espèces de plus dans les inventaires. Cette valeur montre un bon début de régénération dans les parcelles étudiées. Selon N'Dja (2006), la tendance à la croissance de la richesse spécifique, la densité et la diversité des peuplements constituent une loi générale pour toutes les successions écologiques. Ces successions écologiques représentent un ensemble de processus par lesquels un écosystème naturellement ou artificiellement altéré ou détruit, entreprend spontanément de se reconstituer pour recouvrer un état qui soit en quelque sorte similaire à l'état initial (Hakizimana *et al.*, 2011).

La plupart des espèces recensées dans les différents fragments de forêts appartiennent à la zone phytogéographique Guinéo-Congolaise (GC) avec 91,43 % des espèces. La forte proportion des espèces de la zone Guinéo-Congolaise dans le cortège floristique d'une forêt, est une preuve qu'elle appartient bien à la région Guinéo-Congolaise de White (N'Dja, 2006). Cette valeur élevée d'espèces Guinéo-Congolaise (GC) est le signe que les fragments de forêts qui subsistent sont encore bien conservés et peuvent favoriser une bonne reconstitution du paysage forestier (Koffi, 2016).

L'analyse du spectre biologique a montré une abondance des phanérophytes dans les parcelles étudiées. La composition de ces parcelles se rapproche de celle des forêts denses semi-décidues telles que décrites par Guillaumet et Adjanohoun (1971). Pour ces auteurs, ces forêts sont dominées par la présence de phanérophytes et très peu d'épiphytes.

En considérant l'ensemble des individus, l'étude de la diversité structurale des parcelles a révélé une densité moyenne de 1033,33 tiges/ha. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles obtenues par Kouman (2018). Selon cet auteur, la densité moyenne était estimée à 938,66 tiges/ha. Quant à la surface terrière, elle est de 23,15 m<sup>2</sup>/ha pour l'ensemble des parcelles étudiées. Comparativement à celle obtenue par Kouman (2018) qui est de 17,71 m<sup>2</sup>/ha, nous notons une augmentation de 5,44 m<sup>2</sup>/ha. Ces différences pourraient s'expliquer par l'abandon des activités anthropiques favorisant la mise en place des conditions écologiques pour la croissance et le développement des espèces arborescentes. Ce qui témoigne de la bonne reconstitution du couvert végétal des parcelles étudiées.

### 3.2.2. Organisation spatiale des communautés végétales

La classification des espèces selon leur prépondérance a révélé la dominance de *Nesogordonia papaverifera*, *Celtis mildbraedii*, *Baphia pubescens* et de *Baphia nititda*. Ces espèces caractéristiques des forêts denses semi décidues représentent à elles seules plus de 50 % de l'ensemble des individus inventoriés. Les quatre espèces constituent donc l'essentiel de la structure et de la biomasse des fragments étudiés (Collinet, 1997). Elles vont donc imprimer le rythme de régénération de la végétation des fragments de forêts étudiés (Pascal, 2003). C'est sur cette base que leur distribution spatiale a été étudiée.

L'analyse de la distribution spatiale a révélé que dans l'ensemble les quatre espèces prépondérantes présentent une distribution aléatoire dans les parcelles. De plus la répartition spatiale des peuplements juvéniles de ces espèces est aléatoire dans l'ensemble des parcelles comparativement à celle des adultes. La distribution spatiale de ces espèces est donc aléatoire à tous les stades de développement.

Plusieurs raisons peuvent être évoquées pour expliquer le mode de distribution aléatoire observée. L'une de ces principales raisons est que la distribution aléatoire serait dû au mode de dissémination des diaspores. En effet, les études ont démontré que le type de dispersion était fortement corrélé avec la distribution spatiale des espèces. Les espèces à forte capacité de dispersion présentaient une répartition spatiale aléatoire, tandis que les espèces à faible capacité de dispersion sont plutôt agrégées (Hubbell, 2001). De plus les travaux de Etien *et al.*, (2007) ont montré que les espèces anémochores et zoochores dans la FCHS possédaient un pouvoir de dispersion efficace. C'est le cas de *Celtis mildbraedii*, une espèce endozoochore. L'espèce produit des fruits qui sont consommés par des mammifères et les graines sont disséminées généralement loin des semenciers (N'Dja, 2006). Les plants issus de ces graines sont donc plus compétitifs, elles évitent la compétition avec la plante mère (Koffi, 2016). Cette capacité de dispersion diminue la probabilité de rencontrer un pied d'un taxon à son voisinage et justifie la forte capacité de dissémination et la distribution aléatoire observée.

De même *Baphia pubescens*, *Baphia nititda* et de *Nesogordonia papaverifera* sont des espèces anémochores, c'est-à-dire que la dissémination des graines à maturité est assurée généralement loin des semenciers par le vent (Martin, 2010). Par ailleurs, la forte dégradation actuelle de la FCHS (Kouakou *et al.*, 2017) participe à l'augmentation de la dissémination de ces espèces. Selon Nathan *et al.*, (2002), les milieux ouverts par l'exploitation forestière sont parcourus par des vents plus forts que les zones de forêts fermées. Ces vents disséminent les graines anémochores, concourant ainsi à augmenter de manière importante leur distance de dispersion.

Une autre explication est que la distribution aléatoire observée dans toutes les parcelles étudiées pourrait résulter d'une homogénéité topographique. En effet, les résultats ont montré que les trois fragments de forêts sont identiques en termes de diversité floristique et structurale. En outre, la distance qui sépare ces fragments n'excédant pas 1 km, elles pourraient appartenir à la même zone topographique. Aussi l'échelle d'analyse utilisée peut influencer les résultats de la répartition spatiale. L'échelle d'analyse doit correspondre à la moitié de la parcelle étudiée pour éviter le biais des résultats (Goreaud, 2000). Dans le cas de cette étude l'échelle d'analyse est de 25 m. Cette échelle minimise les variations environnementales. Selon Wisz *et al.* (2008) pour des distances d'analyse inférieure à 50 m, les variations environnementales souvent à l'origine de la structure spatiale des espèces sont moins prononcées et seraient donc responsables de la structure aléatoire observée dans toutes les parcelles.

Cependant, les analyses ont montré que ces espèces prépondérantes présentaient des tendances d'attraction et/ou de répulsion à de petites distances d'analyses dans les différentes parcelles. Les tendances d'attraction montrent que les graines n'ont pas été disséminées très loin favorisant l'agrégation des individus. On peut alors penser que les graines qui auraient été transportées à longue distance n'ont pas pu survivre. En effet, l'influence de la masse, de la maturité des graines et de la période de dissémination sont des éléments déterminants dans la survie des graines (Martin, 2010). En ce qui concerne les tendances de répulsion, elles impliqueraient l'existence d'une compétition entre les individus. Cette compétition pour les ressources disponibles qui serait dépendante de la densité entraînerait la mort des individus les moins compétitifs. Ceci ramène la structure spatiale initialement aléatoire vers une structure plus régulière (Traissac, 2003 ; Kumba, 2015). De plus les conditions environnementales, variables au cours du temps, ainsi que les caractéristiques écophysologiques des graines disséminées déterminent leur capacité à persister, à germer et à se développer dans les différents milieux dans lesquels elles sont disséminées (Jésel, 2005). En effet, selon Kumba (2015), les perturbations qui surviennent dans une forêt peuvent entraîner la rareté ou la disparition des agents disperseurs des graines dans une zone. Martin (2010) ajoute que la réduction, voire la disparition, des principaux mammifères consommateurs de fruits dû aux perturbations forestières, influence la répartition des espèces zoochores.

### **3.2.3. Potentialité de reconstitution de la flore des parcelles permanentes**

L'analyse de la fonction intertype  $L_{12}(r)$  de Ripley indique une relation d'indépendance entre les quatre espèces prépondérantes. En tenant compte des différents stades de développement, la même relation d'indépendance est observée entre les individus adultes et les

individus juvéniles dans toutes les parcelles. L'absence de lien entre les deux stades montre que les adultes n'ont aucune influence sur la répartition des juvéniles. L'indépendance entre les espèces prépondérantes et leurs stades de développement pourrait démontrer de l'état de dégradation avancée de la FCHS. D'après Kumba (2015), les relations d'indépendances entre des espèces dans une forêt anthropisée témoignent de l'état dégradé de cette forêt. En effet, la FCHS s'est transformée en de petits fragments forestiers pendant et après les conflits. Aujourd'hui, les plantations cacaoyères constituent la matrice de cette forêt classée (Kouman, 2018).

Les relations d'indépendance pourraient s'expliquer par le mode de dispersion de ces espèces (Kumba, 2015). Selon la théorie de Janzen-Connell (1970), la probabilité d'apparition de nouveaux individus à proximité d'un arbre parent de la même espèce est plus faible qu'à une distance plus élevée. L'hypothèse serait qu'il y aurait un processus de répulsion qui expliquerait la compétition inter et intraspécifique entre les espèces. Balandier *et al.* (2010) ajoutent que la proportion relative des jeunes plants au sein d'une population végétale reste fonction de leur tolérance à l'ombre, et leur survie dépend de l'architecture de la canopée qui peut être fermée au niveau des agrégats (Kopp *et al.*, 2006). Toutefois, il faut souligner la faible densité d'individus observées dans les parcelles pour certaines espèces comme *Baphia nitida*. Selon Agbangla *et al.* (2015), cette faible densité poserait surtout le problème de l'influence du nombre d'individus sur les résultats de l'analyse de la structure spatiale. En effet, lorsque le nombre d'individus est faible, la distribution spatiale obtenue est généralement proche de la distribution aléatoire (Linares-Palomino, 2005) et implique donc une relation d'indépendance entre les populations considérées.

Les distributions des classes de diamètres apportent plusieurs catégories d'information. Elles reflètent à la fois l'état dynamique du peuplement dans son ensemble, les tempéraments des espèces (sciaphiles, héliophiles) et la capacité de régénération des espèces. La répartition de *Baphia pubescens* et de *Baphia nitida* en classe de diamètre suit une allure en "J" inversé, régulièrement décroissante, avec un maximum dans les premières classes de diamètres. La répartition de *Nesogordonia papaverifera* et *Celtis mildbraedii* montrent une structure diamétrique en "J" inversé dans les parcelles avec un nombre assez important d'adultes. La structure diamétrique en "J" inversé montre que, grâce à la croissance de nombreux plants dans les classes ]5 ;10[ et via leur recrutement dans les classes de diamètre supérieur la FCHS peut se régénérer et retrouver sa physionomie de départ. En effet, ce type de distribution est caractéristique des espèces sciaphiles (Adou *et al.*, 2005) et on la retrouve aussi chez celles qui commencent leur développement en sous-bois et le terminent au niveau de la canopée (Pascal,

2003). Dans la nature, une telle distribution diamétrique traduit un état d'équilibre (Bouko *et al.*, 2007), synonyme d'une bonne régénération naturelle (Doucet et Kouadio, 2007).

Les perturbations constituent un facteur écologique déterminant dans la structuration spatiale des communautés d'une forêt (Kumba, 2015). Les relations inter et intraspécifiques ainsi que les structures observées dans cette étude seraient le reflet de l'histoire de la FCMS. Les perturbations naturelles ou anthropiques survenues au cours de l'histoire de la FCMS, à l'échelle du temps et de l'espace, et l'impact de la décennie de crise, auraient créé des trouées, qui ensuite auraient modifié les interactions entre les espèces. Ces trouées observées au cours de cette étude, représentent l'un des phénomènes dynamiques participant à la régénération naturelle d'une forêt (Pascal, 2003). Ndotar (2004) ajoute que le recrutement dans les chablis est plus important que celui rencontré en forêt fermée. Cela favorise la régénération de nouveaux individus grâce à l'arrivée de la lumière au sol. Les individus déjà présents au moment de la chute des arbres vont effectuer le comblement de ces trouées.

## **CONCLUSION**



## Conclusion

Cette étude avait comme objectif principal de caractériser l'occupation spatiale des ligneux arborescents les plus abondants en vue de comprendre la stratégie développée par ces taxons dans le processus d'occupation de l'espace.

L'étude de la diversité floristique actuelle des trois fragments de forêts conservés de la FCHS a permis de recenser 775 individus d'arbres ( $DBH \geq 5$ ), réparties entre 97 espèces, réparties entre 70 genres et 28 familles. L'accroissement de la richesse spécifique, de la densité et de la surface terrière témoigne de la bonne reconstitution du couvert végétal des parcelles étudiées.

Les quatre (4) espèces les plus prépondérantes qui caractérisent les parcelles étudiées sont *Nesogordonia papaverifera*, *Celtis mildbraedii*, *Baphia pubescens* et *Baphia nitida*. L'étude de leur répartition spatiale a révélé que la structure aléatoire est leur modèle de répartition dans les fragments étudiés. Cette structure aléatoire est la conséquence de la forte distance à laquelle leurs graines sont dispersées. La structure aléatoire est apparue cohérente avec le mode de dissémination des graines pour ces espèces. Le mode de dispersion des diaspores apparaît comme le principal facteur endogène induisant la structure spatiale des espèces, et est en partie responsable de la configuration aléatoire des espèces.

L'étude des relations spatiales interspécifiques des individus a révélé une relation d'indépendance entre les quatre espèces prépondérantes pris deux à deux. La relation d'indépendance s'explique par la compétition entre les individus au sein de l'habitat. Cette indépendance fait ressortir l'état de dégradation avancée de la FCHS qui s'est transformée aujourd'hui en de petits fragments forestiers suite à la forte pression anthropique dont elle a été l'objet.

L'étude des relations spatiales intraspécifiques des individus à différents stades de leur croissance a révélé une relation d'indépendance entre les juvéniles et les adultes de chaque espèce prépondérante. L'absence de lien entre les deux stades montre que les adultes n'ont aucune influence sur la répartition des juvéniles. Cette relation résulterait de la compétition entre les deux stades de développement, cela pour le besoin en lumière, en eau et en nutriment dans le sol.

Les résultats de cette étude sur l'état de la structure spatiale des espèces prépondérantes de la FCHS ne sont que préliminaire et partielle. En effet seulement les 3 parcelles des fragments forestiers du dispositif permanent ont été pris en compte. Pour mieux comprendre l'incidence de la pratique culturale sur la régénération de la FCHS, il serait intéressant :

- ✓ d'étendre cette étude aux autres parcelles permanentes installées dans les plantations cacaoyères afin de savoir si les espèces prépondérantes de ces milieux sont similaires à celles des forêts et de déterminer ainsi les espèces pionnières d'une reconstitution de la végétation dans les jachères de cacaoyers ;
- ✓ de déterminer les mécanismes responsables des configurations spatiales des espèces à partir des données sur leur écologie et des conditions environnementales, telles que les propriétés physico-chimiques du sol ;
- ✓ d'envisager des études sur les perturbations afin de vérifier l'impact de la perturbation d'origine anthropique ou naturelle sur la structure spatiale des espèces ;
- ✓ de déterminer l'impact de la distribution spatiale sur la régénération naturelle de sorte à mettre en place un modèle de reconstitution de la végétation de la FCHS ;
- ✓ de déterminer l'impact de la distribution spatiale sur la régénération naturelle de sorte à mettre en place un modèle de reconstitution de la végétation de la FCHS.

## **REFERENCES**

## Références

- Adou C.Y., Blom E. C., Dengueadhé K.T.S., Van Rompaey R.S.A.R., N'guessan E.K., Wittebolle G. & Bongers F. (2005).** Diversité Floristique et Végétation dans le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. *Tropenbos-Côte d'Ivoire Série 5*, Tropenbos Côte d'Ivoire, Abidjan (Côte d'Ivoire), 92 p.
- Abdourhamane H., Rabiou H., Diouf A., Morou B., Mahamane A. & Bellefontaine R. (2017).** Structure démographique et répartition spatiale des populations de *Sclerocarya birrea* du secteur sahélien du Niger. *Bois et Forêts Des Tropiques*, 2017, n° 333 (3).
- Agbangla M.M., Aoudji A.K.N, Akouehou G.S., Gbetoho J.A., Sanon K., Ayina O., de Cannière Ch. & Ganglo J.C. (2015).** Caractéristiques structurales et écologiques des populations d'espèces commerciales : une base pour la sylviculture dans les peuplements forestiers de Niaouli (Sud-Benin). *Tropicultura*, 33 (3) : 238-252.
- Aké-Assi L. (1984).** Flore de la Côte d'Ivoire : Étude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de Doctorat d'État, Faculté de Sciences et Techniques, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 1206 p.
- Balandier P., Marquier A., Perret S., Collet C. & Courbaud B. (2010).** Comment estimer la lumière dans le sous-bois forestier à partir des caractéristiques dendrométriques des peuplements ? *Rendez-vous Techniques*, Office National des Forêts, 52-58.
- Barima Y.S.S., Kouakou A.T.M., Bamba I., Sangne Y.C., Godron M., Andrieu J. & Bogaert J. (2016).** Cocoa crops are destroying the forest reserves of the classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast). *Global Ecology and Conservation*, 8 : 85-98.
- Barot S., Gignoux J. & Menaut J-C. (1999).** Demography of a savanna palm tree : predictions from comprehensive spatial pattern analyses. *Ecology* 80 (6), 1987-2005.
- Begon M., Harper J.C & Towsurd C.R. (1990).** *Ecology ; individuals populations and communities* (3è édition). Blackwell Science, Oxford, 1068 p.
- Beina D. (2011).** Diversité floristique de la forêt dense semi-décidue de Mbaki, République Centrafricaine : Etude expérimentale de l'impact de deux types d'intervention sylvicole. Thèse de doctorat. Université de Picardie, France, 218p.
- Bieng N.A.M (2007).** Constructions de modèles de structure spatiale permettant de simuler des peuplements virtuels réalistes. Application aux peuplements mélangés Chen Sessile-Pin Sylvestre de la Région Centre. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy (France), 209 p.

- Blanc L., Flores O., Molino J-F., Gourlet-Fleury S. & Sabatier D. (2003).** Diversité spécifique et regroupement d'espèces arborescentes en forêt guyanaise. *Revue Forestière Française*, 55 : 131-146.
- Bouko S.B., Sinsin, B. & Soulé, G.B. (2007).** Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité des forêts claires et savanes du Bénin. *Tropicultura*, 25 (4) : 221-227.
- Bütler R. (2000).** Analyse de la distribution spatiale d'objets dans un paysage. Fiche d'enseignement. Labo de gestion des écosystèmes (GECOS), Lausanne, Suisse, 154 p.
- Chase J.M. & Leibold M.A. (2003).** Ecological niches. Linking classical and contemporary approaches. University of Chicago Press, Illinois, USA, 36 p.
- Clark J.P. & Evans F.C. (1954).** Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35, 445-453.
- Collinet F. (1997).** Essai de regroupement des principales espèces structurantes d'une forêt dense humide d'après l'analyse de leur répartition spatiale. Forêt de Paracou, Guyane. Thèse de Doctorat de l'Université Claude Bernard Lyon I (Lyon, France), 313p.
- Condit R., Chisholm R.A. & Hubbell S.P. (2012).** Thirty years of forest census at Barro Colorado and the importance of immigration in maintaining diversity. *Plos One*, 7, 1-6.
- Cordonnier T., Tran-Ha M., Piat J. & François D. (2007).** La surface terrière : méthodes de mesure et intérêts. In Rendez-vous (RDV) techniques de l'Office National des Forêts (ONF), n° 18. 84 p.
- Cottam G. & Curtis J. T. (1956).** The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37 : 451-460.
- Dajoz R. (2006).** Précis d'écologie. 8<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris (France), 631 p.
- Dale M.R.T. (1999).** Spatial pattern analysis in plant ecology. Cambridge University Press, Cambridge, 326 p.
- Doucet J-L. & Kouadio Y. L. (2007).** Le moabi, une espèce « phare » de l'exploitation forestière en Afrique centrale. *Parcs et Réserves*, 62 (2) : 25-31.
- Doucet J-L. (2003).** L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon, communauté française. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 175 p.
- Etien D., Kouame N., Tra Bi & Traore D. (2007).** Floraison, fructification et dispersion de douze espèces de bois d'œuvre dans la forêt classée du Haut Sassandra. *Forest Ecology*

- and Management, 12 p.
- Franclet R. (1972).** Cours de sylviculture. Projet FAO (Education et formation forestière). Maroc, 19/SF/0387, 152 p.
- Favrichon V. (1997).** Réaction de peuplements forestiers tropicaux à des interventions sylvicoles. *Bois et Forêts des Tropiques*, 254 (4) : 5-24.
- Goreaud F. (2000).** Apports de l'analyse de la structure spatiale en forêt tempérée à l'étude et la modélisation des peuplements complexes. Thèse de doctorat en Sciences forestières. ENGREF, 362p.
- Guillaumet J.L. & Adjanooun E. (1971).** La végétation de la Côte d'Ivoire. *In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, Paris (France), 57-266.
- Hakizimana P., Bangirinama F., Habonimana B. & Bogaert J. (2011).** Analyse comparative de la flore de la forêt dense de Kigwena et de la forêt claire de Rumonge au Burundi. *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 9 : 53-61.
- Hao Z., Zhang J., Song B., Ye J. & Buhang L. (2007).** Vertical structure and spatial associations of dominant tree species in old-growth temperate forest. *Forest Ecology and Management*, 252 : 1-11.
- Havyarimana F., Bogaert J., Ndayishimiye J., Barima Y.S.S., Bigendako M-J., Lejoly J. & De Cannière C. (2013).** Impact de la structure spatiale de *Strombosia scheffleri* Engl. et *Xymalos monospora* sur la régénération naturelle et la coexistence des espèces arborescentes dans la réserve naturelle forestière de Bururi, Burundi. *Bois et Forêts des Tropiques*, 2013, n° 316 (2).
- Hines W.G.S. & Hines R.J. (1979).** The Eberhardt statistic and the detection on nonrandomness of spatial point distributions. *Biometric*, 66, 73-79.
- Hubbell S.P. (2001).** The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton University Press, Oxford, 375 p.
- Janzen D. H. (1971).** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104 : 501-528.
- Jesel S. (2005).** Écologie et dynamique de la régénération de *dicorynia guianensis* (caesalpiniaceae) dans une forêt guyanaise. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon (Paris, France), 307 p.
- Koffi K.A.D. (2016).** Dynamique de la végétation et valeurs de conservation des espaces anciennement cultivés du parc national d'Azagny (sud de la Côte d'Ivoire). Thèse de

Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 213 p.

**Kopp C.D., Schnitzler A. & Aran D. (2006).** Dynamics in natural mixed-beech forest of the upper Vosges. *Biodiversity and Conservation*, 15, 1063-1093.

**Kouakou A.T.M., Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Bamba I., Konate S., Bogaert J. & Kouadio J.Y. (2017).** Gestion des forêts domaniales en période de conflits : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *The International Journal of Biological and Chemical Science*, 11 (1) : 333-349.

**Kouakou A.T.M., Barima Y.S.S., Kouakou K.A., Kouamé F.N., Bogaert J. & Kouadio J.Y. (2015).** Forest Dynamics in the North of the Classified Forest of Haut-Sassandra During the Period of Armed Conflicts in Ivory Cost. *Américan Journal of life Sciences*, 3 (5) : 375-382.

**Kouamé N.F., Tra Bi H.F., Etien T.D. & Traore D. (1998).** Végétation et flore de la forêt classée du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire. *Revue CAMES*, 00 : 28-35.

**Kouman K.J.M. (2018).** Suivi de la régénération naturelle de la forêt classée du Haut- Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) : mise en place du dispositif expérimental et état initiale de la flore. Mémoire de Master en Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 82 p.

**Kumba L.S. (2015).** Ecologie spatiale des espèces arborescentes de la réserve forestière de Yoko : structure spatiale et mise en évidence des facteurs écologiques responsables. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, (Ubundu, Province Orientale, R.D. CONGO), 169 p.

**Linares-Palomino R. (2005).** Spatial distribution patterns of trees in a seasonally dry forest in the Cerros de Amopate National Park, Northwestern Peru, *Rev. Peru. Biol.*, 12 : 317-326.

**Liu J., Wu D., Peng X., Zhou S. & Bradshaw C.J.A. (2013).** Exogenous and endogenous determinants of spatial aggregation patterns in Tibetan Plateau meadow végétation, *Journal of Plant Ecology*, 6 : 277-285.

**Martin P.J.A. (2010).** Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université de Genève (Genève, Suisse), 320 p.

**McElhinny C., Gibbons P., Brack C., Bauhus J. (2005).** Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement. *Forest Ecology and Management* 218 : 1-24.

**Nathan R., Horn H. S., Chave J. & Levin S. A. (2002).** Mechanistic models for tree seed

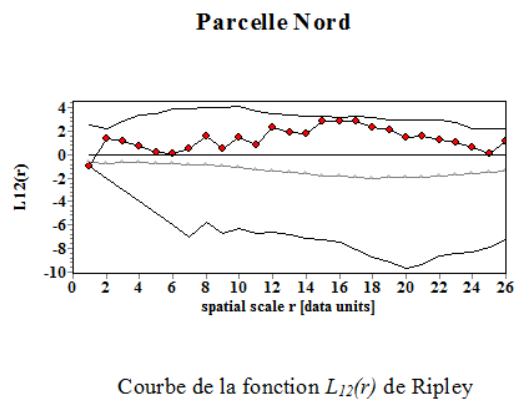
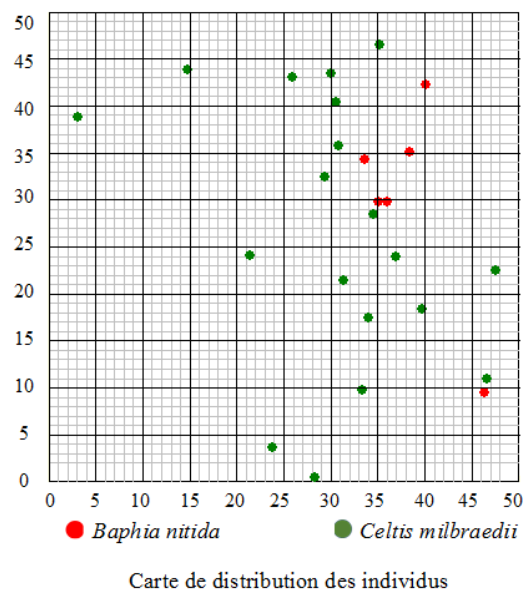
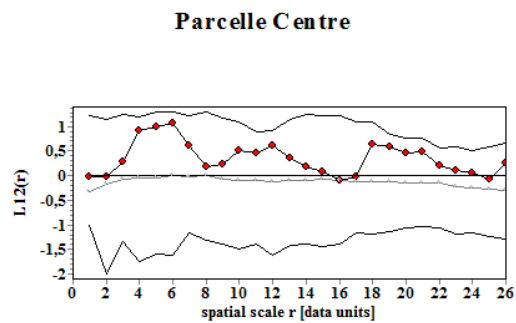
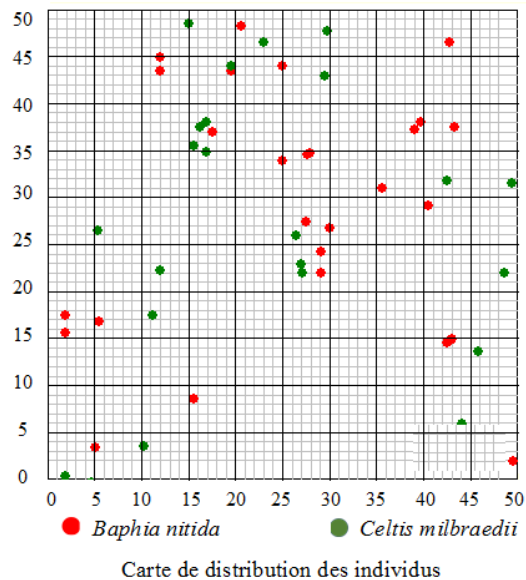
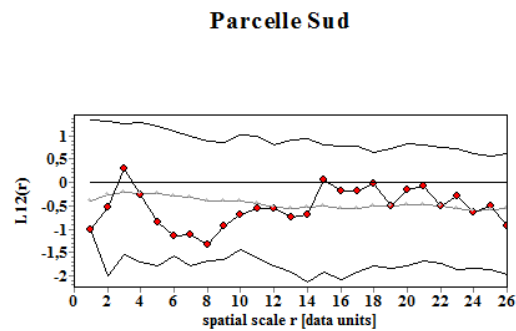
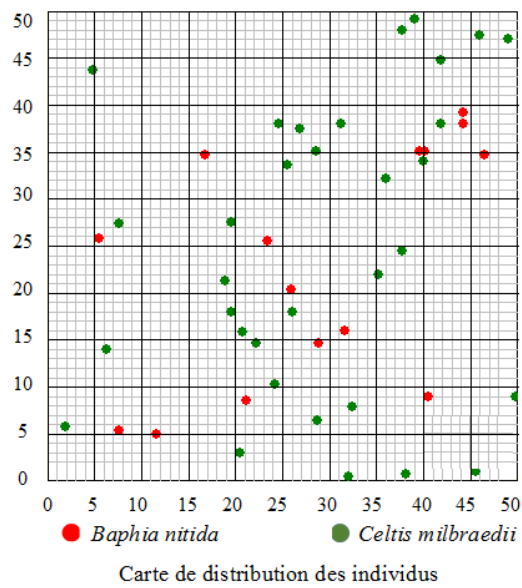
- dispersal by wind in dense forests and open landscapes. *In : Levey*, CAB International, Oxfordshire, 69-82.
- N'DJA J.K. (2006).** Successions secondaires post-culturelles en forêt dense semi décidue de Sanaimbo (Côte d'Ivoire) : nature, structure et organisation fonctionnelle de la végétation. These de Doctorat, Faculté de Pharmacie, Université de Pircadie Jules Verne (Pircadie, France), 232 p.
- Pascal J.P. (2003).** Notions sur les structures et dynamiques des forêts tropicales humides. *Revue Forestière Française*, numéro spécial 55 : 118-130.
- Pascal J.P. & Pelissier R. (1996).** Structure and floristic composition of a tropical evergreen forest in south-west india. *Journal of Tropical Ecology* 12 (2) : 191–214.
- Perraud A. & De La Souchère P. (1970).** Esquisse pédologique de la Côte d'Ivoire, 1/500000e, feuille Sud-ouest, Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, Adiopodoumé.
- Pielou E.C. (1966).** Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10 : 370-383.
- Picard N. & Gourlet-Fleury S. (2008).** Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo. Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC), 265p.
- Picard N. & Bar-Hen A. (2002).** La corrélation spatiale entre la surface terrière des arbres et leur accroissement est-elle un bon indicateur de la compétition ? *Annales Des Sciences Forestières*, 59, 41-51.
- Pommerening A. (2006).** Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. *Forest Ecology and Management*, 224 : 266-277.
- Raunkiaer C. (1934).** The life forms of plants and statistical plant geography. London : *Clarendon Press*, 632 p.
- Ripley B.D. (1977).** Spectral analysis and the analysis of pattern in plant communities. *Journal of Ecology*, 66, 965-981.
- Rollet B. (1974).** L'architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaines. C.T.F.T., Paris (France), 298 p.
- Shannon C.E & Weaver W. (1948).** The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 117p.
- Simpson E.H. (1949).** Measurement of diversity. *Nature*, 163: 160-163.
- SODEFOR (1994).** Société de développement des forêts. Aménagement de la Forêt classée du Haut-Sassandra. République de Côte d'Ivoire. 73 p.

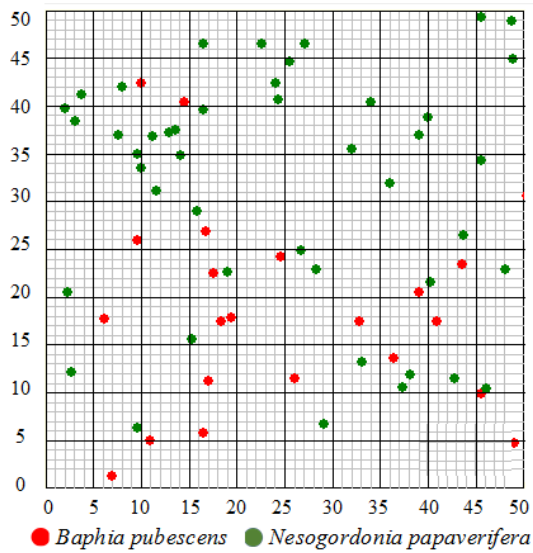


- Sourou K. (2017).** Importance socio-économique et caractérisation structurale, morphologique et génétique moléculaire de *Haematostaphis barteri* Hook F. (la prune rouge) au Bénin. Thèse de Doctorat, UFR Sciences Agronomiques et de l'Eau, Université de Parakou (Parakou, Bénin), 147 p.
- Toledo M., Pena-Claros M., Bongers F., Alarcon A., Balcazar J., Chuvino J., Leano C., Licona C.J. & Poorter L. (2012).** Distribution patterns of tropical woody species in response to climate and edaphic gradients. *Journal of Ecology*, 100 : 253-263.
- Traissac M.S. (2003).** Dynamique spatiale de *Vouacapoua americana* (Aublet), arbre de forêt tropicale humide à répartition agrégée. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences, Université Claude Bernard-Lyon 1, (Lyon, France), 231 p.
- Vande J.P. (2004).** *Forêts d'Afrique Centrale*. La Nature et l'Homme, Editions Lannoo SA, Tielt (Belgique), 367 p.
- Vincent F., Sylvie G., Hélène D. (1998).** Parcelles permanentes de recherches en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse des données. C.I.R.A.D. Forêt CAMPUS International de Baillargent B.P 5035. Montpellier Cedex 1 France, 28 p.
- Wiegand T. (2014).** User Manual for the *Programita* software. Version January 2014. 15, 04318 Leipzig, Germany 5-172.
- Wisz M.S., Hijmans R.J., Li J., Peterson A.T., Graham C.H. & Guisan A. (2008).** Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*, 14, 763-777.
- Yalanga M. (2012).** Perturbations forestières, diversités et équilibres des peuplements en milieu forestier tropical : Cas de la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* de Masako (R.D.Congo).
- Yamamoto S. (1992).** The gap theory in forest dynamics. In *S. Yamamoto 1996 : Gap regeneration of major tree species in different forest types of Japan*, Botanical Magazine, Tokyo 105 : 375-383.

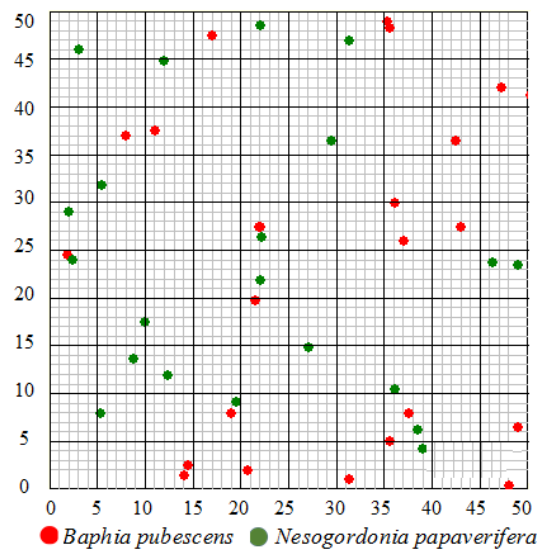
## **ANNEXES**

## Annexe 1 : Relations spatiales entre les espèces prépondérantes

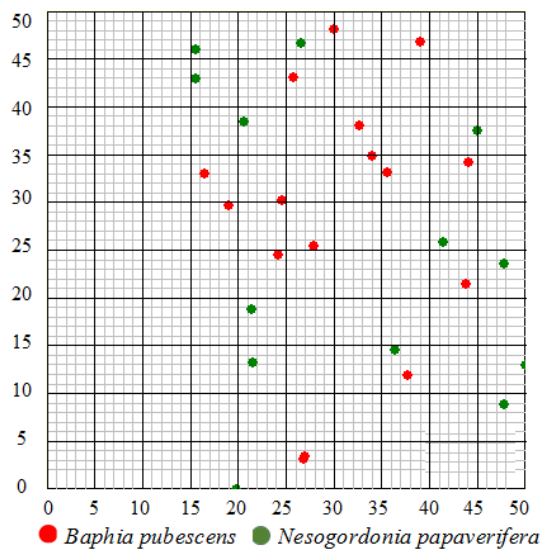




Carte de distribution des individus

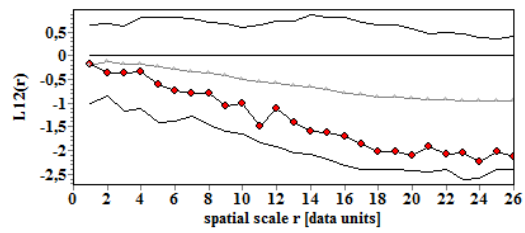


Carte de distribution des individus



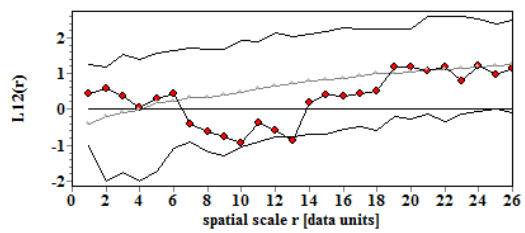
Carte de distribution des individus

### Parcelle Sud



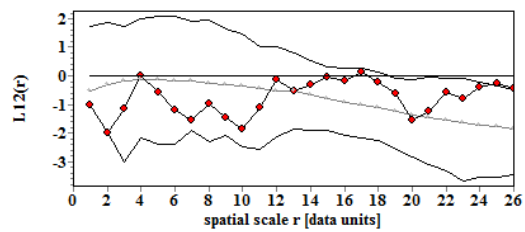
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

### Parcelle Centre

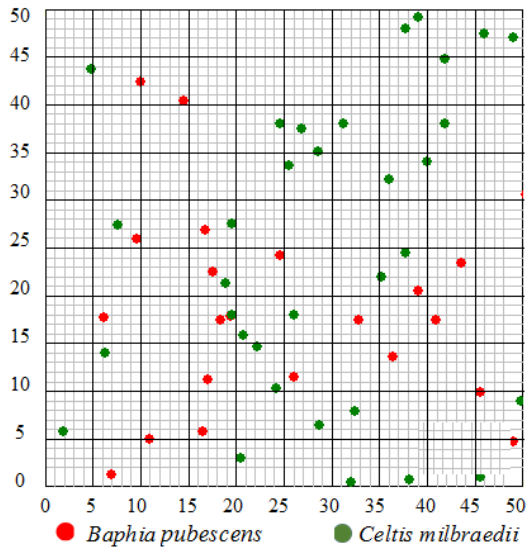


Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

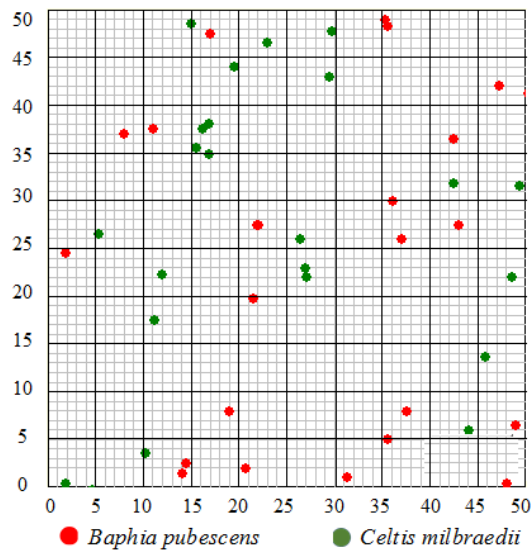
### Parcelle Nord



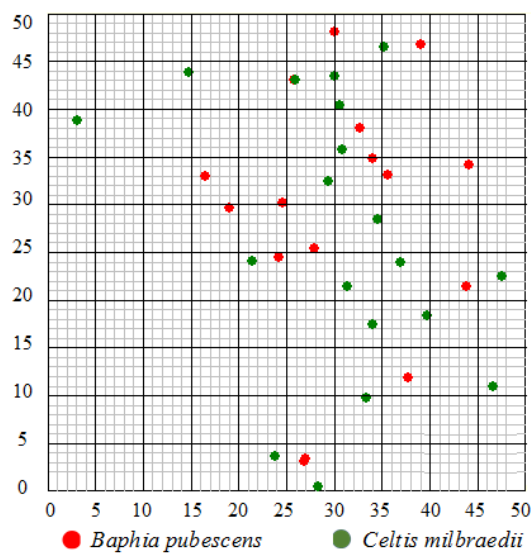
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



Carte de distribution des individus

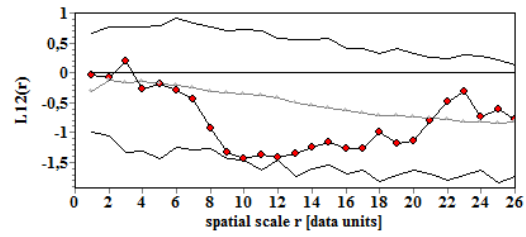


Carte de distribution des individus



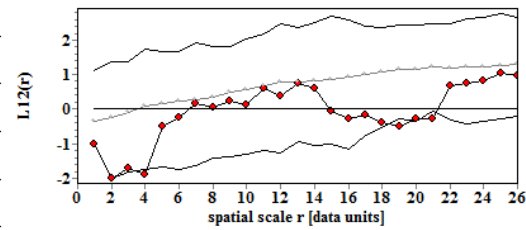
Carte de distribution des individus

### Parcelle Sud



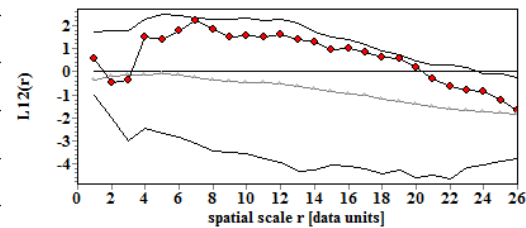
Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

### Parcelle Centre

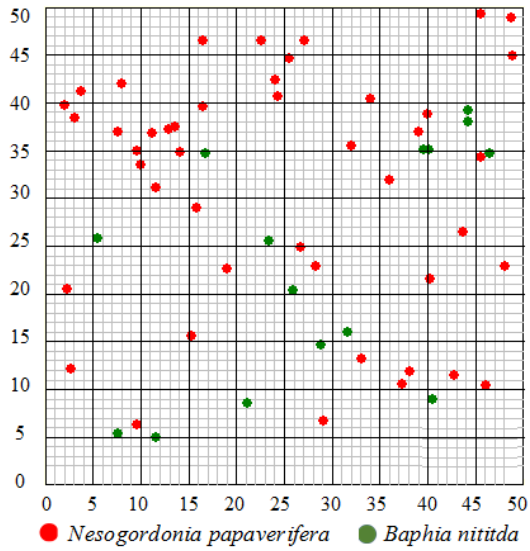


Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

### Parcelle Nord

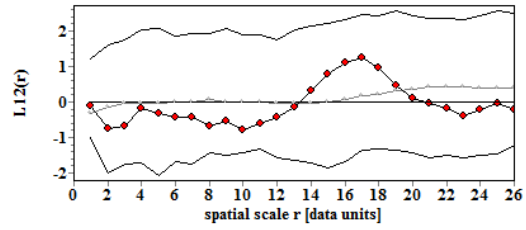


Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

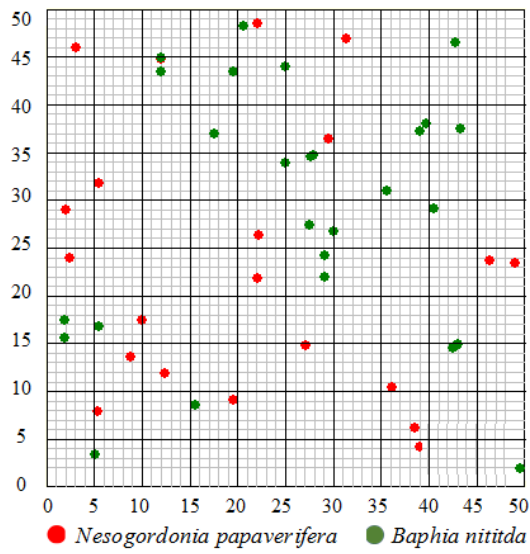


Carte de distribution des individus

**Parcelle Sud**

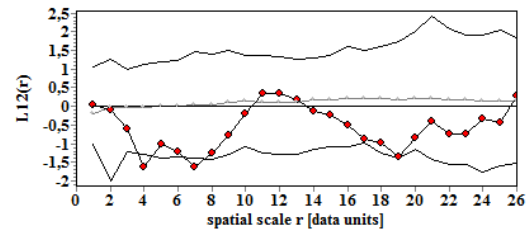


Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

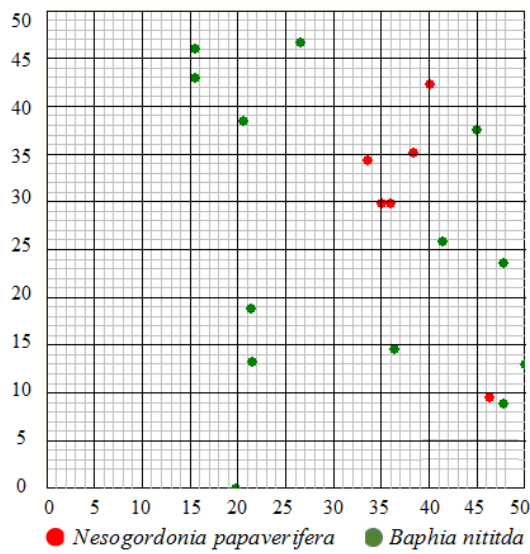


Carte de distribution des individus

**Parcelle Centre**

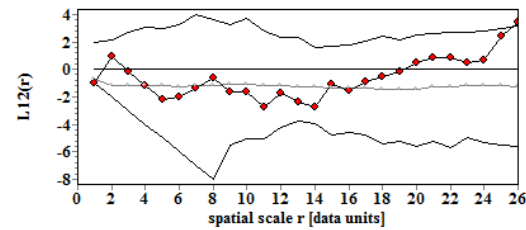


Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley



Carte de distribution des individus

**Parcelle Nord**



Courbe de la fonction  $L_{12}(r)$  de Ripley

## Annexe 2 : Liste des espèces inventoriées dans les différents milieux

**Mode de dissémination :** *Anem* = anémochore ; *Endo* = endochore ; *Baro* = barochore

**Types biologiques :** *h* = espèces herbacées ; *mg* = mégaphanérophytes ; *mp* = mésophanérophytes ; *me* = microphanérophytes ; *Th* = thérophytes

**Types chorologiques :** *i* = espèces introduites ; *GC* = espèces endémiques de la Région phytogéographique Guinéo-Congolaise ; *GC-SZ* = espèces endémiques des Régions phytogéographiques Soudano-Zambézienne et Guinéo-Congolaise ; *GCW* = espèces endémiques des forêts de l'Afrique de l'Ouest ;

**Ecologie :** *Pion* = pionnières ; *Hel* = héliophiles ; *Scia* = sciaphile

*PRL S* = parcelle Sud ; *PRL C* = parcelle Centre ; *PRL N* = parcelle Nord

N°	Espèces	Familles	Chronologique	Biologiques	Dissemination	Ecologique	PRL S	PRL C	PRL N
1	<i>Aidia genipiflora</i> Dandy	Rubiaceae	GC	mp	Aném	Scia	x	x	x
2	<i>Albizia adianthifolia</i> W.Wight	Fabaceae	GC	me	Aném	Pion			x
3	<i>Albizia zygia</i> J.F.Macbr.	Fabaceae	GC-SZ	me	Aném	Hel		x	x
4	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	Apocynaceae	GC	mg	Aném	Pion	x		x
5	<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms	Fabaceae	GC	mg	Aném	Hel	x	x	x
6	<i>Annickia polycarpa</i> I.M.Turner	Annonaceae	GC	me		Scia		x	
7	<i>Anthonotha macrophylla</i> P.Beauv.	Fabaceae	GC	mp	Endo	Scia	x		
8	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	Moraceae	GC	me	Endo	Hel	x	x	x
9	<i>Baphia nitida</i> Lodd.	Fabaceae	GC	mp	Aném	Scia	x	x	x
10	<i>Baphia pubescens</i> Hook.f.	Fabaceae	GC	mp	Aném	Scia	x	x	x
11	<i>Blighia sapida</i> K.D.Koenig	Sapindaceae	GC-SZ	me	Endo	Hel		x	
12	<i>Blighia unijugata</i> Baker	Sapindaceae	GC	me	Endo	Hel	x	x	
13	<i>Blighia welwitschii</i> Radlk.	Sapindaceae	GC	me	Endo	Hel	x	x	
14	<i>Bombax brevicuspe</i> Sprague	Malvaceae	GC	mg		Pion	x	x	x
15	<i>Caesalpinia benthamiana</i> Zarucchi	Caesalpinaceae							x
16	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	Malvaceae	GC-SZ	mg	Aném	Pion	x		x
17	<i>Celtis adolfi-friderici</i> Engl.	Cannabaceae	GC	mg		Scia	x	x	x
18	<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	Cannabaceae	GC	me	Endo	Scia	x	x	x
19	<i>Celtis philipense</i>	Cannabaceae	GC	me	Endo	Scia	x		x

20	<i>Celtis zenkeri</i> Engl.	Cannabaceae	GC	me	Endo	Scia	x	x	x
21	<i>Chidlowia sanguinea</i> Hoyle	Fabaceae	GCW	me		Scia	x	x	x
22	<i>Chrysophyllum africanum</i> A.DC.	Sapotaceae	GC	mg		Scia		x	
23	<i>Chrysophyllum albidum</i> G.Don	Sapotaceae	GC-SZ	mg		Scia	x		
24	<i>Chrysophyllum giganteum</i>	Sapotaceae	GC	me					x
25	<i>Chrysophyllum subnudum</i> Baker	Sapotaceae	GC	me		Hel	x		
26	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	I	mp				x	
27	<i>Cola caricifolia</i> K.Schum.	Malvaceae	GCW	mp	Endo	Pion		x	
28	<i>Cola gigantea</i> A.Chev.	Malvaceae	GC-SZ	me	Endo	Scia	x	x	x
29	<i>Cola sp</i>	Malvaceae						x	
30	<i>Corynanthe pachyceras</i> K.Schum.	Rubiaceae	GC	me	Aném	Scia	x	x	x
31	<i>Cryptocephalum tetraphyllum</i>	Fabaceae							x
32	<i>Cuviera acutiflora</i> DC.	Rubiaceae	GC	mp		Pion	x		x
33	<i>Daniellia thurifera</i> Benn.	Fabaceae	GCW	me		Pion	x		
34	<i>Desplatsia chrysochlamys</i> Mildbr.	Malvaceae	GC	mp	Baro	Scia	x		x
35	<i>Dialium aubrevillei</i> Pellegr.	Fabaceae	GCW	me		Scia		x	
36	<i>Dialium dinklagei</i> Harms	Fabaceae	GC	mp	Endo	Scia			x
37	<i>Diospyros canaliculata</i> De Wild.	Ebenaceae	GC	mp	Endo	Scia	x	x	x
38	<i>Diospyros viridicans</i> Hiern	Ebenaceae	GC	me	Endo	Scia	x	x	x
39	<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill.	Fabaceae	GC	me		Scia			x
40	<i>Drypetes gilgiana</i> Pax & K.Hoffm.	Putranjivaceae	GC	mp	Endo	Scia	x	x	
41	<i>Entandrophragma angolense</i> C.DC.	Meliaceae	GC	mg	Aném	Hel		x	x
42	<i>Entandrophragma cylindricum</i> Sprague	Meliaceae	GC	mg	Aném	Hel	x		x
43	<i>Entandrophragma utile</i> Sprague	Meliaceae	GC	mg		Hel	x		x
44	<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae					x		
45	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae	GC-SZ	mp	Endo	Pion		x	
46	<i>Ficus sp</i>	Moraceae					x		
47	<i>Funtumia africana</i> Stapf	Apocynaceae	GC	me	Aném	Hel		x	x
48	<i>Grewia molus</i>	Ebenaceae							x



49	<i>Guarea cedrata</i> Pellegr.	Meliaceae	GC	mg	Endo	Scia		x	x
50	<i>Guarea thomsonii</i>	Sapotaceae			Endo			x	
51	<i>Guibourtia ehie</i> J.Leonard	Fabaceae	GC	mg	Aném	Hel	x	x	x
52	<i>Gymnostemon zaizou</i> Aubrév.	Simaroubaceae	GCW	mg		Hel	x		
53	<i>Holarrhena floribunda</i> T.Durand	Apocynaceae	GC-SZ	me	Aném	Pion			x
54	<i>Isolona campaniculata</i>	Annonaceae		mi				x	
55	<i>Irvingia gabonensis</i> Baill.	Irvingiaceae	GC	mg		Hel	x		
56	<i>Kayedendron brideloides</i>	Flacourtiaceae						x	
57	<i>Kigelia africana</i> Benth.	Bignoniaceae	GC-SZ	mp	Endo	Pion	x		
58	<i>Lannea welwitschii</i> Engl.	Anacardiaceae	GC	mg	Endo	Pion	x	x	x
59	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i> Planch.	Sapindaceae	GC	mp	Endo	Pion	x		
60	<i>Mansonia altissima</i> A.Chev.	Malvaceae	GC	me	Aném		x	x	x
61	<i>Microdesmis keayana</i> J.Léonard	Pandaceae	GC	mp	Endo	Scia	x	x	x
62	<i>Microdesmis puberula</i> Planch.	Pandaceae	GC	mp		Scia	x	x	
63	<i>Milicia excelsa</i> C.C.Berg	Moraceae	GC	mg	Endo	Pion		x	x
64	<i>Milicia regia</i>	Moraceae	GC	mg	Endo	Pion			x
65	<i>Monodora tenuifolia</i> Benth.	Annonaceae	GC	mp	Endo	Pion	x	x	x
66	<i>Morus mesozygia</i> Stapf	Moraceae	GC	me	Endo	Hel		x	x
67	<i>Myrianthus arboreus</i> P.Beauv.	Urticaceae	GC	mp		Pion		x	
68	<i>Nauclea diderrichii</i> Merr.	Rubiaceae	GC	mg		Pion			x
69	<i>Neosloetiopsis kamerunensis</i> Engl.	Moraceae	GC				x		
70	<i>Nesogordonia papaverifera</i> Hallé	Malvaceae	GC	mg	Aném	Scia	x	x	x
71	<i>Newbouldia laevis</i> Seem.	Bignoniaceae	GC	mp	Aném	Pion	x	x	x
72	<i>Parkia bicolor</i>	Mimosaceae	GC	mp	Aném	Hel			x
73	<i>Pouteria altissima</i> Baehni	Sapotaceae	GC	mg	Endo	Scia	x	x	x
74	<i>Pouteria pierreii</i> Baehni	Sapotaceae			Endo			x	
75	<i>Pouteria sp</i>								x
76	<i>Pterocarpus sp</i>	Malvaceae	GC	mg	Aném	Scia	x		
77	<i>Pterygota macrocarpa</i> K.Schum.	Malvaceae	GC	mg	Aném			x	
78	<i>Ricinodendron heudelotii</i> Heckel	Euphorbiaceae	GC	me	Baro		x	x	

79	<i>Rothmannia hispida</i> Fagerl.	Rubiaceae	GC	mp		Pion				X
80	<i>Rothmannia longiflora</i> Salisb.	Rubiaceae	GC	mp	Endo	Pion	x			
81	<i>Scottellia klaineana</i> Pierre	Achariaceae	GC	mg	Endo	Scia	x	x		X
82	<i>Sloetiopsis usambarensis</i> Engl.	Moraceae					x			
83	<i>Sterculia oblonga</i> Mast.	Malvaceae	GC	mg	Endo	Scia	x	x		X
84	<i>Sterculia rhinopetala</i> K.Schum.	Malvaceae	GC	mg	Endo	Scia	x	x		X
85	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Malvaceae	GC-SZ	mp	Endo	Pion	x			X
86	<i>Strombosia pustulata</i> Villiers	Olacaceae	GC	me	Endo	Scia				X
87	<i>Terminalia ivorensis</i> A.Chev.	Combretaceae	GC	mg	Aném	Pion				X
88	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Combretaceae	GC	mg	Aném	Pion				X
89	<i>Tetrapleura tetraptera</i> Taub.	Fabaceae	GC	me	Baro	Hel		x		
90	<i>Treculia africana</i>	Myristicaceae	GCW	me		Hel				X
91	<i>Trichilia martinoides</i>	Sapindaceae	GC	me	Endo	Hel	x	x		
92	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum.	Malvaceae	GC	mg	Aném	Pion	x	x		X
93	<i>Vitex rivularis</i> Gürke	Lamiaceae			Baro		x			
94	<i>Xylia evansii</i> Hutch.	Fabaceae	GCW	me	Baro	Hel	x	x		X
95	<i>Xylopiya quintasii</i> Pierre	Annonaceae	GC	me	Endo	Scia		x		
96	<i>Xylopiya villosa</i> Chipp	Annonaceae	GC	Me	Endo	Scia	x			
97	<i>Zanthoxylum lemairei</i> P.G.Waterman	Rutaceae	GC-SZ	Th						X

## RESUME

Les forêts tropicales renferment des peuplements arborescents dont la gestion et l'aménagement nécessitent des connaissances sur leur organisation spatiale et leur dynamique. L'objectif principal de cette étude est de caractériser l'occupation spatiale des ligneux arborescents les plus abondants en vue de comprendre la stratégie développée par ces taxons dans le processus d'occupation de l'espace. Pour atteindre cet objectif, un inventaire a été réalisé dans trois parcelles permanentes installées dans les fragments forestiers de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS). Dans ces parcelles tous les arbres de DBH  $\geq 5$  cm ont été géopositionnés et les coordonnées cartésiennes ont été recensées. La méthode de Ripley a permis non seulement une analyse multi-échelle de la structure spatiale mais aussi l'étude des relations intra et interspécifiques. Concernant ce point précis, les arbres ont été catégorisés en deux stades de développement sur la base de leurs diamètres (les juvéniles et les adultes). Au total, ce sont 775 individus reparties entre 97 espèces, 70 genres et 28 familles qui ont été recensées. Quatre espèces se sont révélées les plus prépondérantes : *Nesogordonia papaverifera* (A. Chev.) Capuron ex N. Hallé, *Celtis mildbraedii* Engl., *Baphia pubescens* Hook.f., *Baphia nitida* Lodd. Ces espèces ont pour cette raison fait l'objet de toutes les analyses spatiales. Elles ont toutes montré une répartition aléatoire dans l'ensemble des parcelles. Les analyses des relations spatiales ont montré une indépendance entre les quatre espèces prépondérantes pris deux à deux. Il apparaît également que les juvéniles sont indépendants par rapport aux adultes. La forte capacité de dispersion des graines et la compétition entre des individus pour les besoins en espace, en lumière ou en nutriments dans le sol, expliquent la structure aléatoire observée ainsi que l'indépendance des juvéniles vis à vis des adultes. Par ailleurs, d'autres facteurs tels que les perturbations anthropiques ou naturelles sont aussi impliquées.

**Mots clés :** Structure spatiale, structure aléatoire, relation spatiale, indépendance, forte dispersion des diaspores, perturbation, forêt classée du Haut-Sassandra

## ABSTRACT

Tropical forests contain tree stands whose management and structure require knowledge of their spatial organization and dynamics. The main objective of this study is to characterize the spatial occupation of the most abundant arboreal trees in order to understand the strategy developed by these taxa in the process of occupation of space. To achieve this objective, an inventory was made in three permanent plots installed in the forest fragments of Haut-Sassandra classified forest (FCHS). In these plots all DBH trees  $\geq 5$  cm were geo-positioned and Cartesian coordinates were recorded. Ripley's method allowed not only a multi-scale analysis of the spatial structure but also the study of intra and interspecific relations. Regarding this specific point, the trees have been categorized in two stages of development based on their diameters (juveniles and adults). A total, of 775 individuals were distributed among 97 species, 70 genera and 28 families. Four species were the most prominent: *Nesogordonia papaverifera* (A. Chev.) Capuron ex N. Hallé, *Celtis mildbraedii* Engl., *Baphia pubescens* Hook.f., *Baphia nitida* Lodd. These species have for this reason been the subject of all spatial analyzes. They all showed a random distribution in all parcels. Analyzes of spatial relationships showed independence between the four predominant species taken in pairs. It also appears that juveniles are independent of adults. The high seed dispersal capacity and competition between individuals for space, light or nutrient requirements in the soil explain the random structure observed as well as the independence of juveniles from adults. In addition, other factors such as anthropogenic or natural disturbances are also involved.

**Key words :** Spatial structure, random structure, spatial relationship, independent, high dispersal of diaspores, disturbance, Haut-Sassandra classified forest