

154/EGRV.

154/EGRV.

22 ex

UNIVERSITE DE KISANGANI

FACULTE DES SCIENCES



B.P. 2012
KISANGANI

Département d'Ecologie et Gestion
des Ressources Végétales



Analyse de la dynamique de population de
Pycnanthus angolensis (Welw) Excell du jardin
botanique Stanislas Lisowski à Kisangani (P.O)

Par

Pablo AYALI ALOMBI

Mémoire :

Présenté et défendu en vue de
l'obtention de Diplôme de licencié en Sciences

Option : Biologie

Orientation : Botanique

Directeur : Pr Jean-Remy MAKANA

Encadreur : C.T. Prosper SABONGO

ANNEE ACADEMIQUE: 2010 - 2011

DEDICACE

A mes parents célestin AYALI ZIARA Et Modestine SEMA :

A mes grands parents : le défunt André AYALI ALOMBI et la défunte clémentine MULASI, corneille ADEBU et son épouse LUCIE :

A mes tantes et oncles paternels ainsi que leurs épouses : Marie Jeanne ADEBU, Alphonsine, Vicky, André AYALI et maman KABIBI, Cyril ADEBU et AMINA SHINDANO, Henri KUFULUKWENDAMBU et maman GEORGETTE, Bernard ADEBU et Angel SOKI, Jeff MANDEFU ainsi que Me Paulin POLFPOLE et Denise BITU, sans oublier Jules ATUBA et mama MANGAZA .

A mes tantes et oncles maternels : Pierre OLONDO ITHOO IMONGALA, Mamie LIFEÉ, au défunt Félix LOELA :

A mes frères et sœurs : Jacques MUNGAMBA, Babel LOFUTU, Giselle ALPHONSINE, Wivine MOZA, Nelly AYALI, Letittia, Kelly, et Exaucé AYALI :

A mes neveux, nièces, cousins et cousines : Dieu merci MOKOBANZA, Martin AZAGBANGA, Paul TWAMIMO, Bob SALUMU, Yves MATETE, Madeleine MAYASA, Michel AHONDABO, Trésor, Gaston, Joëlle LIGINDA, Pauliana, Les Clémentines, Samy, Noëlla, Nathan, Crustian, René .

A mes Amis et amies : Nicole BONDO, Fancy AMBENA, Espée EZAPE, Daniel LODJI, Julie ZIHADA, Eric LIOFO, Eric MUSAY, OMARI, Jacob DOMBI, Maki D'HEDA, Gérard BOSELEKA, Patrick MUKE, DAMAWA, Denis, Louis MANDEFU, Passy MATE, et Willy MEKOMBO.

A tous ceux qui nous sont très chers, nous leurs dédions ce travail.

Pablo AYALI ALOMBI

REMERCIEMENTS

A toi saint père, colonne de nuée, flamme de feu, le miséricordieux, le créateur des cieux et de la terre, pour nous avoir donné la force et la persévérance afin de pouvoir affronter les multiples difficultés d'où qu'elles provenaient et de sortir toujours tête haute. Grace à ton amour infini.

Nous voulons, d'une façon particulière, adresser nos très sincères remerciements au Docteur Jean Rémy MAKANA et au chef de travaux Prosper SABONGO qui, en dépit de leurs multiples occupations tant académiques que personnelles ont bien voulu nous diriger et nous encadrer dans ce travail de fin de cycle.

Nous remercions également la famille AYALI et LIGINDA, pour tous les soutiens. Nos remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants de la Faculté des Sciences pour la formation qu'ils nous ont donné et les multiples conseils qu'ils nous ont prodigué.

Que tous les amis et collègues trouvent ici l'expression de nos sentiments de gratitude. Nos remerciements s'adressent également aux parents, aux frères et sœurs pour leurs contributions matérielles et morales.

« Que la grâce de notre seigneur Jésus christ soit avec votre esprit » Philémon : 25

Pablo AYALI ALOMBI

RESUME

Depuis son installation en 1975, le jardin botanique Stanislas Lisowski ne constitue pas une entité statique, mais dynamique se renouvelant sans cesse par le processus de la régénération naturelle à travers la reproduction des essences présentes ou par l'apport des diaspores issues des sources extérieures.

Toutefois, l'analyse de la dynamique de population de *pycnanthus angolensis* dans le jardin s'avère intéressante à être élucidée, car elle demeure jusque là peu connue.

L'objectif global est d'évaluer ou d'estimer son taux de croissance, de recrutement et de mortalité. Enfin de pouvoir proposer des recommandations capables de promouvoir une gestion durable de cette espèce dans son milieu naturel.

Durant cette étude, après avoir expliqué la méthode et le dispositif utilisé, le taux de mortalité, de recrutement et la vitesse de croissance ont été estimées. Il s'est avéré que le taux de mortalité était de 15,2% avec le taux de survie de 84,8%, le taux de recrutement était de 21,5% et la vitesse de croissance était de 3,72mm/an.

Finalement, une figure montrant la localisation des recruts par rapport aux potentiels géniteurs a été présentée et nous avons remarqué une absence des recruts sous les géniteurs.

Cette faible installation des plantules autour des semenciers est due au faible taux de lumière qui arrive au sol, empêchés par les gros arbres. Ajouter à ceci, la forte compétition avec les herbacées et les lianes qui empêche parfois la germination et la bonne croissance des plantules.

SUMMURY

Since 1975 the date of its installation, the botanical Stanislas Lisowski garden is not yet a static entity, it is renewed by the process of natural regeneration by the presents reproduction of the essences presents or by the contribution from the outside sources.

But according the analysis of dynamics of population of *Pycnanthus angolensis* is intensting to be eluceded in the garden, because it is until not well known.

Our goal is to evaluate its growth its recruitment and its death rate level. To suggest the recommandations capable to promote a lasting management of this specie in its natural environment.

We estimated the rate of death, of recruitment and of the growth during our study through the method and device used. We established that the rate of death is 15,2%, the rate of survival is 84,8%, the rate of the recruitment was 21,5% and the speed of the growth was at 3,72 mm/year.

At the end, we presented a board and localized the recruit compared with genetic potential was presented and we remarked the absence of recruit genetic.

This weak installation of the small plants through the seed is the result of the weak light in the eath. Which arrived in the ground, prevent by the big trees. Add to this the competition of the weed and the roges wich prevent sometime the good germination and the growth of the small plants.

INTRODUCTION

Les forêts tropicales abritent de très nombreuses espèces et sont, de ce point de vue, parmi les écosystèmes les plus riches de notre planète (Loizeau, in Traissac, 2003). Cette caractéristique est l'obstacle le plus important pour la compréhension de leur fonctionnement. Les multiples interactions des espèces entre elles et avec leur milieu font de ces forêts des écosystèmes extrêmement complexes.

Devant cette complexité, une des démarches adoptée est l'étude de la dynamique d'espèces cibles, choisies pour leur intérêt commercial et/ou écologique. L'ensemble des individus d'une même espèce est considéré comme une population évoluant dans son milieu naturel. A partir d'un pool d'individus reproducteurs, l'espèce interagit avec le milieu et différentes espèces animales et végétales, afin de mettre en place une nouvelle génération d'individus matures. La dynamique de l'espèce résulte de l'ensemble des mécanismes qui interviennent dans ce renouvellement. L'espèce est donc étudiée sur l'ensemble de son cycle de vie (Hartshorn 1972 in Debroux 1998).

La dynamique d'une population peut se définir comme le renouvellement et les différentes modifications observées à son sein depuis la germination jusqu'à la mort. Elle est en général abordée à travers trois variables à savoir : la mortalité, la croissance et le recrutement. Ces variables ne sont évaluables que dans un espace ou une étendue bien déterminée pendant un intervalle de temps bien précis.

Les peuplements naturels ou artificiels, comme le Jardin Botanique Stanislas, ne constituent pas des entités statiques, mais dynamique se renouvelant sans cesse par le processus de la régénération naturelle à travers la reproduction des essences présentes ou par l'apport des diaspores issues des sources extérieures à travers le processus de la dispersion des graines. La régénération naturelle par les semis est par conséquent la base de l'équilibre dynamique et démographique des populations végétales assurant le renouvellement des individus et la pérennité des espèces dans l'écosystème forestier (Forget, 1989 in Bikumbu, 1994).

La physionomie actuelle du Jardin Botanique Lisowski est celle d'une forêt secondaire vieille avec ses espèces caractéristiques telles que : *Pycnanthus angolensis* ; *Millettia laurentii* ;

Albizia sinensis ; *Leptonichia tokana* ; *Craterispermum cerinanthum*, *Pterocarpus soyauxii* ; etc. (Ayali, 2008).

Cette étude porte sur l'analyse de la dynamique de population de *Pycnanthus angolensis* (welw) Excell au Jardin Botanique Lisowski. Nous voulons donc spécifiquement connaître le taux d'accroissement de la population de cette espèce, le taux de recrutement et de mortalité, le taux de croissance des individus ainsi que l'organisation spatiale des caractéristiques démographiques de l'espèce. Ces informations peuvent fournir une idée sur les conditions écologiques propices à la régénération de cette espèce en milieux naturels d'une part, et permettre de déterminer le stade de développement de la végétation du jardin d'autre part.

0.2. Problématique

La dynamique constitue la base d'observation de l'équilibre démographique et de la régénération des populations végétales en assurant le renouvellement des individus et la pérennité des espèces (Puig in Boyemba, 2006). La dynamique des espèces arborées est un aspect essentiel. En effet, l'évolution à long terme de la forêt n'est prévisible lorsque les paramètres tels que la mortalité, la croissance et le recrutement des arbres sont bien cernés (Jesel, S. 2001). Une gestion durable ne pourra donc être appliquée en l'absence de connaissance solide sur ce phénomène.

Dans le jardin botanique LISOWSKI où *Pycnanthus angolensis* est abondante, les graines germent en grand nombre à proximité et un peu moins sous les grands arbres, montrant une bonne régénération et croissance en hauteur rapide des jeunes plantes avec un gréganisme bien marqué. Ce qui veut dire que la plantule semble pouvoir subsister plus longtemps et même grandir dans le sous-bois ou dans les trouées (Doucet, 2003). Mais cette essence demeure jusque-là comme l'une des essences commerciales peu connues en RDC, Gabon, ... (Doucet op cit ; Jerome, 2005 ; Boyemba, 2006) au même titre que le Padouk *Pterocarpus soyauxii*, ébène *Diospyros crassiflora* et quelques bois de construction dont l'identité s'est perdue au fil du temps.

La connaissance de la dynamique de *P. angolensis* dans le jardin botanique Stanislas LISOWSKI est restée jusque là non élucidée, car il n'y a jamais eu une étude qui a été déjà entreprise sur cette espèce. Nos travaux s'attèleront à connaître le nombre actuel des individus

de cette espèce et leur localisation pour les individus ayant une hauteur supérieure ou égale à 50 cm. Par ailleurs, cette étude voudrait aussi établir le modèle de dispersion de cette espèce dans ce jardin pour que nous ayons une idée sur son installation dans le milieu naturel.

Il est donc important de rassembler ces informations fiables qui peuvent fournir une idée sur la croissance, le recrutement et la mortalité de cette espèce pour arriver à proposer une bonne gestion durable et rationnelle de *Pycnanthus angolensis* enfin de répondre aux besoins sociaux, économiques, culturels et spirituels de générations actuelles et futures (F.R.M, 2006).

0.3. Objectifs

0.3.1. Objectif général

L'objectif global de ce travail est de faire une analyse de la dynamique de population de *Pycnanthus angolensis* dans le jardin botanique Stanislas Lisowski afin d'évaluer ou d'estimer son taux de croissance, de recrutement et de mortalité.

0.3.2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre cet objectif général, nous nous sommes assignés les objectifs spécifiques suivants :

- Dénombrer tous les individus de *P. angolensis* ayant une hauteur supérieure à 50 cm ; afin d'avoir une vision sur : son abondance, le nombre de tige ou individus qui sont morts et le nombre des recrues en se basant aux données précédentes ;
- Prélever le diamètre de chaque individu répondant au critère ci-haut pour déduire le tour de croissance en épaisseur ou en diamètre ;
- Connaître le taux de croissance en hauteur des individus dont la hauteur est comprise entre 50 cm à 200 cm ;
- Faire une localisation spatiale de ces individus pour connaître comment cette espèce est dispersée actuellement dans le jardin et évaluer les conditions écologiques propices à l'établissement de ses plantules en milieux naturels.

0.4. Hypothèse

P. angolensis est une espèce héliophile présente dans les peuplements sous forme d'arbres de grande taille, et dont les juvéniles ne s'installent pas en forêt dès lors que l'ouverture du couvert n'est pas suffisante, c'est-à-dire les plantules de cette espèce nécessitent un éclaircissement intense pour croître.

Nous nous sommes donnés comme hypothèse que la forte dynamique de *Pycnanthus angolensis* serait due à son faible taux de mortalité qui sera compensé par son taux de recrutement, ainsi que son taux de croissance élevé, favorisé par la quantité de lumière disponible dans ce milieu.

0.5. Intérêt du travail

Ce travail est d'autant plus utile qu'il pourra constituer une base solide pour certaines études ultérieures éventuelles traitant de la dynamique ou de la croissance de *P. angolensis* au sein du jardin botanique. Il permettra aussi de connaître le potentiel de cette espèce à coloniser les milieux artificiellement déforestés.

0.6. Travaux antérieurs

Depuis son implantation en 1975 par le Professeur Stanislas Lisowski, le jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani a déjà fait l'objet de quelques recherches.

Certaines études écologiques se sont effectuées dans quelques parcelles du jardin botanique. C'est le cas de l'étude de l'humidité du sol de la parcelle B5 par Makana en 1984 ; de l'étude de l'infiltration de l'eau dans le sol de la parcelle E4 par Adebu en 1985 ; de l'inventaire des populations de quelques colonies des parcelles D11 et E12 respectivement par Gambalemoke en 1985 et Mbuyi en 1989.

D'autres études concernent tout le jardin botanique à savoir :

- Etude phénologique de quelques plantes cultivées à la Faculté des Sciences par Babakwanza (1980) ;

- Inventaire et dynamique des plantes du jardin botanique de la Faculté des Sciences successivement par Toirambe (1986 et 1988) ; Embumba (1988) et Kasereka (1996). A cela, s'ajoutent les rapports de collections élaborées par Likunde (1999, 2004 et 2006), la note scientifique sur ce jardin en 2003 par Udar et al., ainsi que Bhua 1996 qui a parlé sur les champignons de jardin botanique.

Signalons aussi qu'il y a certaines études qui ont été effectuées dans ce jardin botanique sur l'aspect de régénération des différentes espèces, telles que :

- Abondance, structure diamétrique et spatiale de *Pycnanthus angolensis* (welw) Excell dans le jardin botanique « Stanislas Lisowski » à Kisangani par Ayali en 2008 ;
- Kavira en 2008 a étudié la caractéristique du développement spontanée du sous-bois forestiers du jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani ;
- Kikwembo en 2008 quant à lui, a fait l'étude de la régénération de *Pterocarpus soyauxii* du jardin botanique de la Faculté des Sciences ;
- Kirongozi en 2008 a étudié la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Léonard du jardin botanique toujours de la Faculté des Sciences ;
- Makungu en 2008 a fait l'étude de la régénération de *Trilepisium madascariensis* (D.C) du jardin ;
- Tsongo en 2008 a fait une observation sur la survie et la croissance de jeunes plants de *Pericopsis elata* (Harms) Van. Meewen toujours au jardin.

0.7. Généralité sur l'espèce *Pycnanthus angolensis*(Welw)Excell

0.7.1 Description de l'espèce

Pycnanthus angolensis est un grand arbre persistant caractéristique de la forêt secondaire vieille de terre ferme (Mandango 1982)/ C'est une espèce héliophile, sarcochore, megaphanerophyte.

Il est monoïque atteignant 10 à 38 m de haut, parfois 50 m (Fouilloy, R. 1965), avec un **fût** de 0,6 à 1,5 m de diamètre et une longueur de 25 m sans empattement à la base et légèrement épaissie, **Houppier** avec des branches étagées, horizontales vers le bas de la cime, plus au moins perpendiculaires au tronc et rassemblée au sommet ou dressées obliquement vers le haut de la cime, des jeunes rameaux sont tomenteux (Gilbert et Troupin 1951). **Ecorce**, brun-grisâtre de 1 à 3 cm d'épaisseur, lisse, s'exfoliant en lamelles minces chez les vieux sujets ; tranche granuleuse ou scléranchymateuse rouge à l'extérieur, fibreuse rosâtre à l'intérieur, fonçant à l'air, exsudant un liquide jaune rosé devenant rougeâtre, très fluide et ne se solidifiant pas, Aubier non différencié, Bois blanc ou légèrement rosé virant à l'orange (Vivien et Faure, 1985).

Feuilles persistantes, alternes, simples, à pétiole de 1,5 à 2 cm de long et de plus au moins 0,4 cm d'épaisseur ; limbe oblong allongé à oblong-lancéolé, à base cordée, à sommet graduellement acuminé ou aminci, de 20 à 30 cm de long et de 6 à 11 cm de large ; jeunes feuilles densément pubescentes, tomenteuses, feuilles adultes glabrescentes ou gardant à la face inférieure des poils étoilés épars, sessiles ou stipités, ferrugineux, souvent perforées par les insectes et les chenilles telles que *Elaphrodes lactea* et *Imbrazia epimethea drudy* ; nervure primaire en relief sur les deux faces ; 20 à 40 paires de nervures secondaires, déprimées au-dessus, saillante en dessous.

Inflorescences male et femelle en panicule axillaire ou naissant sur des rameaux défeuillés, de 10 à 15 cm de long, densément tomenteuses brun ferrugineux, formées de capitules de nombreuses fleurs sessiles avec des bractées caduques à leur base de 2 à 3 mm de long et de 0,5 mm de large ; Fleurs males à périgone obovoïde ou à périanthe papilleux, trilobé ; lobe couvert extérieurement de nombreuses glandes minuscules, colonnes staminale quelque fois tordue, 2 à 4 anthères terminales, ex-sertes. Fleurs femelles à lobes du périgone largement ovoïdes, à périanthe 2 à 4 parties velu ± 0,5 mm de diamètre (ou large) et stigmate sessile.

Les infrutescences en panicules de 10 à 15 cm de long ; pédicelles fruitifères de 0,3 à 0,6 cm de long. Fruits drupes de 3 à 4 cm de long et de 2,5 à 3 cm de large, avec pédoncule de 3 à 6 mm de long, puberulents à l'état jeune, puis glabres, de couleur orange s'ouvrant en 2 valeurs, exocarpe charnu de plus au moins 0,5 cm d'épaisseur. Graines ovoïdes, un par noyau de 1,5 à 2 cm de long et de 0,8 à 1,3 cm de large, violacées, entourées d'un arille rouge ou rose découpé.

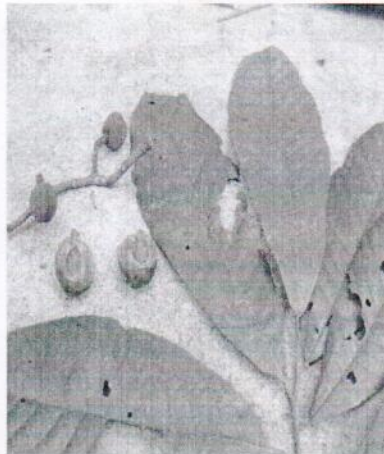


Fig. 1. Pied de *Picnanthus angolensis*

Fig. 2. Feuilles et fruits de *P. angolensis*

Fig. 3. Plantule de *P. angolensis*

0.7.2. Position systématique

Cette position systématique est tirée de la classification APG III, *P. angolensis* est une espèce de :

- Règne : Végétal
- Embranchement : *Magnoliophyta*
- Sous-Embranchement : *Magnoliophytina*
- Classe : *Magnoliopsida*
- Ordre : *Magnoliales*
- Famille : *Myristicaceae*
- Genre : *Pycnanthus*
- Espèce : *P. angolensis*

Signalons que cette famille des *Myristicaceae* comprend 300 espèces réparties en 19 genres. Ce sont des arbres producteurs d'huiles essentielles, des régions tropicales. On

peut citer dans cette famille comme *Myristica fragans* qui donne la noix de muscade, *Staudtia gabonensis*, *S. kamerunensis*, *Coelocaryon preussii*.

0.7.3. Importance économique

P. angolensis a comme nom commercial « Ilomba ». D'après Doucet 2003, cette espèce est classée dans la catégorie III, qui concerne les espèces rarement commercialisées ou dont les propriétés technologiques laissent entrevoir une commercialisation en moyen terme (Thiebault, 1965 ; Gérard et al., 1998).

Cette essence fournit un bois léger, tendre, blanc grisâtre ou légèrement rosé, de densité moyenne 0,5 pouvant être déroulé pour la fabrication de contre plaqués, emballages. Le bois de *P. angolensis* peut être utilisé pour le sciage, baquette, plinthe, moulures, pirogues et aussi employé comme combustible ou bois de chauffage, ainsi que dans la construction des maisons. L'arbre *Pycnanthus angolensis* est également connu sous le nom de « faux muscadier d'Afrique » à cause d'un suif végétal dégagé par sa graine oléagineuse (Wikipedia 2008.)

Elle constitue la plante hôte des chenilles comestibles telles que *Elaphrodes lactea* et *Imbrasia epimethea drudy* (Lisingo, 2006).

0.7.5. Pharmacopée

Cette espèce est largement utilisée pour des fins ethno-médicales (Akendenge et Louis, 1994). Les extraits des feuilles sont utilisés pour le traitement de diabète de type 2 (SP 18904 et 18904) selon Gill (1991) ; des infections fongiques chroniques (Oubre et al., 1997). Les extraits de l'écorce sont aussi employés en purgation contre les vers intestinaux (Wome, 1985). Selon Wome(op.cit), les femmes enceintes (2 à 3 mois) pratiquent des scarifications sur le bas-ventre et y appliquent la poudre des fruits secs pour ne pas connaître des avortements. La décoction aqueuse des écorces de tronc est administrée aux nouveaux nés pour les infections pulmonaires (Reitsha, 1988).

0.7.6. Distribution phyto-géographique et origine

L'aire géographique de cette espèce s'étend sur toute l'Afrique tropicale c'est une espèce à une distribution phytogéographique guinéo-congolaise (Lusana, 2000) :

- Afrique Nord tropicale : Tchad, Soudan
- Afrique Ouest-centrale tropicale : Burundi, Cameroun, RCA, Congo, Gabon, RDC
- Afrique Est tropicale : Tanzanie, Ouganda
- Afrique Ouest tropicale : Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée Bissau, Libéria, Mali, Mauritanie, Nigeria, Niger, Sénégal, Sierra Léone, Togo.
- Afrique Sud-tropicale : Angola, Zambie

Elle a comme origine : Casmas à l'Ouganda, Angola.

Ces noms vernaculaires sont :

- En Afrique : Ilomba (Congo) ; Walele (Côte d'Ivoire), Eteng, Nkoma (Gabon) ; Akomu, Umoghan (Nigeria) ; Gele (RCA) ; Gboyei (S. Léone) ; Otic (Ghana) ; Eteng (Cameroun) ; Likoka (RDC) (Tailfer 1988)
- En RDC : Banga (dial. Zande) ; Bosenga (dial. Lokundu) ; Djadjo (dial. Mungulu) ; Gwanya (dial. Dundu sana) ; Likoka (dial. Turumbu) ; Lemba (dial. Kiombe) ; Mudilampwepwe (dial. Kaniama) ; Lyoko (dial. Mbole) ; Anguba (dial. Bali) (Devred, 1958).

0.8. Généralités sur la dynamique des populations

Un peuplement forestier est décrit par sa structure en un instant donné et par sa dynamique. La structure est caractérisée par la diversité floristique, la densité, la distribution en classe de diamètre et les répartitions verticale et horizontale des tiges. La dynamique est en général abordée à travers trois variables : la mortalité, la croissance et le recrutement.

0.8.1. Dynamique des populations

Au sens physique du terme, la dynamique concerne l'étude des « forces qui déterminent les variations d'abondance des populations et de sous-populations » (Frontier et Pichod Viale, 1991).

Elle repose sur quelques processus fondamentaux : la reproduction (la floraison, pollinisation, fructification, dissémination et germination), la croissance des tiges sub-adultes à adultes,

ainsi que le recrutement. Cette dernière composante peut être considérée comme le résultat de la reproduction, de la survie et de la croissance des jeunes individus jusqu'à une taille prédéfinie (il s'agit le plus souvent d'un diamètre à 1,30 m et on parle de diamètre de pré comptage) (Favrichon et al., 1998).

0.8.1.1. La mortalité

La mortalité est un phénomène plus ou moins aisé à appréhender en forêt. C'est un paramètre à la fois fondamental à prendre en compte et difficile à estimer. Fondamentalement, car son impact sur le bilan de surface terrière ou en volume de l'ensemble du peuplement (Clark, 1996) ainsi que sur la sylvigénèse (Pascal, 1995) est important. Difficile à estimer car c'est un événement définitif, rare et fortement aléatoire dans le temps et dans l'espace (surtout chez les individus de gros diamètre ou pour les espèces peu fréquentes, c'est-à-dire pour les populations à faible effectif).

Les causes de la mortalité sont variées et peu aisées à appréhender (Franklin et al., 1987 ; Durrieu de Madron, 1993). Par simplification, les forestiers distinguent différents types de mortalité sans préjuger de la cause : mort sur pied et mort par chablis primaire (chute d'un arbre) ou par chablis secondaire (chute provoquée par un chablis primaire).

Maitre 2006 énumère les causes de mortalité en deux catégories :

- a) Mortalité d'ordre mécanique : due aux chutes des chablis, à la coupe par les humains (cause anthropique).
- b) Mortalité d'ordre biologique : due au fonctionnement physiologique de la plante elle-même, soit la compétition et la prédation. Ici ajoutons aussi les facteurs édaphiques tels que le micro-climat ; le sol, la topographie, etc.

Dans un premier temps, on peut calculer les valeurs brutes et les taux de mortalité en effectif, en surface terrière et en volume, en classe de diamètre, etc. Cela permet de caractériser la variabilité du phénomène dans le temps et dans l'espace.

0.8.1.2. Le recrutement

Le recrutement est défini comme étant le passage d'un individu au-delà d'un certain seuil de

taille. Le plus souvent, il s'agit d'un diamètre limite (à 1,30 m) que l'on appelle diamètre de précomptage.

Le recrutement donne une image de renouvellement des effectifs. C'est un paramètre fondamental pour la compréhension de la dynamique à long terme des écosystèmes. Les valeurs du recrutement peuvent être fournies comme celles de la mortalité. Parmi les facteurs influençant le recrutement, on peut citer essentiellement l'espèce et sa capacité à réagir à la mise en lumière lors de l'ouverture du couvert.

0.8.1.3. La croissance

La croissance est étudiée par le biais de l'accroissement en taille des individus. On peut s'intéresser à chaque individu ou bien calculer une moyenne sur une population. L'accroissement peut être exprimé en valeur brute ou relative, en circonférence, en diamètre, en surface terrière ou en volume.

Favrillon (1998) note que l'accroissement en diamètre entre deux inventaires réalisés à $t=t_1$ et $t=t_2$. Leur valeur est souvent faible et les mesures entachées d'une erreur importante. Il convient d'être particulièrement prudent pour son estimation et de bien préciser, en particulier, sur quels arbres elle est calculée. Il faut impérativement :

- ne travailler que sur un peu d'arbres présents et vivants pendant toute période sur laquelle on calcule l'accroissement, donc tout arbre recruté ou mort au cours de cette période ;
- éliminer les arbres présentant des défauts de conformation (s'ils ont été notés sur le terrain) ainsi que ceux dont le niveau de mesure a été modifié, pour cause de blessures ou d'apparition de contreforts.

0.8.2. Le tempérament

D'après Rollet in Laporte (2005), en forêt mature, les structures des populations sont fonction du type de tempérament des essences concernées. La connaissance des tempéraments des essences commerciales est l'un des facteurs clés pour améliorer la gestion des forêts tropicales.

Pour décrire le tempérament d'une espèce ligneuse, les termes héliophile et sciaphile sont largement utilisés. L'espèce est dès lors qualifiée de « sciaphile » (« strugglers ») ou d'« héliophile » (« gamblers ») selon qu'elle tolère ou non l'ombrage (pourquoi pas expliquer un terme après l'autre au lieu d'expliquer les deux termes ensembles ?). Elle peut également présenter un tempérament intermédiaire (l'espèce est dite « semi-héliophile » ou encore « hemi-tolérante »).

Chapitre I. : MILIEU D'ETUDE

I.1. Situation Geographique

L'étude a été menée dans le jardin S. LISOWSKI, situé dans l'enceinte de la Faculté des Sciences de l'UNIKIS et précisément dans sa partie Sud-Est (cfr fig.4), dans la ville de Kisangani. Kisangani est située près de l'équateur, à $25^{\circ}11'$ longitude Est et $0^{\circ}31''$ latitude Nord (Nyakabwa 1976 ; Nshimba 2006). D'après les coordonnées GPS, le jardin est à $25^{\circ}12'22''$ longitude Est et $0^{\circ}30'42''$ latitude Nord.

Fig. 4 : Carte de la Faculté des Sciences

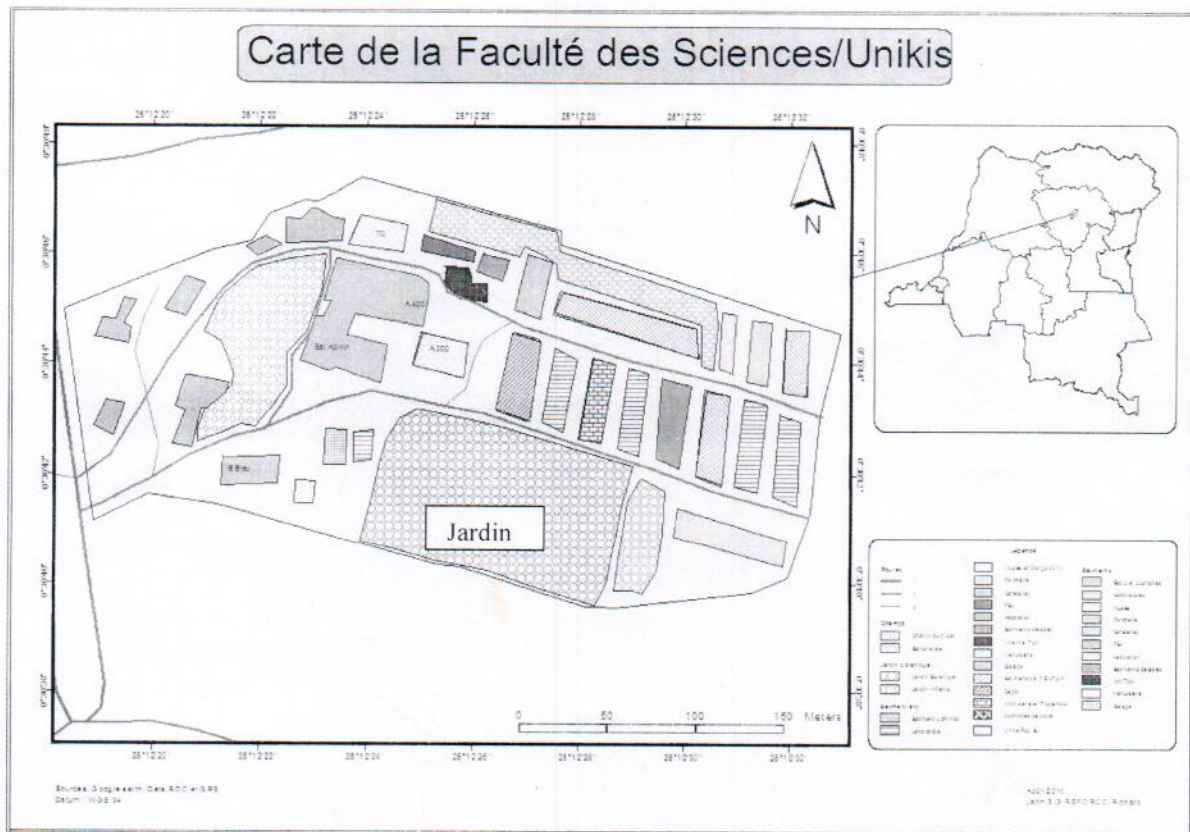


Figure 4 : (Source : Richard LOKOKA,2005)

Au début de son installation, ce jardin n'avait qu'une vingtaine de parcelles. Par la suite, le travail s'est poursuivi et le nombre de parcelles a considérablement augmenté à 77 parcelles, composé de 7 rangées (A, B, ...G) et de 11 lignes (1, 2, ... 11) ; avec une longueur de 107 m

et une largeur de 61 m, soit une superficie de 6 527 m², y compris une zone expérimentale de culture dans sa partie Est et Ouest.

Dans le présent travail, le jardin est composé de 7 rangées (A, B, ... G) et de 13 lignes (1, 2, ... 13), soit un total de 91 parcelles. Cette différence est due, au fait que le jardin s'est élargi jusqu'à la partie considérée jadis de culture à l'Ouest et aussi à l'Est, avec les espèces ligneuses. Ces parcelles comptent un bon nombre de la population de *Pycnanthus angolensis* comme on le verra dans la suite de ce travail. Ainsi donc, le jardin s'étend actuellement sur une longueur de 124,5 m dans sa direction Est-Ouest et une largeur de 63,5 m dans la direction Nord-Sud, soit une superficie totale de 7 564 m² (figure 5).

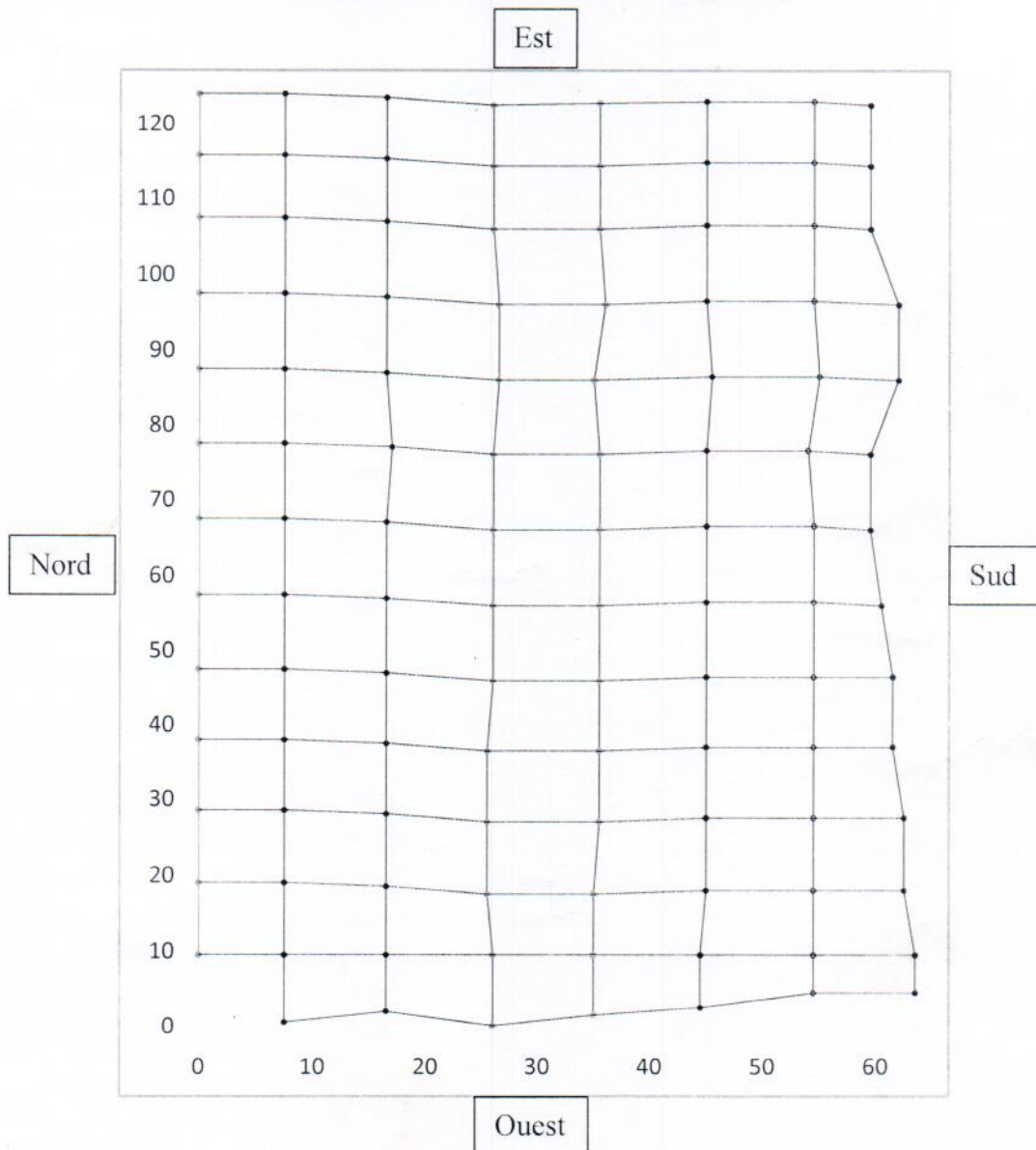


Figure 5 : Représentation des différentes parcelles du jardin d'après les coordonnées x et y
(Source : Ayali, 2008)

I.2. Caractéristiques climatiques

La Faculté des Sciences comme le reste de la ville de Kisangani bénéficie d'un climat équatorial du type continental, appartenant au type Af de la classification Koppen (Ifuta, 1993)

Selon les données de station météorologique de l'aéroport de Kisangani et de la division provinciale de la météorologie prélevée pendant la période allant de 1987 à 1996.

Le climat est caractérisé par :

- Les moyennes de températures mensuelles sont généralement constante toute l'année, supérieure à 18°C, plus ou moins 25°C (Nyakabwa, 1982).
- L'amplitude thermique annuelle très faible (inférieure à 5°C).
- La moyenne des précipitations du mois le plus sec oscillant autour de 60 mm (deux périodes sèches : la première va du janvier au mars et la seconde du juin au septembre).

Signalons qu'en 1981, les précipitations à la Faculté des Sciences ont atteint une valeur de 2133 mm. Les mois les plus humides sont septembre, octobre et novembre, avec une humidité relative moyenne annuelle plus basse observée en février et les valeurs les plus élevées en juillet (Makana, 1984).

La ville de Kisangani jouit d'un climat qui n'a pas de saison sèche absolue, avec des précipitations relativement abondantes au cours de l'année sans être uniformément réparties et une pluviométrie moyenne oscillant autour de 1780 mm (Kasereka, 1996).

I.3. Sous-sol et Sol

La topographie du terrain est généralement plate, les sols sont de types ferralitiques rougeocre (Kombele, 2004 ; Boyemba, 2007), appelés ferralsols (classification de la FAO) ou encore Oxisols (classification de l'USDA), sont caractérisés par leur épaisseur considérable et une coloration rouge à jaune, le pH acide ($\text{pH} > 6$) (SYS, 1960).

Généralement ce sol est sablo-argileux, acide, renferment de combinaisons à base de sable, pauvre en humus et en éléments assimilables par les plantes, à cause du lessivage dû aux pluies abondantes. Ils ont une fertilité moyenne et conviennent à la culture des plantes ligneuses et associations légumineuses-graminées (Nyakabwa, 1982).

Ces sols rouges ocres ont une faible capacité d'échange cationique de la fraction minérale, une teneur en minéraux primaires faibles, une faible activité de l'argile, une faible teneur en éléments solubles et une assez bonne stabilité des agrégats. (Lomba & Ndjele, 1998)

Le sous-sol de la cuvette congolaise auquel appartient la ville de Kisangani est constitué selon Vandenplas (1943), cité par Likunde (1987), des roches sédimentaires.

I.4. La Végétation

La végétation primitive de la région de Kisangani auquel appartient le terrain de la Faculté des Sciences, est celle de la cuvette centrale congolaise caractéristique par des forêts ombrophiles sempervirentes. Elles en constituent le climax. Pour les terres fermes, les forêts ayant caractérisé la couverture végétale ancienne seraient les forêts climaciques ou subclimaciques à *Brachystegia laurentii*, à *Gilbertiodendron dewevrei* et hétérogène à *Scorodophloeus zenkeri*, à *Cynometra hankei* ou à *Celtis briegi* (Nyakabwa, 1982).

Les forêts ombrophiles ont été détruites par l'implantation de la ville et ont cédé la place aux lambeaux de forêts denses secondaires, aux recrues, jachères, cultures et à la végétation rudérale.

Le terrain occupé par le jardin botanique a été complètement, dénudé avant l'installation du jardin. Cette végétation représente donc un exemple approprié de la recolonisation forestière

après une destruction totale de la végétation initiale. Ce milieu présente un autre intérêt constitué par l'implication de l'action humaine dans la recolonisation forestière.

La chorologie ci-après selon Ndjéle (1988) :

- District Centro-oriental de la Maïko ;
- Secteur Forestier Central ;
- Domaine Congolais ;
- Région Guinéo-congolaise.

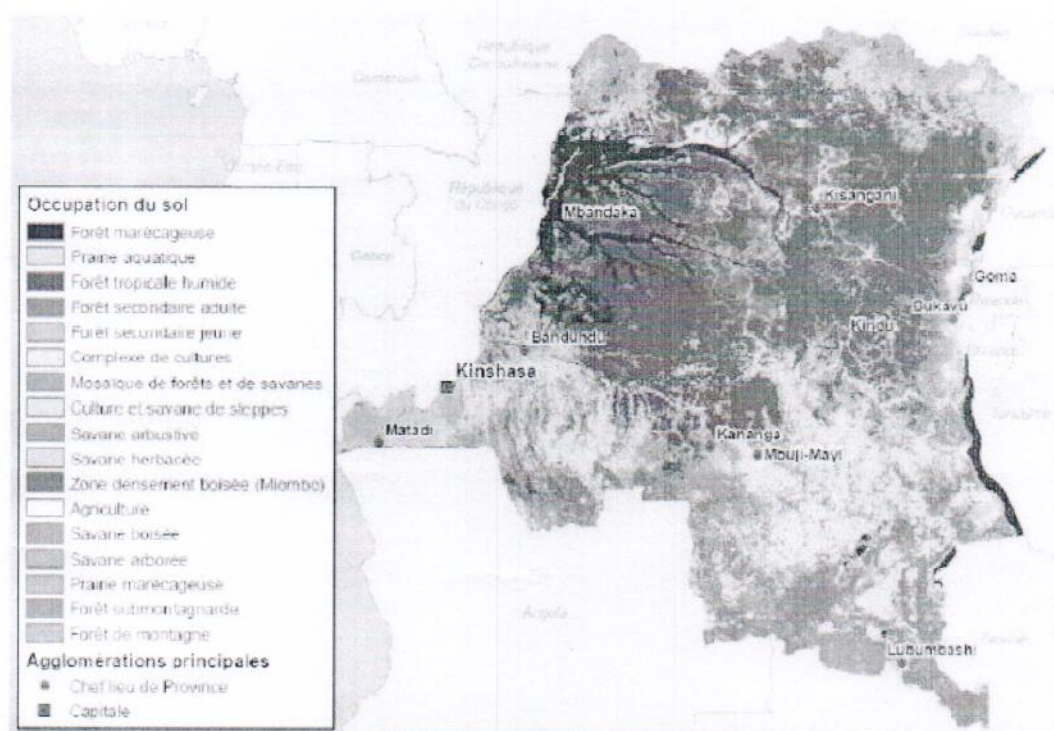


Figure 6. : Carte d'occupation des sols de la République Démocratique du Congo (Source: Frm, 2006 et Vancutsem et al ; 2006). In Batsielili, 2008.

I.6. Action anthropique

Depuis un certain temps, le jardin est plus au moins délaissé on y observe l'impacte des activités humaines telles que la présence abondante de sachets en plastique, le passage régulier des piétons, ce qui conduit au piétinement des plantules, l'arrachage des écorces d'arbres, extraction du latex de certaines espèces et même parfois la coupe de sticks pour les individus qui sont au bord des allées.

Signalons que les dernières observations de ce jardin nous ont fait connaître un travail d'assainissement organisé par les autorités facultaires porté sur l'entretien des allés, le remplacement des étiquettes qui portaient l'ancienne nomenclature botanique et compléter d'autres étiquettes aux individus qui en manquaient et l'interdiction formelle d'accès à toute personne sans avale de l'autorité décanale.

I.7. Choix du Site

Par définition, le jardin botanique est un lieu ou un terrain ordinairement clos où l'on cultive des végétaux utiles d'agrément et/ou des plantes ornementales des essences servant pour l'enseignement et la recherche en botanique. C'est donc une végétation artificielle composée d'espèces qui ne poussent pas nécessairement en association naturelle spontanée. Les jardins botaniques sont parfois étroitement contrôlés pour éviter l'invasion d'espèces non plantées et ainsi garder la composition floristique désirée. Parfois aussi les jardins botaniques sont laissés sans contrôle et peuvent ainsi suivre une certaine évolution naturelle de leur végétation, comme a été le cas du jardin botanique Stanislas Lisowski qui est l'objet de cette étude.

Le choix de ce site pour notre étude n'a pas été le jeu du hasard. Il a été motivé par son état actuel qui est une forêt artificielle et qui offre ainsi un milieu propice pour la régénération des essences forestières à tempérament héliophile, telle que *P. angolensis*.

Sur le plan botanique, le jardin joue un rôle important qui réside à valoriser certaines plantes. Ce jardin permet aux étudiants et autres chercheurs en botanique de se familiariser avec diverses plantes de forêts équatoriales et tropicales cultivées qui ont peut être de valeurs physiologiques fortes différentes suivant les conditions dans lesquelles elles ont été trouvées en état naturel avant l'introduction des plantules ou des graines dans ce nouveau milieu (Likunde, in Ayali, 2008).

Sur le plan faunistique, le jardin botanique constitue un milieu favorable pour certaines espèces animales, particulièrement les oiseaux et les petits mammifères qui sont naturellement présents dans les milieux urbains. Quelques plantes cultivées donnent des fruits comestibles pour des animaux. L'environnement forestier crée d'insectes et les termites qui sont spécialisées dans la décomposition de la litière. Signalons aussi actuellement la présence d'un

singe (tu peut mettre le nom de cette espèce introduite) qui a été introduit dans ce jardin il y a environ 2 ans. La survie de ce primate durant tout ce temps indique bien que ce jardin offre déjà un milieu presque naturel disposant d'une flore assez diversifiée pour supporter la vie de la faune sauvage.

Outre l'enseignement et la recherche, le jardin joue un rôle écologique non négligeable qui est de produire l'ombrage, de ralentir les vents violents. Il revête une importance dans certains cycles naturels (cycle de carbone, de l'eau, etc.) et participe au recyclage des déchets.



Fig. 8 : jardin

Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Materiel

Les matériels ci-dessous nous ont permis de réaliser ce travail :

- Les piquets pour délimiter les parcelles ;
- La machette pour arranger les allées et fabriquer les piquets ;
- Deux rouleaux de mètre gradué de 30 m pour prélever les coordonnées de chaque individus ;
- Un bâton gradué de 200 cm pour la mesure de hauteur ;
- Un pied à coulisse pour la mesure de diamètre ;
- Un ruban gradué de 150 cm ;
- Des étiquettes en aluminium pour l'étiquetage ;
- Les clous en aluminium et fil nylon pour l'attachement des étiquettes ;
- Un ruban coloré pour la signalisation de l'individu

II.2. Methodes

II.2.1. Méthodes de collecte des données

Pour bien mener cette étude nous avons procédé à l'inventaire des individus à hauteur ≥ 50 cm dans toute étendue du jardin botanique Stanislas Lisowski. La collecte des données s'est étalée sur deux périodes en raison de trois mois/périodes. Le premier allant de janvier à mars et la seconde allant d'avril à juin 2010.

II.2.2. Inventaire des individus

Dans le but d'obtenir des résultats escomptés, le dénombrement a été effectué parcelle après parcelle, en suivant l'ordre des rangées et des lignes en commençant par le côté où se trouve le parking de la faculté.

Dans chaque parcelle, la première tâche consistait à délimiter celle-ci avec des piquets. Quatre piquets étaient placés aux quatre angles de la parcelle ; puis à l'aide d'un mètre ruban, le

milieu de chaque bordure était trouvé et un piquet y était placé. Les quatre piquets du milieu étaient alors reliés à l'aide de deux rubans gradués pour diviser la parcelle en quatre sous-parcelles de dimensions égales. Les rubans constituaient donc les points de référence pour la cartographie des individus. Les abscisses (coordonnées X) partaient de nord vers le sud et les ordonnées (coordonnées Y) d'ouest vers l'est selon la position du jardin. Comme dit plus haut, les deux rubans placés au milieu de la parcelle servaient à bien prélever le positionnement des individus de *Pycnanthus angolensis* se trouvant à l'intérieur de la parcelle.

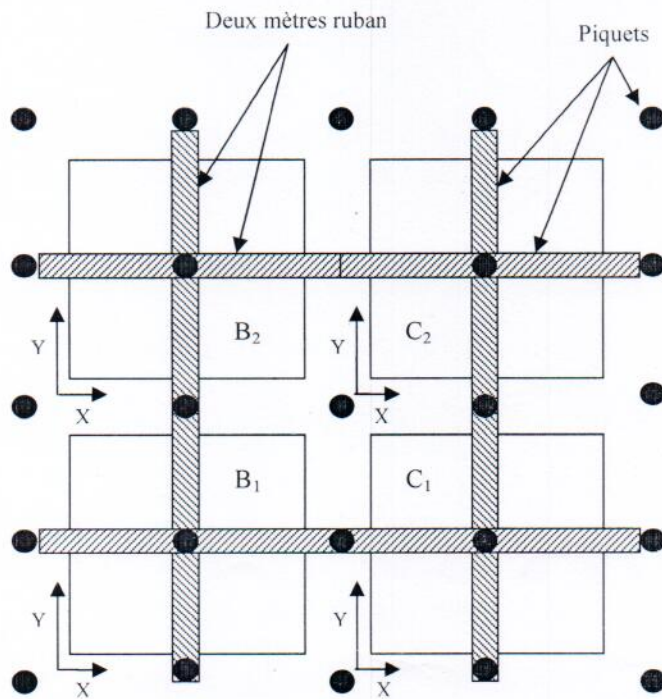


Fig. 10 : Dispositif montrant quelques parcelles expérimentales (B1, C1, B2, C2, ...) au sein du jardin botanique Stanislas Lisowski.

II.2.2.1. Mensuration de la hauteur

L'identification des anciens individus de *Pycnanthus angolensis* étiquetés précédemment lors de l'étude passée de 2008 constituant notre deuxième tâche afin de savoir le nombre des survivants et le de morts dans chaque parcelle. Cette identification était suivie par la prise de la hauteur de tous les individus ayant 50 cm à 190 cm de hauteur et repérer les recrus c'est-à-dire les individus qui viennent d'atteindre la hauteur de notre critère d'inventaire celui des individus à hauteur ≥ 50 cm et sur lesquels ils n'ont pas fait mention à l'étude passée car n'ayant pas atteint la hauteur de critère précité.

Quatre (4) classes de hauteur ont été retenues pour répartir les individus :

- Classe 1 (S1) : [50 – 100 cm]
- Classe 2 (S2) :] 100 – 150 cm]
- Classe 3 (S3) :] 150 – 200 cm [
- Classe 4 (S4) : ≥ 200 cm

II.3.2.2. Mensuration du diamètre

Les mesures de circonférence ou de diamètre ont été effectuées conformément à Dallmeier et al. (1992). Les abréviations chp et dhp (dbh) désignent les circonférences et les diamètres mesurés à hauteur de poitrine, soit à 1,3m du sol. Signalons que cette mesure était prise pour les individus ayant une hauteur ≥ 200 cm.

Concernant les individus ayant une hauteur comprise entre 50 cm et 200 cm, le diamètre était pris à 20 cm au-dessus du sol à l'aide d'un pied à coulisse. Un bâton gradué de 200 cm de long était utilisé pour mesurer la hauteur de ces individus.

Lorsque les arbres doivent faire l'objet de mesures successives, la hauteur de mesure est marquée précisément par deux traits de peinture . A cette fin, un papier autocollant de la largeur du mètre ruban est apposé à 1,3m, les deux traits étant effectués de part et d'autre (Doucet et Boubady, 2002).

Les semis de *P. angolensis* ont été simplement dénombrés sur l'ensemble des parcelles, et

répartis en huit (8) classes de diamètre (mesurée au niveau du bourgeon terminal au moyen d'un mètre à mesurer) :

- Classe I : H1
- Classe II : H2
- Classe III: diamètre compris entre 10 à 99,9 mm,
- Classe IV : hauteur comprise entre 100 à 199,9 mm,
- Classe V : hauteur comprise entre 200 à 299,9mm,
- Classe VI : hauteur comprise entre 300 à 399,9 mm,
- Classe VII : hauteur comprise entre 400 à 499,9 mm,
- Classe VIII : ≥ 500 mm



Fig. 12 : Collecte des données

II.3.2.3. Estimation des quelques facteurs du milieu

Pour notre étude, nous avons relevé quelques facteurs du milieu en fonction de leur influence potentielle sur la régénération :

- La lumière qui semble être le facteur ayant le plus fort impact sur la dynamique de la régénération (Alaisahnbon Borgioh & Mama, 1998, Dupuy, 1998, Toebosch, 2005).
- La présence ou non des herbacées et les lianes, dans les parcelles de régénération, leur importance de couverture était estimée par l'attribution d'un coefficient reflétant le taux de couverture de parcelle considérée (Doucet, 2005).

➤ L'estimation du couvert

La lumière étant un facteur primordial pour la dynamique de la régénération, il est important de relever un indice pertinent reflétant les conditions d'éclairément du milieu.

La régénération de *P. angolensis* par exemple, est subordonnée aux conditions d'éclairément. Les mesures d'un tel paramètre posent toujours un certain nombre de problèmes, car des mesures précises et objectives comme les photographies hémisphériques ont un coût particulièrement élevé. De plus, toute mesure incluant une estimation du pourcentage de couverture de la canopée dépend de l'observateur (Vales & Bunnell, 1985). Il a donc été décidé d'utiliser la méthode des points-quadrants ou carrés permanents, utilisée entre autres par Doucet, qui a ainsi pu étudier l'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. L'évaluation du degré d'ouverture du couvert a été faite aux quatre coins de la parcelle et au centre de celle-ci. (Doucet, 2003 in Begaa, 2009).

La méthode des points quadrants consiste à noter la présence ou l'absence des couverts en un point, pour différentes classes de hauteur, en estimant l'ouverture forestière (Greig-Smith, 1983 ; White & Edwards, 2000). Les mesures selon cette méthode présentent donc l'avantage d'être simples, rapides et objectives.

L'objectif était de rechercher les corrélations possibles entre la régénération des semis et régénération acquise ainsi que la qualité d'éclairément. La prise d'indices d'éclairément a été calibrée sur la classification établie suivante :

- « 0 » : fermeture de la couverture forestière
- « 1 » : la couverture végétale est partiellement ouverte
- « 2 » : ouverture de la couverture végétale.

Les strates considérées sont les suivantes :

- Strate 1 : de 0 à 2 m,
- Strate 2 : de 2 à 10 m,
- Strate 3 : de 10 à 20 m,
- Strate 4 : plus de 20 m.

Dans les parcelles de la dynamique de la régénération, l'importance de la couverture exercée par les plantes herbacées est estimée par l'attribution d'un coefficient reflétant le taux de couverture de la placette considérée (Doucet 2005).

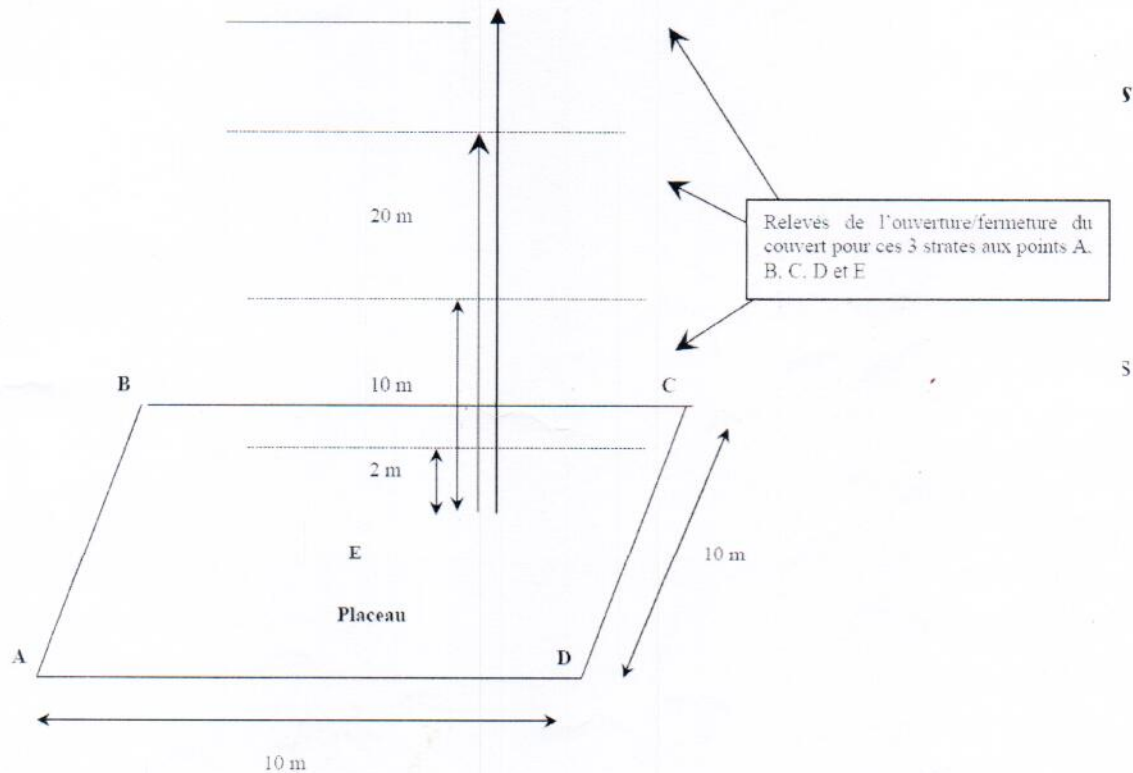


Figure 13 : Schéma illustrant la mesure de l'ouverture de la couverture du couvert dans une parcelle (source Begaa, 2009).

La présence ou l'absence des herbacées et des lianes a été estimée comme suit :

0 = absence ; 1 = présence de quelques herbacées et lianes ; 2 = présence abondante des herbacées et lianes.

II.4. Saisie et traitement des Données

Tout comme pour les données de vérification de la répartition spatiale de *P. angolensis* dans le jardin, les données récoltées pour la dynamique de sa population dans différentes parcelles ont été saisies et traitées sous Excel.

II.5. Analyse des Données

II.5.1. Les indices de caractérisation botanique

L'analyse des données a été réalisée en considérant les indices suivants (Reistma, 1988 ; Lejoly, 1993).

a) La fréquence relative

Cet indice est utilisé dans cette étude pour réprimer le niveau de colonisation de différentes parcelles du jardin par *Pycnanthus angolensis*. Elle est exprimée en pourcentage à partir de la formule suivante :

$$Fr = \frac{Np \times 100}{N} \text{ où}$$

Fr = fréquence relative

Np = nombre des parcelles dans lesquelles l'espèce est présente

N = nombre total des parcelles du jardin.

b) La densité de population (D)

$$D = 100 \times \frac{\text{Nombre d'individus d'une famille ou espèce}}{\text{Nombre total d'individus dans l'échantillon}}$$

c) Analyse de la dispersion par l'indice de Morisita

$$I_d = q \left(\frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} \right)$$

(MAKANA et al. 2006) où q est le nombre de subdivisions (parcelles), n est le nombre d'individus dans chaque parcelle et N est le nombre total d'individus dans toutes les parcelles. Une valeur I_d de 1 indique une distribution aléatoire, les valeurs inférieures à 1

indiquent une distribution spatiale uniforme et les valeurs supérieures à 1 indiquent une dispersion spatiale en agrégat.

II.5.2. Structure diamétrique et régénération

Les diagrammes des classes de tailles des diverses essences renseignent sur leur régénération (Schnell, 1971). Pour cette étude, la structure diamétrique a été déterminée pour les individus ayant une hauteur supérieure ou égale à 2 m, dont le diamètre a été mesuré à hauteur de poitrine.

Des intervalles variables ont été utilisés pour construire la structure diamétrique de l'espèce. Les individus de taille inférieure à 2 m de hauteur ont été ajoutés à ce diagramme en les regroupant en deux catégories : ceux ayant une hauteur < 1 m (H1) et ceux ayant une hauteur comprise entre 1 m et 1,9 m (H2).

Les relations entre la structure diamétrique et la régénération d'une espèce se présentent de la manière suivante (Schnell, op.cit.) :

- Structure diamétrique exponentielle à pente plus ou moins forte, comprenant un grand nombre d'individus de petites tailles : elle indique une bonne régénération. Cette structure diamétrique est caractérisée des essences sciaphiles ;
- Structure diamétrique en « cloche », ayant plus d'individus de taille moyenne : elle indique un faible taux de régénération et elle caractérise les essences héliophiles qui colonisent les espèces secondaires. Ces essences ont généralement un taux de croissance très rapide (Makana, 2004) ;
- Structure diamétrique bimodale présentant deux pics : elle indique une bonne régénération, mais il y a peu d'arbres d'avenir. Cette structure diamétrique caractérise les essences qui peuvent tolérer l'ombrage au cours des premiers stades de régénération, mais exigent un apport important de lumière pour que les jeunes arbres puissent atteindre la canopée. Un nombre d'essences forestières produisent de bois d'œuvre, comme les acajous d'Afrique, appartiennent à ce groupe (Makana, 2006) ;
- Structure diamétrique irrégulière : elle est caractéristique des essences peu communes. Ce sont souvent des grands héliophiles qui exigent des grandes ouvertures de la canopée pour se reproduire avec succès dans la forêt naturelle. Un exemple typique de ce groupe est *Canarium schweinfurthii*.

II.5.4. Analyse de taux de mortalité et de recrutement

On définit N_i l'effectif initial du peuplement, N_s et N_r respectivement le nombre de survivants et le nombre de recrutés après une période d'observation t et $N_f = N_s + N_r$ le nombre total d'individus observés à la fin de la période t . On pose aussi $N_m = N_i - N_s$ le nombre de morts durant la période t .

Sous l'hypothèse que les processus de mortalité et recrutement sont continus et constants sur la période d'observation, les taux de mortalité, λ , et de recrutement, μ , sont dérivés du modèle Exponentiel (Phillips et al. 1994, Condit et al. 1995, Sheil 1995) tels que :

$$\lambda = \ln(N_o/N_s)/t \text{ et } \mu = \ln(N_f/N_s)/t \text{ (Sheil et al., 1995, Makana et thomas 2004)}$$

Les taux de mortalité et de recrutement ont été estimés pour l'ensemble de population durant la période d'observation (2008-2010). Pour les estimations par tranches, les recrutés sont ajoutés à l'effectif initial.

II.5.5. Analyse de la croissance

L'accroissement peut être exprimé en valeur brute ou relative, en circonférence, en diamètre. L'accroissement ayant fait l'objet de notre étude, était celui de diamètre entre deux inventaires réalisés à $t = t_1$ et $t = t_2$ est exprimé de la façon suivante :

$$\Delta dbh = [\ln(dbh_2) - \ln(dbh_1) / t]$$

Où Δdbh = accroissement en diamètre
 dbh_1 = diamètre des individus à t_1
 dbh_2 = diamètre des individus à t_2

Chapitre III : RESULTATS

3.1. Abondance et fréquence relative

Le dénombrement des individus de *P. angolensis* a donné un total de 448 individus où 62 individus morts sur les 414 inventoriés dans l'étude précédente de 2008, ajouter à cela 96 recrues.

Dans le but d'observer la dynamique spatio-temporelle de cette espèce dans le jardin botanique Stanislas Lisowski, les observations de Toirambe (1986), Kasereka (1996), les rapports de collections élaborées par Likunde (1999 et 2004) et celui de notre étude antérieure (Ayali, 2008) ont été considérés et comparés avec la fréquence relative du présent travail.

Tableau 1 : Tableau comparatif des fréquences relatives de différentes années

Auteurs et Années	Nombre de parcelles occupées par l'espèce NP)	Nombre total des parcelles N	Fr (%)
Toirambe(1986)	2	77	2,59
Kasereka(1996)	27	77	35,06
Likunde(1999)	28	77	36,36
Likunde(2004)	30	77	38,96
Ayali(2008)	63	90	70,00
Ayali(2010)	64	90	71,11

Les résultats ci-dessus montrent l'évolution de la dispersion de *Pycnanthus angolensis* dans les différentes parcelles du jardin observées pendant six périodes différentes. Les données de 1986 montrent que l'espèce n'était pas suffisamment répandue dans ce jardin avec 2,59% comme fréquence relative. Sa dispersion se remarque plus vers les années 1996, et 2004 avec une fréquence relative de 35,06% ; 36,36% et 38,96%.

Cette espèce a connue une dispersion très considérable avec une fréquence relative de 70,0%, soit 63 parcelles sur les 90 inventoriées en 2008, et actuellement avec 71,11% comme fréquence relative, soit 64 parcelles sur 90 inventoriées.

3.2. Densité de population

L'inventaire réalisé dans le Jardin botanique Stanislas Lisowski, nous a permis d'étiqueter 510 étiquettes où nous avons inventorié 62 morts sur les 414 individus de l'étude précédente (2008), ce qui nous donne un nombre de 352 survivants ajouté à cela les 96 individus recrutés. Donc en général nous avons recensé 448 individus pour la présente étude dans une superficie de 7906 m² soit $\pm 0,7$ ha.

Partant de données récoltées, les tableaux 2, montre l'effectif d'individus et la densité relative dans chaque parcelle où l'effectif moyen d'individu par parcelle est de 5 individus soit une densité moyenne de 0,05% par ha.

Tableau 2 : L'intervalle de classe d'effectif d'individus par rapport aux parcelles que compte le jardin

Classe d'effectif	Nombre de parcelle	%
0	26	28,9
1-5	30	33,3
6-10	22	24,4
11-15	7	7,9
16-20	3	3,3
21-25	0	0
>25	2	2,2
Total	90	100

Ce tableau indique que 26 ou 28,9% de parcelles n'avaient aucun individu, 30 ou 33,3% de parcelles avaient entre 1 et 5 individus ; 22 ou 24% de parcelles avaient entre 6 et 10 individus ; 7 ou 7,9% de parcelles avaient entre 11 et 15 individus ; 3 ou 3,3% de parcelles avaient entre 16 et 20 individus ; aucune parcelle avait entre 21 et 25 individus ; seulement 2 ou 2,2% de parcelles ont montré un grand nombre, soit plus de 25 d'individus.

3.3. Distribution d'individus en fonction des classes de hauteur

Les résultats de récoltes des classes d'hauteurs pour l'espèce *P. angolensis* est représenté sur la figure 14

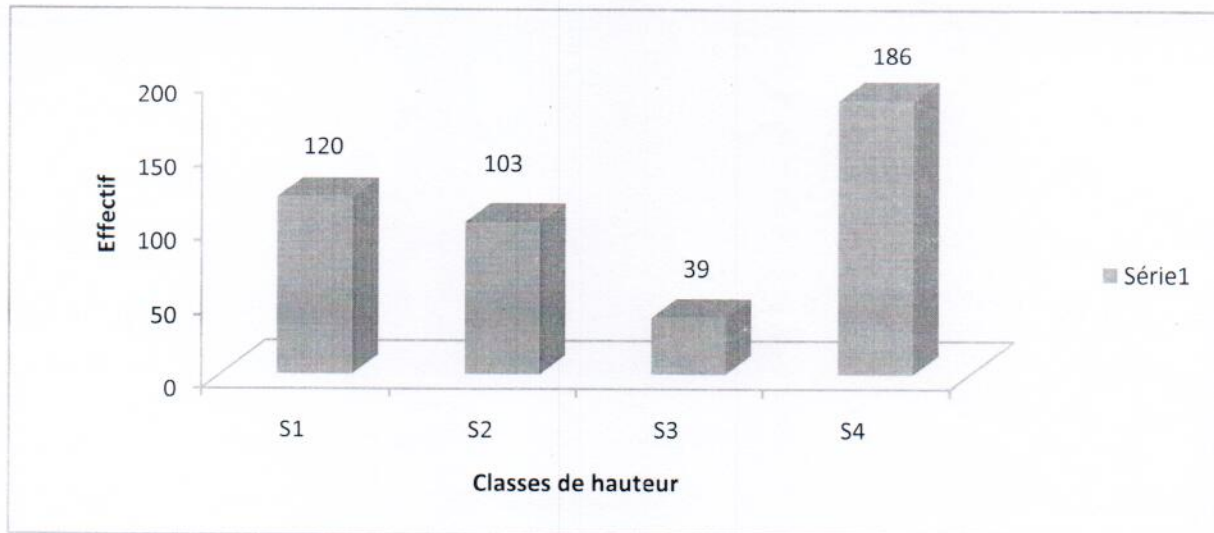


Figure 14 : Distribution d'individus en fonction des classes de hauteur

(S1 : [50 – 100 cm] ; S2 :] 100 – 150 cm] ; S3 :] 150 – 200 cm [; S4 : \geq 200 cm)

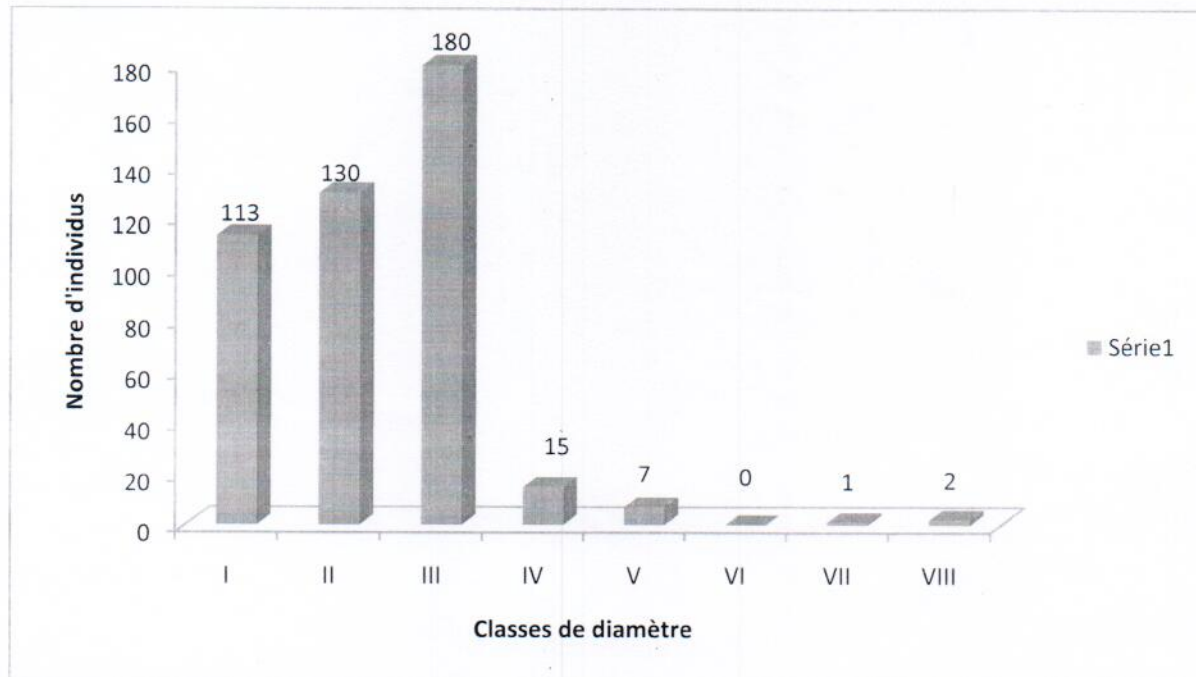
La classe S4 est représentée avec 186 individus soit 42%, suivie de la classe S1 avec 120 individus soit 27%, puis celle de S2 avec 103 individus soit 23% enfin la classe S3 avec 39 individus soit 8%. Il ressort de ces observations que la classe de hauteur S4 est représentée avec plus d'individus que les autres classes de hauteur.

3.4. Distribution en classe de diamètre

La structure diamétrique est définie ici par le nombre de tiges inventoriées par classe de diamètre, comme nous l'avons expliqué dans la partie méthodologique, la structure diamétrique présentée ici combine deux catégories de mesure. Il y a des individus dont le diamètre a été mesuré à hauteur de poitrine (1,3 m du sol) et ceux dont le diamètre a été mesuré à 20 cm du sol. Cette dernière catégorie comprend les individus ayant une hauteur inférieure à 2 m. Et la hauteur de ces individus a été prise aussi en compte. Pour établir la structure diamétrique, les individus de la deuxième catégorie ont été groupés en deux classes : H1 ou la classe des individus ayant une hauteur inférieure à 1 m et H2 ou la classe des individus ayant une hauteur comprise entre 1 m et 1,9 m. Pour les individus dont le diamètre a

été mesuré à la hauteur de poitrine (1,30 m), nous avons utilisé des classes à intervalle variable pour suivre le modèle de distribution de diamètre de la population.

Figure15 : Répartition des individus de *Pychanthus angolensis* du jardin botanique Stanislas Lisowski dans les différentes classes de taille



Ce graphique montre que, la classe III se démarque en nombre d'individus avec 180 individus, suivie de la classe II avec 130 individus, puis la classe I avec 113 individus, la classe IV avec 15 individus, la classe V avec 7 individus, la classe VI n'a aucun individu, la classe VII avec 1 individu et la classe VIII avec 2 individus, mais la structure diamétrique montre que le nombre d'individus décroît de plus en plus quand les individus augmentent le diamètre. Figure 15.

Tableau 3 : Comparaison de la structure diamétrique pour les années d'études (2008 et 2010).

N° ordre	Classe de diamètre	Nombre d'individus	
		2008	2010
1	H1 I	150	113
2	H2 II	116	130
3	III (10-99,9 mm)	120	180
4	IV (100 – 199,9 mm)	16	15
5	V (200 – 299,9 mm)	8	7
6	VI (300 – 399,9 mm)	1	0
7	VII (400 – 499,9 mm)	1	1
8	VIII (≥ 500 mm)	2	2
Total		414	448

Il découle de ce tableau 3, qu'après deux ans, seulement deux classes de diamètre qui ont vu leur effectif augmenté à savoir la classe III qui est passée de 120 à 180 individus soit une augmentation de 60 individus et la classe II qui est passée de 116 à 130 individus soit 14 individus de plus, la classe VII et la classe VIII ont gardé chacune son effectif respectivement 2 et 1 individus. Alors que 4 d'autres classes ont vu leur effectif dégrader à savoir la classe I de 150 à 113 individus soit une différence de 37 individus, enfin les classes VI, VII et VIII où chacune a perdu 1 individu.

La structure diamétrique de ces deux études montrerait une structure exponentielle à pente plus ou moins forte, cela montrait la bonne installation de la régénération de *P. angolensis* et un meilleur avenir avec son nombre considérable des individus sénescents. Cela confirmait la thèse de Schnell 1971, selon laquelle une structure diamétrique à pente plus ou moins forte, montre une bonne régénération de l'espèce et un bon nombre d'individus d'avenir.

3.5. Les facteurs écologiques

3.5.1. La densité de parcelle en fonction d'ouverture de la canopée

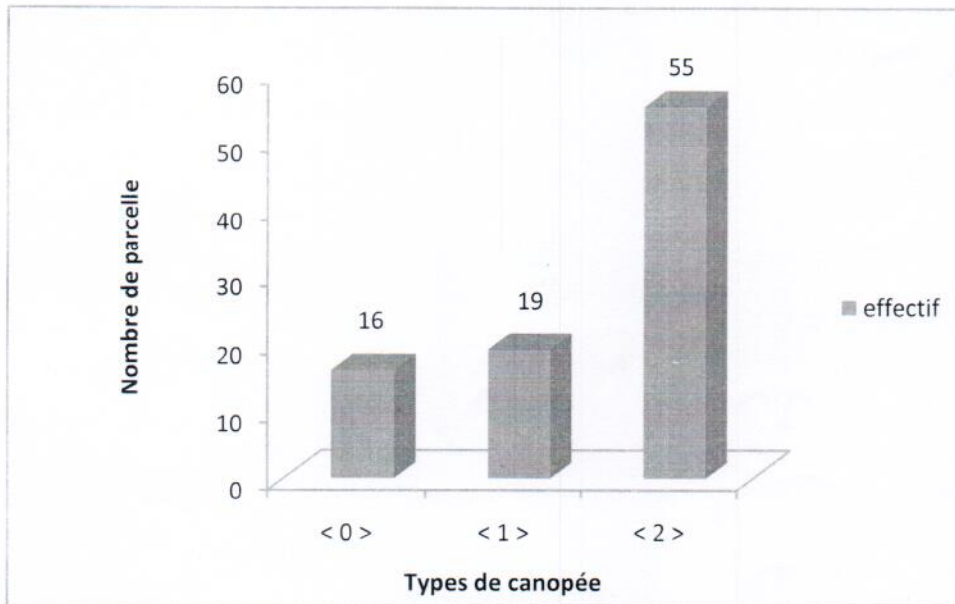
A titre de rappel, la lumière étant un facteur primordial pour la dynamique, il est important de relever un indice pertinent reflétant les conditions d'éclairement du milieu.

Le tableau 6 : montre l'effectif et la proportion des parcelles en tenant compte de trois paramètres retenus (couvert = 0, partiellement couvert = 1 et ouvert = 2).

Canopée	Nombre de parcelles		Parcelles représentées		Parcelles non représentées	
	Nbre	fr	Nbre	%	Nbre	%
<0>	16	17,6	11	17,2	5	19,2
<1>	19	22	13	20,3	5	19,2
<2>	55	60,4	40	62,5	16	61,6
Total	90	100	64	100	26	100

Il ressort de ce tableau que 55 parcelles avaient une canopée ouverte = 2 soit 60,4%, 19 parcelles avaient une canopée partiellement couverte = 1 soit 22%, enfin 16 parcelles avaient une canopée couverte ou fermée soit 17,6%. Signalons aussi que sur les 64 parcelles représentées par l'espèce *P. angolensis*, 40 parcelles avaient une canopée ouverte = 2 soit (62,5%) et 13 avaient une canopée partiellement couverte soit 20,3% ensuite 11 parcelles avaient une canopée couverte soit 17,2%. Sur les 26 parcelles non représentées par l'espèce, 16 avaient une canopée ouverte soit 61,6% et les 10 autres se sont répartis en deux groupes de 5 parcelles, respectivement avec un pourcentage de 19,2% par chacun (19,2% à canopée ouverte et 19,2% à canopée partiellement couverte).

Figure 15 : Nombre de parcelles par type de canopée



Cette figure montre que la majorité des parcelles sont de type <2> ce qui veut dire au moins 55 parcelles ont une canopée ouverte, ce qui serait favorable à la bonne installation et dynamique de *P. angolensis* vis-à-vis de son caractère héliophile.

3.5.2. Densité des parcelles en fonction de la présence des herbacées et lianes

Le tableau nous montre la présence ou l'absence des herbacées dans les différentes parcelles que regorge le jardin. En tenant compte de 3 indices à savoir : 0 = absence, 1 = présence de quelques herbacées et 2 = présence abondante des herbacées.

Tableau 4 : Densité des parcelles en fonction de la présence des herbacées et lianes

Indice	Nombre de parcelles		Parcelles représentées		Parcelles non représentées	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
<0>	50	55,5	34	53,1	14	53,8
<1>	34	37,8	28	43,8	9	34,6
<2>	6	6,7	2	3,1	3	11,5
Total	90	100	64	100	26	100

Ce tableau 4, stipule que sur les 90 parcelles que constitue le jardin 50 ou 55,5% de parcelles montraient l'absence des herbacées et des lianes, 34 soit 37,8% de parcelles montraient la présence de quelques herbacées et lianes et 6 ou 6,7% de parcelles montraient la présence abondante des herbacées et des lianes.

Sur les 64 parcelles occupées par *Pycnanthus angolensis*, 34 soit 53,1% montraient l'absence des herbacées et lianes, puis 28 ou 43,8% montraient la présence de quelques herbacées et lianes, ensuite 2 soit 3,1% de parcelles montraient la présence abondante des herbacées et lianes.

Pour ce qui concerne les 26 parcelles qui n'étaient pas occupées par l'espèce, 14 soit 53,9% des parcelles montraient l'absence des herbacées et des lianes, puis 9 soit 34,6% de parcelles montraient la présence de quelques herbacées et lianes enfin 3 soit 11,5% de parcelles montraient la présence abondante des herbacées et lianes.

3.6. Analyse sur les variables de la dynamique

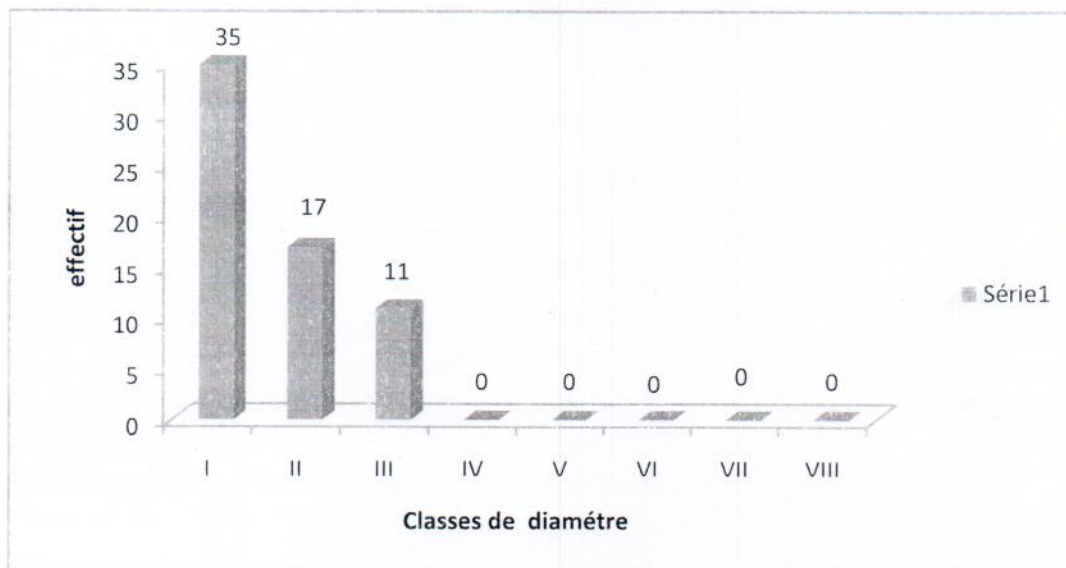
3.6.1. Le taux de mortalité

Sur l'ensemble de la période de suivie (dès 2008-2010), le taux de mortalité est en général de 15,2% où le nombre d'individus initial était de 414, le nombre de survivant est de 351, ce qui nous donne un nombre de 63 morts.

3.6.2. Mortalité en fonction des classes des diamètres

Le taux de mortalité (λ) par classe de diamètre pour une espèce donnée, peut permettre de mieux comprendre la structure diamétrique d'une population.

Figure 17 : Mortalité en fonction des classes diamètre



D'après ce graphique, nous constatons que sur les 62 individus morts, la plus grande mortalité se situe dans la classe H1 avec 35 individus soit 55% suivi de H2 avec 17 soit 27% et la classe III avec 11 soit 18% et ainsi les autres classes avaient 0% soit aucune mort. Nous remarquons qu'il y a eu beaucoup de morts chez les individus de petite taille ou des plantules que chez les individus de grande taille.

3.6.3. Corrélation entre le nombre d'individus morts et le nombre total d'individus par parcelle

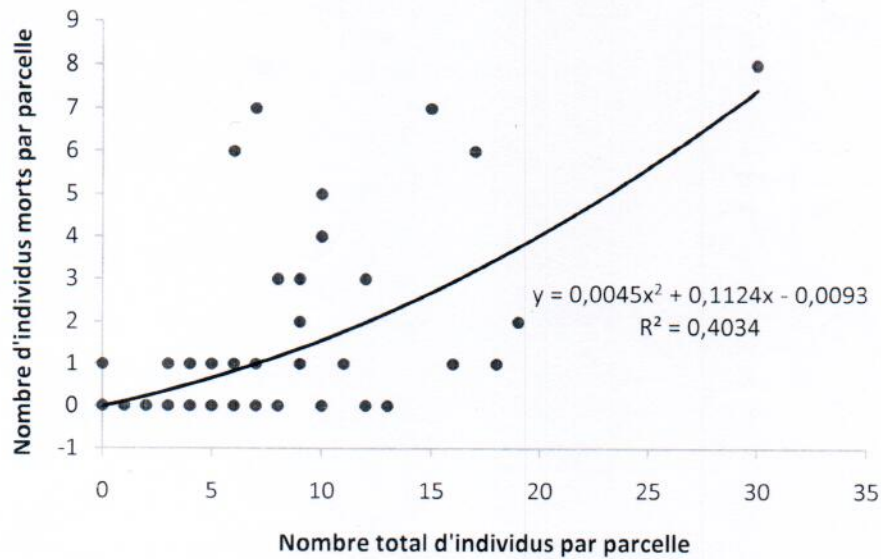


Figure 18. Rapport entre le nombre d'individus par parcelle et le nombre d'individus morts dans la parcelle.

Ce graphique montre une ligne d'aucun individus morts par parcelle entre 0 et 13 individus par parcelle, ainsi qu'une ligne d'un individus morts par parcelles entre 0 et 18 individus par parcelle, alors que d'autres points d'individus morts par parcelle sont éparpillés par rapport au nombre total d'individus par parcelle.

En effet, le coefficient de corrélation est faible ($R^2=0,4034$, soit 40,34%). Le nombre d'individus morts par parcelle n'influence pas la densité de population car plus la mortalité augmente, plus la densité augmente aussi. L'existence d'une relation de cause à effet est nulle. Donc il n'y a pas une relation entre le nombre d'individus morts par parcelle et le nombre total d'individus par parcelle.

3.6.4. Le taux de recrutement

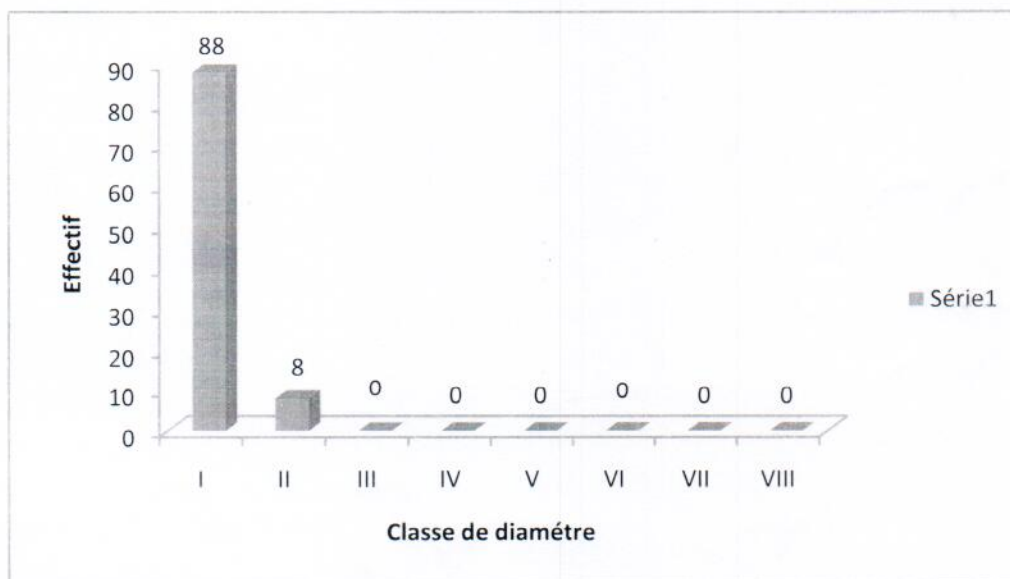
Durant une période de deux ans, le taux des recrutements (μ) est en général de 21,5%. Le nombre total de recrutés était de 96 individus à part les 351 individus survivants, ce qui nous fait un total de 447 individus inventoriés.

3.6.5. Le Recrutement en fonction des classes de diamètre

L'observation faite pendant ces deux ans, nous a permis de constater que la classe H1 avait plus des recrutés que les autres classes de diamètre.

La figure 18 montre que la classe H1 avait un taux de recrutement élevé soit de 92%, puis la classe H2 avec 8% et les autres étaient de 0%. Cela veut dire que tous les recrutés étaient de juvéniles dont la hauteur es comprise entre 50 à 100 cm.

Figure 19 : Graphique de taux de recrutement (μ) en fonction des classes de diamètre



3.6.6. Localisation des recruts par rapport aux potentiels géniteurs

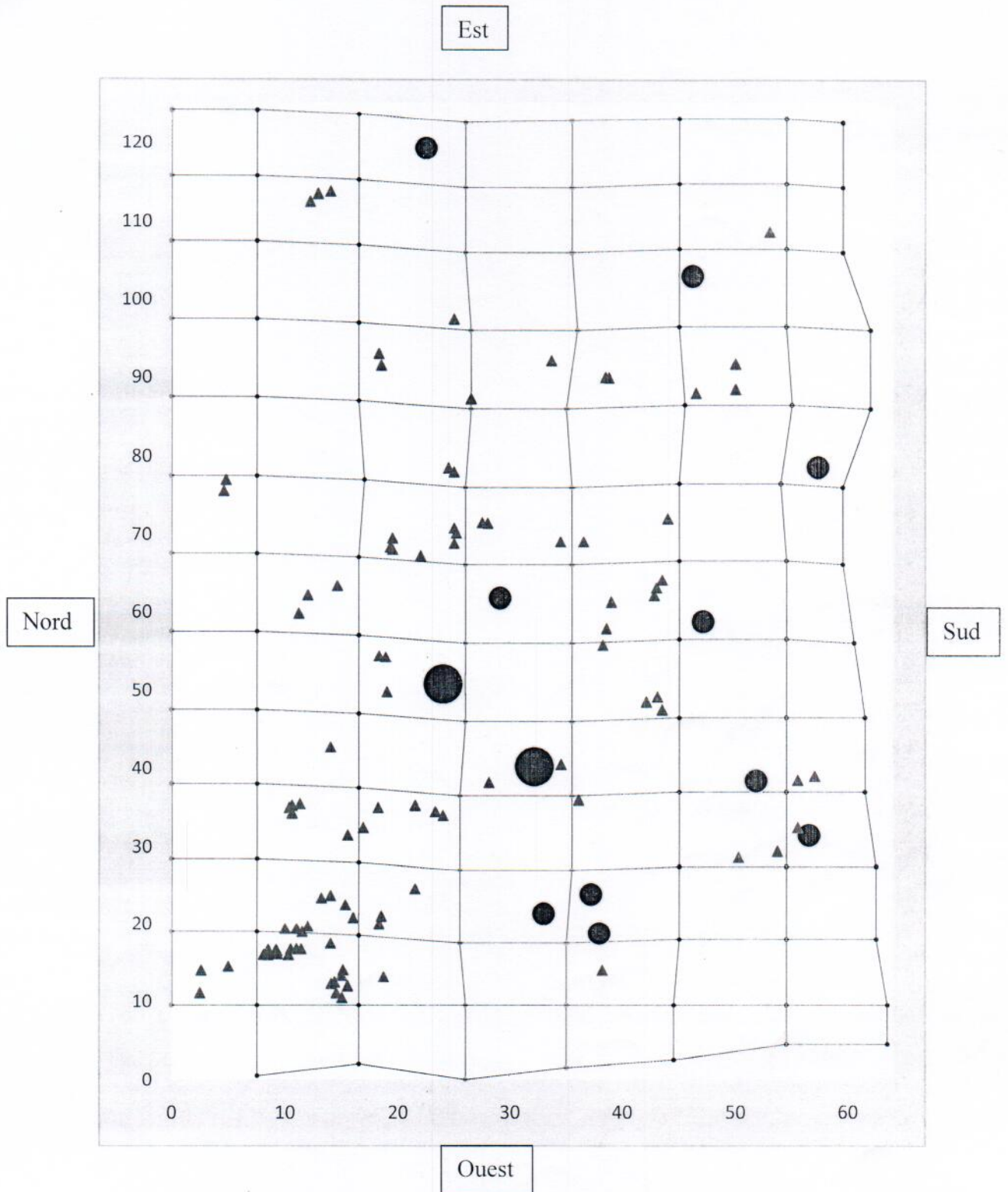


Figure 20. Localisation des nouvelles plantules par rapport aux potentiels géniteurs (arbres ≥ 10 cm dhp sont en grand cercle et les recruts en triangle).

La lecture de cette figure nous fait voir qu'il y a une tendance des jeunes plantules à s'établir loin de pieds d'adultes. La génération apparaît aussi être spatialement groupée. Cette faible installation des plantules autour des semenciers est due au faible taux de lumière qui arrive au sol, empêchés par les gros arbres. Ajouter à ceci, la forte compétition avec les herbacées et les lianes qui empêchent parfois la germination et la bonne croissance des plantules. Les observations sur terrain montrent le regroupement des nouvelles plantules dans les blocs B2 et B3. Les facteurs justifiant ce regroupement sont la bonne quantité de lumière qui arrive dans ces blocs, l'humidité du sol qui permet ainsi la décomposition rapide des feuilles des autres arbres en humus.

Le gréganisme des nouvelles plantules comme on remarque dans la figure 20 est confirmé par l'indice de Morisita qui est de 5 (soit une valeur supérieure à 1), ceci est dû par son mode de dispersion des graines et sa préférence pour des endroits bien illuminés comme des bordures du jardin. Ces observations sont appuyées par la thèse de Shimba et al 2008, selon laquelle: quand les conditions écologiques sont hétérogènes, les individus appartenant à une même espèce ont tendance à s'entasser là où elles trouvent les conditions optimales pour leur croissance en y développant une agrégation.

Begaa (2009) travaillant sur la régénération de *Pericopsis elata* (espèce héliophile telle que *P. angolensis*) dans la forêt naturelle de Yangambi avait fait le même constat qu'à ce qui concerne la distance des plantules par rapport au semencier reproducteur avec une distance comprise autour de semencier jusqu'à 30 m.

Notre résultat corrobore avec l'hypothèse de Janzen (1970) et Connell

(1970) stipulant que la mortalité spécifique des graines et des plantules dépend de la distance au pied parent ou de la densité des jeunes individus. En d'autres termes, les plantules s'installent préférentiellement en dehors de la couronne des semenciers. Cette mortalité due à des agents pathogènes et à des prédateurs, modifie la répartition initiale des graines et entraîne des recrutements maximum à une distance intermédiaire du pied parent.

Selon Koku (1992), la répartition spatiale des individus autour d'un semencier se caractérise par la présence d'individus à proximité et à la périphérie des couronnes des semenciers. Le rayon de la couronne de la plupart d'individus en forêt tropicale ne dépassent pas 20 m et ne couvrent pas à même distance toutes les directions.

3.6.7. Corrélation entre le nombre des recrûts et le nombre total d'individus par parcelle

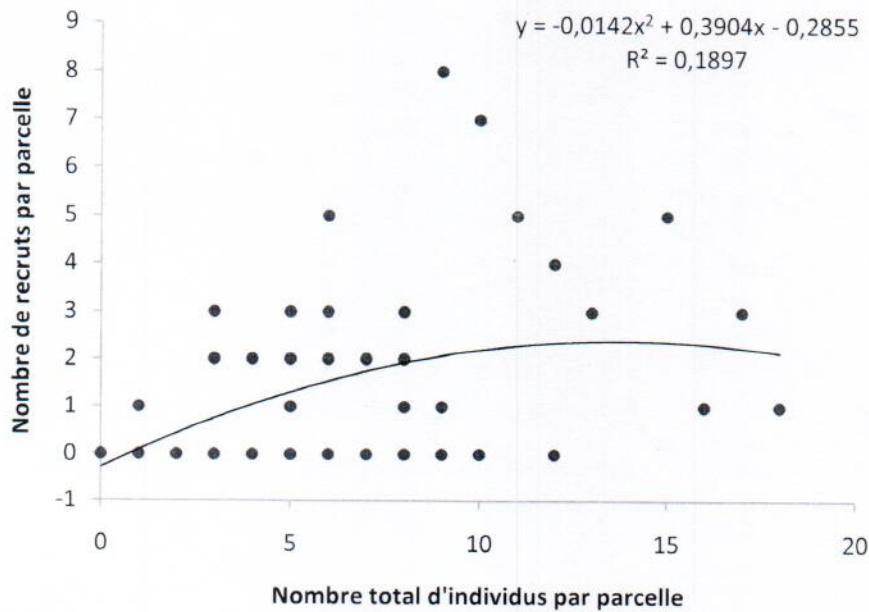


Figure 21. Rapport entre le nombre d'individus par parcelle et le nombre de recrûts.

Cette figure montre une suite logique de nombre de recrûts par parcelle soit de zéro à trois recrûts entre 0 et 10 individus par parcelle, tandis que les autres sont dispersés.

En effet, le coefficient de corrélation est très faible ($R^2=0.1897$, soit 18,97%). Le nombre d'individus recrutés par parcelle n'influence pas la densité de population car plus le recrutement augmente, plus la densité augmente aussi. L'existence d'une relation de cause à effet est nulle.

Donc il n'y a pas une relation entre le nombre de recrûts par parcelle et le nombre total d'individus par parcelle.

3.6.8. Comparaison des taux de mortalité (λ) et recrutement (μ)

Sur la période 2008-2010, le taux de recrutement est presque le même que le taux de mortalité respectivement 0,00072 et 0,00071 ce qui fait une différence qui n'est pas significative. Il n'y a donc priori pas de déséquilibre démographique durant cette période, c'est-à-dire que les fluctuations locales se compensent. Donc le recrutement compense la mortalité, ce qui ne conduit pas à une diminution du nombre d'individus dans le peuplement.

3.6.9. Croissance

3.6.9.1. Tendence générale de la croissance diamétrique

La moyenne des accroissements sur toute la période de suivi (2008-2010) est de 0,31 mm/mois (3,72 mm/mois). Signalons cette analyse avait concerné seulement le dbh de 352 individus survivants dont leur diamètre a été mesuré deux fois.

Les résultats de cette observation nous a montré non seulement les individus à croissance positive (325) soit 92,3%, mais aussi les individus à croissance négative (26) soit 7,7% qui peut être due par plusieurs facteurs (si moyen de cité quelques facteurs). Une légère rétractation de l'écorce du tronc sous l'effet de la sécheresse...

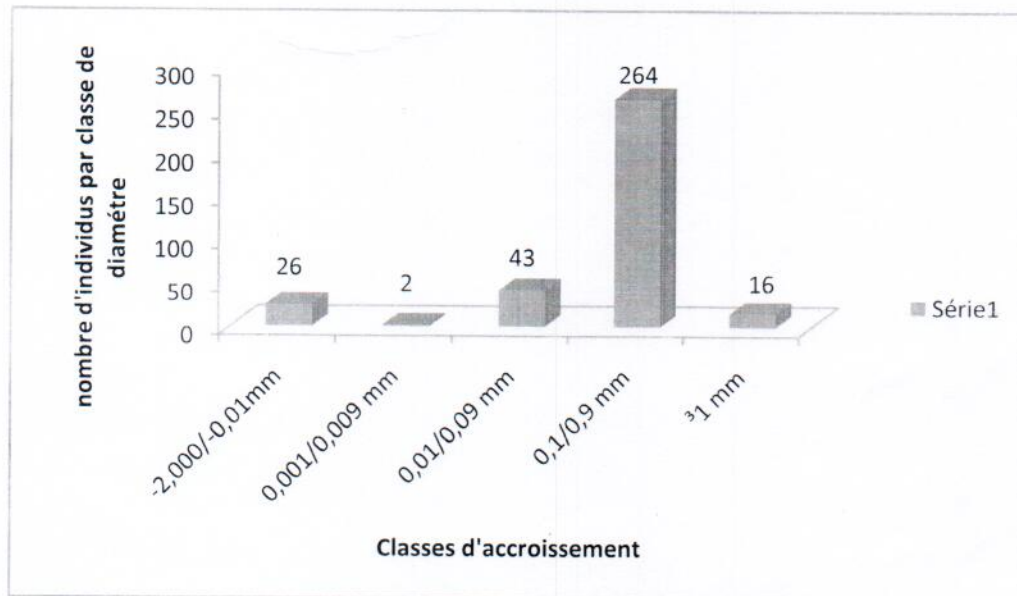


Figure 20 : Distribution des individus en classe d'accroissement

Il découle de cette figure que la proportion d'accroissement des individus de la classe 0,1 à 0,9mm domine avec 264 individus soit 70,5%, suivie de la classe de 0,01 à 0,09 mm avec 43 individus soit 12,2%, et celle des individus à accroissement négatif soit la classe -2 à -0,01 mm avec 26 individus soit 7,4%, puis la classe à accroissement supérieur ou égal à 1 mm avec 16 individus soit 4,5% et enfin la classe de 0,001 à 0,009 avec 2 individus soit 0,6%. Signalons que les individus dont la hauteur est comprise entre 50 à 190 cm montrent un accroissement à diamètre un peu faible par rapport aux individus à hauteur supérieure ou à égale à 200 cm. Cette observation confirme la thèse de Cécile (2009), selon laquelle les individus à diamètre de petite taille ou des juvéniles montrent un faible accroissement à

diamètre par rapport aux grands arbres, alors que ces derniers montrent un faible accroissement en hauteur par rapport aux juvéniles qui montrent un accroissement élevé en hauteur.

Chapitre VI : DISCUSSION

4.1. Etude quantitative

Les résultats de cette étude menée dans le jardin botanique Stanislas Lisowski montre comme dans l'étude précédente que *Pycnanthus angolensis* a une abondance remarquable dans ce milieu avec un nombre de 448 individus contre 414 individus pour l'étude passée.

La densité moyenne est de 0,0005 individu par ha soit 0,05%, correspondant à 5 individus par parcelle. Le caractère héliophile de l'espèce explique la direction préférentielle de celle-ci vers l'Ouest du jardin dans quatre premières lignes avec une moyenne de 8 individus par parcelle. Ce modèle de dispersion est lié aux branches et au mode de dispersion des diaspores. La présence des plantules de *P. angolensis* au jardin dans certains milieux assez ombrages montre aussi l'aptitude de l'espèce à se régénérer dans le sous-bois intact ou altéré (Ayali 2008).

La comparaison de fréquences relatives de *P. angolensis* au cours de différentes années montre que l'espèce se régénère bien (Toirambe 1986, Kasereka 1996, Likunde 1999, 2004, 2006, Ayali 2008 op cit). Le résultat montre que l'espèce est plus représentée par rapport aux années antérieures avec 71,11% (64 parcelles occupées par l'espèce sur 90 inventoriées) contre 2,59% (2 parcelles occupées par l'espèce sur 61) pour l'année 1986.

4.2. Répartition en classe d'hauteur et de diamètre

La répartition de pieds inventoriés en classe d'hauteur montre que la grande partie d'individus se trouve dans le stade de plantule de moins de 2 m de haut. Mais de manière séparée, la classe S4, c'est-à-dire la classe des individus à hauteur ≥ 200 cm dépasse les autres classes avec 186 soit 42%, suivie de celle de 50 à 100 cm avec 120 soit 27% ; en projetant ce résultat d'ici 2030 ou dans 20 ans, l'espèce *P. angolensis* sera représentée avec un grand nombre des individus de grande taille vu sa croissance en hauteur qu'en diamètre.

Lorsque nous comparons nos données sur la répartition de pieds inventoriés en classe de diamètre avec avec celles d'Ayali (2008), nous constatons que dans cette dernière, la grande majorité d'individus était dans le stade de plantule de moins de 2 m avec un effectif de 266 individus contre 178 sur les 414 inventoriés, alors que la présente étude montre une faible

dominance des individus de stade plantule de moins de 2 m avec un effectif de 243 contre 205 ayant une hauteur ≥ 2 m sur les 448 individus inventoriés.. Signalons que dans toutes les deux études, parmi les individus ayant plus de deux mètres de hauteur, le plus grand nombre d'individus présente un diamètre à hauteur de poitrine de moins de 10 cm. Ceci donne une structure diamétrique exponentielle qui est indicatrice d'une bonne régénération et dynamique. On peut donc considérer *P. angolensis* comme une essence forestière de tempérament intermédiaire par rapport à son exigence de lumière pour la croissance.

L'indication d'une bonne dynamique donnée par la structure diamétrique de cette espèce dans le jardin est confirmée par la comparaison de la fréquence de l'espèce à travers le temps. On voit clairement que *P. angolensis* se répand rapidement dans le jardin. Cette espèce est actuellement l'une des essences arborescentes les plus abondantes dans le jardin. Elle peut probablement être la plus largement distribuée. Cette observation a été faite aussi par Doucet 2003 dans les forêts du centre de Gabon.

4.3. Structure selon la canopée et présence es herbacées

La comparaison de la quantité de lumière a été faite entre les 64 parcelles qui accusaient la présence de *Pycnanthus angolensis* et 26 celles non représentées. Nous constatons que la majorité de parcelles avaient une canopée ouverte parmi les parcelles représentées avec 62,5% soit 40 parcelles. Et parmi les non représentées avec 61,6% soit 16 parcelles. La canopée fermée et partiellement ouverte avait chacune une proportion presque ou moins de 20%. Ce qui montre que le jardin botanique Stanislas Lisowski tant que milieu artificiel offre un éclairage suffisant qui favorise l'installation et une bonne croissance de cette espèce héliophile. Doucet (2003) la classe dans le groupe des essences héliophiles modérées. Au Gabon, les jeunes plantules semblent en effet préférer un couvert léger pour s'installer car une très forte ouverture du couvert entraînerait très rapidement des forts taux de mortalités des plantules, mais elles requièrent rapidement une ouverture du couvert pour grandir.

4.4. Les paramètres dynamiques

Dans le jardin botanique LISOWSKI où ILOMBA le *Pycnanthus angolensis* est abondant, les graines germent en grand nombre à proximité et un peu moins sous les grands arbres, montrant une bonne régénération et croissance en hauteur rapide des jeunes plantes avec un gréganisme bien marqué. Ce qui veut dire que la plantule semble pouvoir subsister plus longtemps et même grandir dans le sous-bois ou dans les trouées (DOUCET, 2003). Mais cette essence demeure jusque-là comme l'une des essences commerciales peu connues en RDC, Gabon, ... (DOUCET, 2003 ; JEROME, 2005 ; BOYEMBA, 2006) au même titre que le Padouk *Pterocarpus soyauxii*, ébène *Diospyros crasiflora* et quelques bois de construction dont l'identité s'est perdue au fil du temps... (CHEVALIER, 1916).

Sur l'ensemble de la période de suivie (2008-2010), le taux de mortalité observé est de 15,2% soit 63 individus sur les 414 initialement inventoriés. Ce résultat montre un taux de mortalité faible par rapport au nombre d'individus survivants. Remarquons que sur le total des morts, la majorité des individus sont des individus de la classe de diamètre I et II ou des individus de petite taille dont la hauteur est respectivement comprise entre 50 à 100 cm avec 55% et 100 à 190 cm avec 27%. Cette observation corrobore avec celles des autres auteurs tels que Doucet 2003, Traissac, Cécile 2010 c'est 2009 ou bien 2010, harmoniser avec la référence ci haute par rapport à Cecile, Morcelo otal 2007, Newbery et al 1999, Favrichon et al 1998.

Pour ce qui est du taux de recrutement observé, celui-ci est de 21,4% soit 96 individus recrutés sur les 448 inventoriés au total. Le recrutement en fonction des classes de diamètre a montré presque tous les recrutés étaient des juvéniles dont la majorité étaient de la classe I avec 92% et le 8% pour la classe II.

La comparaison de mortalité au recrutement, nous laisse dire qu'il n'y a donc pas de déséquilibre démographique durant cette période. En tenant compte de taux de recrutement observé ou calculé (21,4%), celui-ci compense directement le nombre des morts car le taux de mortalité observé ou calculé (15,2%) est légèrement inférieur au taux de recrutement, ce qui ne conduit pas à une diminution du nombre d'individus dans le peuplement (Cécile op.cité). Ce constat a été fait aussi par (Swaine et al. 1987, Phillips et Gentry 1994 ; Lewis et al. 2004 ; Stephenson et Van Mantgem 2005) dans les études de la dynamique de forêt tropicale où ils ont trouvé un taux de recrutement qui était à presque égal au taux de mortalité.

Pour ce qui concerne la croissance, l'accroissement moyen mensuel est de 0,31 mm alors que la moyenne annuelle est de 3,7 mm. Cette valeur est cohérente avec celle de Doucet (op.cité) qui classe *P. angolensis* et d'autres espèces comme *Pterocarpus soyauxii*, *Guibourtioi elie*, *Dacryodes normandii* parmi les espèces à accroissement annuel moyen de 3 à 4 mm, soit les espèces à croissance moyenne.

En prenant le nombre d'individus de la classe de diamètre de 10 à 99,9 mm au niveau de la poitrine, nous pouvons supposer avoir à peu près de 100 individus de diamètre au moins 85 cm dans 25 ans sur base de cet accroissement moyen annuel (3,7 mm/an). Signalons que la majorité d'individus, soit ayant un dbh ≥ 10 cm étaient dans la classe d'accroissement de 0,1 à 0,9 mm soit 264 individus, cela se traduit par le fait que ce sont des jeunes individus à pleine croissance dont le besoin en éclaircissement est nécessaire. Cela se traduit par sa nature des essences héliophiles, à coloniser les espaces secondarisés avec à un taux de croissance généralement très rapide (Makana, 2004).

Toutes ces observations nous poussent à confirmer notre hypothèse selon laquelle la forte dynamique de *Pycnanthus angolensis* est due à un faible taux de mortalité et un taux de recrutement légèrement élevé, ainsi que sa croissance moyenne soit avec un taux d'accroissement moyen de 3,7 mm/an favorisée par un éclaircissement suffisant de son milieu.

Chapitre V : CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au cours de cette étude dans le jardin botanique Stanislas Lisowski, nous avons évalué la densité, la canopée, la structure en hauteur et en diamètre, ainsi que les paramètres de dynamique tels que : la mortalité, le recrutement et la croissance de *Pycnanthus* en vue de déterminer son taux de dynamique.

La méthodologie utilisée était celle de localiser tous les individus qui ont été étiquetés précédemment, les remesurer et identifier, localiser les recrues tout en les mesurant.

En effet, l'étude avait eu dans le jardin botanique de Stanislas Liswoesky de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani. Des résultats obtenus révèlent ce qui suit :

- Le dénombrement des individus de *Pycnanthus angolensis* donne un total de 448 individus
- *P. angolensis* montre une forte abondance, soit une densité de 0,0005 individu par ha, correspondant à 5 individus par parcelle
- Cette abondance est entrain de croître rapidement comme l'indique la comparaison de la fréquence relative entre 1986 et 2010, soit 2,59% contre 71%
- La majorité des parcelles du jardin montrent un éclaircissement favorable à l'installation et à la croissance des plantules de cette espèce.
- Sa structure en hauteur et en diamètre est exponentielle, avec un grand nombre d'individus dans les petites classes, soit 262 Individus contre 186 Individus de grandes classes de hauteur et 243 individus de petites classes de diamètre contre 205 individus de grandes classes de diamètre.
- Elle présente un taux de mortalité faible (15,2%) qui est compensé par le taux de recrutement (21,4%), cela ne permet pas d'observer un déséquilibre démographique durant cette période. Sa croissance est moyenne soit un accroissement annuel moyen de 3,7 mm.

C'est qui nous fait voir que le jardin botanique Lisowski en tant qu'un milieu initialement artificiel devient de plus en plus un milieu forestier plus ou moins naturel qui offre des conditions propices à l'installation et à la croissance des essences forestières présentes en forêts naturelles.

Pycnanthus angolensis présente un nombre insignifiant des individus de grande taille soit de 50 à 80 cm, nous estimons qu'après 25 ans, le jardin aura un nombre important de *P. angolensis* de grande taille.

Nous suggérons donc ce qui suit :

- Qu'une autre étude soit réalisée sur la dynamique de cette essence dans ce jardin, en tenant compte de la croissance des plantules déjà étiquetées enfin de connaître leur taux de mortalité, ainsi que celui de recrutement des jeunes plantules dans la catégorie de 50 cm de hauteur après au moins 8 ans,
- Que les différentes parties prenantes dans la gestion de ce jardin puissent prendre des mesures strictes qui vont permettre une bonne évolution de la végétation dans le jardin car ce milieu constitue un matériel didactique crucial ou un terrain de prédilection pour les chercheurs et les étudiants en Biologie.
- Que ce jardin soit répertorié parmi les jardins du réseau de l'Afrique centrale vu son importance,

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	
REMERCIEMENTS	
RESUME	
SUMMARY	
INTRODUCTION.....	1
0.2. Problematique.....	2
0.3. Objectifs	3
0.3.1. Objectif général	3
0.3.2. Objectifs spécifiques	3
0.4. Hypothèse.....	4
0.5. Intérêt du travail	4
0.6. Travaux antérieurs.....	4
0.7. Généralité sur l'espèce <i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw)Excell	6
0.7.1 Description de l'espèce	6
0.7.2. Position systématique.....	7
0.7. 3. Position phyto-sociologique.....	Erreur ! Signet non défini.
0.7.4. Importance économique	8
0.7.5. Pharmacopée	8
0.8. Généralités sur la dynamique des populations	9
0.8.1. Dynamique des populations	9
0.8.2. Les tempéraments.....	11
Chapitre I. : MILIEU D'ETUDE	13
I.1. Situation Geographique	13
I.2. Caracteristiques climatiques	15
I.3. Sous-sol et Sol.....	16
I.4. La Végétation.....	16
I.6. Action anthropique.....	17
I.7. Choix du Site.....	18
Chapitre II : MATERIEL ET METHODES	20
II.1. Matériel.....	20
II.2. Methodes	20
II.2.1. Méthodes de collecte des données.....	20
II.2.2. Inventaire des individus.....	20
II.3. Saisie et traitement des Données	26
II.4. Analyse des Données.....	26
II.4.1. Les indices de caractérisation botanique	26
II.4.2. Structure diamétrique et régénération.....	27
II.4.3. Analyse de taux de mortalité et de recrutement	28

II.4.4. Analyse de la croissance.....	28
Chapitre III : RESULTATS	29
3.1. Abondance et fréquence relative.....	29
3.2. Densité de population.....	30
3.3. Distribution d'individus en fonction des classes de hauteur	31
3.4. Distribution en classe de diamètre	31
3.5. Les facteurs écologiques	33
3.5.1. La densité de parcelle en fonction d'ouverture de la canopée	33
3.5.2. Densité des parcelles en fonction de la présence des herbacées et lianes	35
3.6. Analyse sur les variables de la dynamique.....	36
3.6.1. Le taux de mortalité.....	36
3.6.2. Mortalité en fonction des classes des diamètres.....	36
3.6.3. Corrélation entre le nombre d'individus morts et le nombre total d'individus par parcelle	37
3.6.4. Le taux de recrutement.....	38
3.6.5 Le Recrutement en fonction des classes de diamètre	38
3.6.6. Localisation des recruts par rapport aux potentiels géniteurs	39
3.6.7. Corrélation entre le nombre des recruts et le nombre total d'individus par parcelle .	41
3.6.8. Comparaison des taux de mortalité (λ) et recrutement (μ)	41
3.6.9. Croissance	42
Chapitre VI : DISCUSSION	44
4.1. Etude quantitative.....	44
4.2. Répartition en classe d'hauteur et de diamètre.....	44
4.3. Structure selon la canopée et présence es herbacées.....	45
4.4. Les paramètres dynamiques	46
Chapitre V : CONCLUSION ET SUGGESTIONS	48
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	50

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ADEBU, L. 1985 : Contribution à l'étude de l'infiltration de l'eau dans différents biotopes de la Faculté des Sciences. Mono. inédit. Fac. Sc. UNIKIS, 41 pages.
2. AKENDENGUE et LOUIS, 1994 : Medicinal plants used by the Masango people in Gabon. J.E. Ethnopharmacol 41: 193-200 pp.
3. ALAISAHNBON B. & Mama N., 1998: Early regeneration of commercial timber species in a logged-over forest of southern Cameroon. Kiribi, IRAD. 9p
4. AYALI, A., 2008 : Abondance, structure diamétrique et spatiale de *Pycnanthus angolensis* (welw) Excell dans le jardin botanique « Stanislas Lisowski », monographie, Fac. Sc., Unikis, Kisangani, 27p
5. BABAKWANZA, M. 1980 : Etude phénologique de quelques plantes cultivées dans l'enceinte de la Faculté des Sciences de Kisangani. Mém. Inédit. Fac. Sc. UNIKIS, 56 pages.
6. BEGAA, Y.S., 2009: Analyse des conditions de régénération de *Pericopsis elata* (Van Meeuw) dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi, Province Orientale, RDC. DEA, inédit, Fac. Sc., 104p.
7. BOYEMBA, B., 2006 : *Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RD Congo)*, Mémoire inédit, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, ULB, Bruxelles, 112 pp.
8. CECILE, M., 2009 : Dynamique des peuplements forestiers tropicaux hétérogènes : variabilité inter et intraspécifique de la croissance des arbres et

trajectoires de développement en forêt dense humide sempervirente, dans les Ghâts occidentaux de l'Inde. Thèse, Institut Français de Pondichéry UMR de botanique et bio-informatique de l'Architecture des Plantes – Montpellier, 202p

9. CHAMBERS, J. Q., N. Higuchi, and J. P. Schimel. 1998 : Ancient trees in Amazonia. *Nature* 391:135-136.
10. CHAVE, J., 1999 : Dynamique *spatio-temporelle de la forêt tropicale. Influence des perturbations climatiques et étude de la phytodiversité*. Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud XI. 365 p.
11. CLARK, J.S., M. SILMAN, R. KERN, E. MACKLIN, J. HILLERISLAMBERS, 1996: "Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forests", *Ecology* 80, 1475.
12. CONNELL, J.H., 1970: On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forests, B.P. G.G.R (Réd), *Dynamics of populations*, p 298-312, Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
13. DALLMEIER F., 1992: Long-term monitoring of biological forest areas-Methods for establishment and inventory of permanent plots, UNESCO, France, 72 p.
14. DANSERAU, P. & LEMS, K. 1957: – The grading of dispersal types in plant communities and their Ecological significance. *Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal*, 71: 52 p.
15. DEBROUX L., 1998 : L'aménagement des forêts tropicales fondé sur la gestion des populations d'arbres : l'exemple du Moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) dans la forêt du Dja, Cameroun, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 323 p.

16. DEVRED, R. 1958 : – La végétation forestière du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. *Bull. Soc. Roy. For. Belg.* 65 (6) : 409- 468.
17. DEVRED, R. 1958 : Végétation forestière du Congo belge et du Rwanda-Urundi Bull. Soc. Loy. Belg. LXU 409-467 pages.
18. DOUCET J. L., 2003: L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, 323 p.
19. DOUCET J.-L. 2005: African rain forests: evolution and threats. In: Proceedings of the International Symposium Tropical Forest in a Changing Global Context (Brussels, 8-9 November, 2004). Royal Academy of Overseas Sciences, Brussels : 45-60.
20. DUPUY B., 1998 : Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine. Série FORAFRI Document 4, CIRAD-Forêt, 328 p.
21. DURRIEU de MADRON, L., 1993: *Mortalité, chablis et rôle des trouées dans la silvigenese avant et apr_es exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou - GuyaneFrançaise*, these, ENGREF, 28P.
22. EMBUMBA, B. 1988 : Rapport de stage effectué au jardin botanique de la Faculté des Sciences, UNIKIS, Kisangani.
23. F.R.M, 2006 : *Formation de forestier aménagiste et de gestionnaire forestier, Notion introductive. Module 1.* Ecole Nationale des Eaux et Forêts du Cap Estérias, Libreville, Gabon. 6 p.
24. FAVRICHON, V., 1994 : Classification des espèces arborées en groupes fonctionnels en vue de la réalisation d'un modèle de dynamique de peuplement en forêt guyanaise. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 49 : 379-403.

25. FORGET, P-M., 1988 : *Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise*. Thèse de doctorat de l'Université Paris VI, 245p.
26. FOUILLOY, R. 1965 : Flore du Gabon, meseum national d'histoire naturelle laboratoire de phanerogamie, n° 10, 16^e rue Buffon, Paris, 5^e, Pg 83-89.
27. GAMBALEMOKE, M. 1985 : Etude des populations de quelques colonies de *Pseudocanthetermes piniger* Sjötedt 1899 (Termitidae Macrotermitina) à la Faculté des Sciences. Mono. Inédit. Fac. Sc. UNIKIS, 74 pages.
28. GERARD J., Edi KOUASSI A., DAIGREMONT C., DETIENNE P., FOUQUET D., VERNAY M. 1998 : Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains. Série FORAFRI, document n°11. CIRAD-Forêt, Montpellier : 22-24.
29. GILBERT, G. et TROUPIN, G. 1951 : Flore du Congo-belge et du Ruanda-Urundi, spermatophyles, Vol II INEAC, Bruxelles, Pg 390-393.
30. GILL, G.V. 1991: Non-insulin-dependent diabetes mellitus in test book of diabetes (Pick up and William Geds), Black, well scientific publications, London, Pp. 24-34.
31. GODRON, J., 1984 : Ecologie de la végétation terrestre. Ed. Masson. Paris, Pg 23 28
32. GREIG-SMITH, P. 1983 : Quantitative plant ecology. 3rd ed. University of California Press, Berkeley.
33. GUINOCHET, M. 1973 : Phytosociologie, Masson et Cie. Paris, 227 p.
34. HARTSHORN, G. S. (1972): The ecological life history and population dynamics of *Pentaclethra macroloba*, a tropical wet forest dominant and

Stryphnodendron excelsum, an occasional associate. Ph. D Thesis., University of Washington.

35. IFUTA, N.B.1993: Paramètres écologiques et hormonaux durant la croissance et la reproduction d'*Epomops franqueti* (*Mammalia : Chiroptera*) de la forêt Page 61
36. JANZEN, D. H., 1970: Herbivores and the number of species in tropical forests. *The American Naturalist* 104 : 501-528
37. JESEL S., 2005 : *Ecologie et dynamique de la régénération de dicorynia guianensis* (Caesalpinaceae) dans une forêt guyanaise. *Ecologie forestière*, Institut National Agronomique, Paris-Grignon, 285 p.
38. KAHN, F. 1982 : La reconstitution de la forêt humide, sud-ouest de la Côte d'Ivoire, ORSTOM, Paris, 149 pages.
39. KASAI, K., 2007 : Observations préliminaires sur la régénération de *Khaya anthoteca* dans la Reserve forestière de Yoko. Mémoire inédit. Fac. Sc. UNIKIS, Pg 20 25
40. KASEREKA, S. 1996 : Flore et aspect dynamique de la Faculté des Sciences à Kisangani (Zaïre). Mém. Inédit, Fac. Sc. UNIKIS.77 Pg
41. KAVIRA, K., 2008: Etude sur la caractéristique du développement spontanée du sous-bois forestiers du jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, monographie, Fac. Sc., Unikis, Kisangani, 25p
42. KIKWEMBO. K., 2008: Etude de la régénération de *Pterocarpus soyauxii* du jardin botanique de la Faculté des Sciences, monographie, Fac. Sc.,Unikis, Kisangani, 28p.

43. KIRONGOZI, B., 2008: Etude de la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Léonard du jardin botanique toujours de la Faculté des Sciences, monographie, Fac. Sc., Unikis, Kisangani, 25p.
44. KOMBELE F.B., 2004 : Diagnostic de la fertilité des sols dans la Cuvette Centrale Congolaise. Cas des séries Yangambi et Yakonde. Thèse Inédite, IFA Yangambi, 464p.
45. KOUKOU K., 1992 : Contribution du déterminisme écologique de la répartition spatiale de l'Angélique (*Dicorynia guianensis*) en forêt dense guyanaise. Mémoire de DEA de Géographie des espaces Tropicaux de L'Université de Bordeaux III/ENGREF, 88 P
46. LEJOLY, J. 1993. – Méthodologie ECOFAC pour les inventaires forestiers (Partie flore et végétation) Lab. Bot. Syst. Phyt. ULB. 136 p.
47. LEONARD, J. 1950 : Botanique du Congo belge I. Les groupements végétaux : Encyclopédie du Congo belge 1 : pp 345-389
48. LEROY, C., 2000 : Caractérisation dendrométrique architecturale et spatiale de la structure de 2 agrégats d'Angélique (*Dicorynia guianensis* Amshoft,) Caesalpiniaceae. Mémoire inédit, Unité Mixte de Recherche CIRAD/INRA Modélisation des Plantes. 36 p
49. LEVIN S.A., MULLER-LANDAU H.C., NATHAN R., CHAVE J. 2003: The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 575-600
50. LIEBERMAN, D., M. LIEBERMAN, R. PERALTA, and G. S. HARTSHORN. 1985: Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. *Journal of Ecology* 73:915- 924.
51. LIKUNDE, B.J. 1999 : Rapport de collection. Plantes du jardin botanique de la Faculté des Sciences. UNIKIS, 23 pages.

52. LIKUNDE, B.J. 2004 : Rapport de collection composition floristique actuelle du jardin botanique Stanislas LISOWSKI, Fac. Sc. UNIKIS, 14 pages.
53. LIKUNDE, B.J. 2006 : Dynamique du jardin botanique Stanislas LISOWSKI de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani. Fac. Sc. UNIKIS, 173-187 pages.
54. LOIZEAU, P.-A. (1992) : La diversité, Exemple des forêts denses humides amazoniennes. *Saussurea* 23: 49-82
55. LOMBA B. L. & NDJELE M.-B., 1998 : Utilisation de la méthode de transect en vue de l'étude de la phytodiversité dans la Réserve de Yoko (Ubundu, R.D. Congo). Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani. *Annales* (11), 35-46.
56. LUSUNA, K.M. 2000 : Contribution à l'inventaire des plantes à charbon et à pirogue de l'île Mbie Kisangani (RDC). Monographie inédit, Fac. Sc. UNIKIS, Pg 10-22.
57. MAKANA, J.-R. 2004: Ecology and sustainable management of African mahoganies and selected other timber species in northeastern Congo Basin, Democratic Republic of Congo. Thèse inédite, University of Toronto, Toronto, Canada, 226 pages.
58. MAKANA, J.-R., J. MADIDI & H. BIKUMBU. 2006 : Inventaires forestiers et botaniques dans la concession forestières de l'ENRA, nord-est du bassin du Congo (République Démocratique du Congo). Rapport inédit, Beni, République Démocratique du Congo, 38 pages.
59. MAKANA, M. 1984 : Contribution à l'étude d'humidité du sol des différents biotopes de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani. Mono. Inédit. Fac. Sc. UNIKIS, 38 pges.
60. MAKUNGU, K., 2008: Etude de la régénération de *Trilepisium madascariensis* (D.C) du jardin, monographie, Fac. Sc., Unikis, Kisangani, 28p.

61. MANDANGO, M.A. 1982 : Flore et végétation des îles du fleuve Zaïre dans la sous-région de la Tshopo (Haut-Zaïre) Tome I.
62. MBUYI, K. 1989 : Inventaire de termites (Isoptera) de la concession de la Faculté des Sciences à Kisangani. Mono. Inédit. Fac. Sc. UNIKIS, 23 pages.
63. MOSANGO, M. 1990 : – Contribution à l'étude botanique et biogéochimique de l'écosystème forêt en région équatoriale (île Kongolo, Zaïre). Thèse de doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 442 p.
64. NDJELE, M. 1988 : Les éléments de phytogéographie endémiques dans la flore vasculaire du Zaïre. Thèse.doc.inédit. vol.I.Fac.Sc.Université de Kisangani.528p.
65. NDJELE, M-B., 1988 : Les éléments phytogéographiques endémiques dans la flore vasculaire du Zaïre. Thèse inédite, Fac. Sci., ULB, 528 p.
66. NEWBERY D.M., ALEXANDER I.J., THOMAS D.W., GARTLAN J.S. 1988: Ectomycorrhizal rain-forest legumes and soil phosphorus in Korup National Park, Cameroon, New Phytol. 109. 433-450
67. Notice explicative de la carte des sols du Congo Belge et du Rwanda- Burundi. Publ. I.N.E.A.C., Bruxelles, p. 84.
68. NSHIMBA S.M., 2008 : Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, R.D.Congo. Thèse de doctorat, ULB, labo. Bot. Syst., 389 p
69. NSHIMBA, S.M., et al, 2008: Etude de la répartition spatiale des espèces dominantes dans la forêt marécageuse del' Ile Mbiye à Kisangani (R.D.CONGO), ULB

70. NYAKABWA, M. 1976 : Flore urbaine de Kisangani, Mém. Inédit. Fac. Sc. UNIKIS, Pages 138-139.
71. Ombrophile équatoriale de Masako (Kisangani-Zaïre). Thèse inédite, KUL, 142 p.
72. OUBRE, P. et al., 1997: From plant to patient: An ethno medical approach to the identification of new drugs for the treatment of NIDDM, *Diabetologia*.614=617pp
73. PASCAL J. P., 1995 : Quelques exemples de problèmes posés à l'analyste au modélisateur par la complexité de la forêt tropicale humide. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 50 :237-249.
74. PHILLIPS O.L., GENTRY A.H., 1994: Increasing turnover through time in tropical forests. *Science*. 263 : 954-958.
75. PUIG, H., FORGET, P-M. et SIST, P., 1989: Dissémination et régénération de quelques arbres en forêt tropicale guyanaise. *Bulletin de la Société Française*, 136, *Actualité Botanique* (3/4), 119-131.
76. REITSMA, J.M., 1988 : *Végétation forestière du Gabon*. Tropenbos Technical Series 1, The Tropenbos foundation, Wageningen, The Netherlands, 142p
77. ROLLET, B., 1974 : L'architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine, CTFT, Nogent-sur-Marne, France 115 p.
78. SCHMITZ, A., 1977 : Atlas des formations végétales de Shaba(Zaïre). F.U.L., sér. documents 4 : 96p
79. SCHNELL, R., 1971 : Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol2 les milieux et les groupements végétaux. Gauthier Villars(eds),pars. Pp 550-941

80. SENTERRE, B. 2005 : – Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la Phytogéographie des forêts denses d'Afrique Tropicale. Thèse de doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 343 p.
81. SWAINE, M. D., J. B. HALL et I. J. ALEXANDER 1987: Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). *Journal of Tropical Ecology* 3(4): 331-345.
82. SYS C., 1960 : *Carte des sols et de la végétation du Congo Belge et du Rwanda-Burundi*.
83. TAILFER, Y., 1989 : la forêt dense d'Afrique centrale : identification pratique des principaux arbres, Tome 1 et 2 CTA, Pp 16-20
84. TOEBOSCH M., 2005: A detailed autecological study on *Acapu (Vouacapoua americana)* in the state of Para (Brazil), with the aim of comprehensively grouping found information in a Silvics Scheme. Wageningen University, Wageningen, 91 p.
85. TRAISSAC, S. 1998 : Etude de la dynamique de la répartition spatiale de *Vouacapoua americana* (Aublet), arbre de forêt tropicale guyanaise. Rapport technique de D.E.A "Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques, Université Claude Bernard Lyon1: 30p.
86. TSONGO, M., 2008: Observation sur la survie et la croissance de jeunes plants de *Pericopsis elata* (Harms) Van. Meewen toujours au jardin, monographie, Fac. Sc., Unikis, Kisangani, 28p.
87. UDAR, U., DANADU, M., LIKUNDE, B., N'DJELE, M. et UPOKI, A., 2003 : Le jardin botanique de la Faculté des sciences de Kisangani : un écosystème non négligeable. Note scientifique, Annales, Faculté des sciences , UNIKIS, Pp 480-484.

88. VALES D.J. & BUNELL F.L., 1985: Comparison of methods for estimating forest overstory cover. Vancouver, Faculty of Forestry -The University of British Columbia. 128p
89. VANCUSTEM C., PEKEL J.-F., EVRARD C., MALAISSE F. & DEFOURNY., 2006 : Carte de l'occupation du sol de la République démocratique du Congo. Notice explicative. Presse universitaire de Louvain, 31.
90. VIVIEN, J ., et FAURE. J., 1985 : Arbres des forêts denses d'Afrique centrale agence de coopération culturelle et technique 15, quai André Citroën, 75015 Paris, France, pp 318-325
91. VIVIEN, J. et FAURE, J.J., 1985 : Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale, ACCT, Paris, 220 p.
92. WATKINSON A.R. 1978: The demography of a sand dune annual: *Vulpia fasciculata*. III. The dispersal of seeds. J.Epidemiol.136: 654-698.
93. WHITE, L.J.T. & EDWARDS, A. 2001: Conservation en forêt pluviale africaine. Méthodes de recherche. Wildlife Conservation Society, New York, U.S.A., 456p
94. WOME. B., 1985 : Recherche ethnopharmacognosiques sur les plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle à Kisangani (Haut Zaïre),ULB, thèse inédit, Pp 42-43.
95. MARCELO T. NASCIMENTO, REINALDO I. BARBOSA : Above-ground biomass changes over an 11-year period in an Amazon monodominant forest and two other lowland forests
96. DORA M., VILLELA, John PROCTOR, Received : 21 February 2007 / Accepted: 8 May 2007 / Published online: 10 June 2007_ Springer Science+Business Media B.V. 2007

97. FRANKLIN J. F., SHUGART H. H. et HARMON M. E. 1987 : Tree death as an ecological process. *BioScience* 37(8) : 550-556.
- 98 SHEIL D. et MAY R. M. (1996). Mortality and recruitment rate evaluation in Heterogeneous tropical forests *J. Ecol.* 84 : 91-100
99. Jean LEJOLY , M-B NDJELE. & Daniel GEERINCK. (2010) Catalogue-Flore des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo, 4ème édition revue et augmentée, incluant les clés et la distribution pour 70 familles, publiée dans *Taxonomania* 30 : 1-308. (Bruxelles) – mai 2010 (RD Congo).
- 100 .BATSHIELILI, A., 2008: Phénologie et regeneration deq espèces ligneuses en forêt tropicale humide : cas d' *Afromosia (pericopsis elata)* et du *Tola (Prioria alsamifera)*.Mémoire de DEA, Inédit, Centre de Montpellier, 64p.
101. THIELBLAUTH, A., 1965: Nomenclature générale de bois tropicaux. Association technique international des bois tropicaux. Nogent-sur-Marne, 283p.
102. LOKOKA, N., R., 2005: Inventaire des plantes médicinales utilisées pour soigner la cataracte à Kisangani (P.O., RDC). Monographie, Fac.sc., UNIKIS, 8p
103. LISINGO, L., J., 2007: Contribution à la connaissance des plantes des chenilles comestibles et de leurs plantes hôtes à Kisangani et ses environs. Mémoire inédit, Fac. Sc., UNIKIS, 18-21p
104. BHUA, D., N., 1996 : Contribution à l'étude écologique et systématique de la flore Mycologique Macromycètes de la Faculté des Sciences(UNIKIS), Mémoire inédit, Fac. Sc. UNIKIS, 14-20p
105. SHAUMBA, K., 2009: Analyse de la régénération et de la répartition spatial des Fabaceae-Caesalpinoidae dans la forêt de Yoko(Kisangani,RDC) : cas de *Prioria balsamifera* Harms, *Prioria*

oxyphylla(Vermorgan)Brettener et Scorodophloeus zenkeri J.
Léonard. D.E.S, Fac. Sc., UNIKIS, 15-35p

WIKIPEDIA

1. [http/ Christian. Rolland free. Fr/bois model preview 64 htm](http://Christian.Rolland.free.Fr/bois%20model%20preview%2064.htm)
2. [http://www.aluka.org/ action/show complication page? Doi](http://www.aluka.org/action/show_complication_page?Doi)
3. [http:// www. Jpet. Org](http://www.Jpet.Org)
4. [http://www.ars .grin.gov. com](http://www.ars.grin.gov.com)
5. [www2./p.l.fs.fed.us/tech.](http://www2.p.l.fs.fed.us/tech)