

# UNIVERSITE DE KISANGANI



**B.P: 2012 KISANGANI  
FACULTE DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES  
RENOUVELABLES**

---

**Département : Eaux et Forêts**

**Dynamique de *Carapa procera* D.C dans la parcelle permanente  
du bloc nord de la réserve forestière de Yoko.  
(Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo)**

Par

**Emmanuel FATAKI MASUDI**

**Travail de Fin d'Etude**

Présenté en vue de l'obtention du grade d'ingénieur  
agronome.

**Option : Eaux et Forêts**

**Directeur : Dr Roger KATUSI LOMALISA**

**Année académique : 2014-2015**

## **DEDICACE**

A l'Eternel Dieu puissant source de vie, de la sagesse et de l'intelligence, car nous sommes devenu par ta grâce ce que nous sommes aujourd'hui.

A vous chers parents Robert AMUNDALA MASUDI et Hélène ESAMBO notre très chers regrettés que la mort a pu les arracher sans le vouloir, recevez ce message avec fierté pour nous avoir engendré et supporté nos caprices de notre enfance et aussi vous nous avez ouvert des horizons de la vie.

A vous mes sœurs et frères de la famille MASUDI : Virginie MASUDI, Patience MASUDI, AMUNDALA MASUDI Fils, Victorine MASUDI, Jacques MASUDI, Jacqueline MASUDI, Floribert MASUDI, Marie MASUDI, Modeste MASUDI, Raphaël MASUDI pour votre attachement pendant le moment de bonheur et de malheur.

A vous mes grands pères : AMURI LUBULA et Annie KANYAMA pour les multiples efforts fournis.

*Emmanuel FATAKI MASUDI*

## REMMERCIEMENTS

Au cours de ces cinq années passées à l'Université de Kisangani, une multitude des personnes m'ont soutenu et contribué d'une manière ou d'une autre pour l'acheminement de mes études. C'est pourquoi à l'heure où nous mettons la dernière main sur ce Travail de Fin d'Etude Universitaire, nous sentons un réel plaisir doublé de fierté à toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à son réalisation.

L'honneur, la gloire et la puissance soient rendus à toi l'Eternel Dieu maître de temps et des circonstances pour le souffle de vie que tu ne cesses de nous accorder. La bonne santé sans compte ni facture que nous bénéficions, que ton nom soit loué à jamais.

Nous tenons remercier tout les corps scientifique et professoral de la Faculté de Gestion de Ressources Naturelles Renouvelables de l'UNIKIS pour la discipline et les enseignements de qualité que nous avons bénéficié au cours notre cursus académique.

Le mérite revient en premier lieu au Docteur KATUSI LOMALISA qui, malgré ses multiples occupations, a accepté d'encadrer et de diriger ce mémoire ; ses remarques et suggestions ont contribué énormément à l'amélioration de sa qualité.

Nos remerciements s'adressent aussi à la famille LUBULA Aimé LUBULA, maman Marie KAPINGA LUBULA, KASUSA LUBULA NDAKALISE, Fidèle MUTIMBU, grand frère de la famille MASUMBUKO LUBULA, Fiston LUBULA, Alphonse LUBULA, Christophe LUBULA, AMISI LUBULA, grâce à cette symbiose qu'elle m'a amené à terminer en bonté mes études universitaires. Que les familles JONAS, BILELE (Fredy BILELE, Natalie BILELE, Rachel BILELE, et maman MUNKOKOLE), ELIZE et DJAMBA, trouvent dans ce paragraphe, l'expression de nos sentiments les plus amoureux.

Nos remerciements s'adressent également à nos camarades, amies et collègues de la promotion : SAIDI KASONGO, MPOY OMANA, HEMEDI KAFEKE, LOFOLI DELVO, IDUMBO LUBANGO, KABOBO LULENGULA, RAMAZANI KIPUSU, TUSSE ZUMBIA, Alex BADHERA, SHAKO MIANGO, Jordan LINANGOLA, David ANITABUA, Nestor C.P, KAKULE KISALYA, MUHINDO KAHUMBANI, Tantine MASIKA, ISHONGO LOME, TANDIABUNA, MANDO KUMABO, EMELEMEKIA, HERMAN, LUNDULA, MAZABURU, ZONGIA, SALUMU KASONGO et ANUARITE.

## RESUME

Etude de la dynamique de *Carapa procera* D.C dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, province de la Tshopo, RDC).

L'objectif général poursuivi dans ce travail est de contribuer à l'étude de la dynamique de *Carapa procera* dans la parcelle permanente de Yoko.

L'inventaire a été fait dans une parcelle permanente de 9 ha située dans le bloc nord du dispositif permanent de Yoko, à l'intérieur de laquelle, tous les individus de *Carapa procera* à dhp  $\geq 10$  cm ont été mesurés à 1,30 m du sol et cette mensuration était matérialisée par deux bandes peintes en rouge durant la première campagne en 2008. Et la deuxième campagne faite en 2014, consistait à mesurer de nouveau les mêmes individus et aux mêmes endroits.

Après 6 ans, le taux de recrutement (2,26%) est légèrement supérieur à celui de mortalité (1,19%), ce qui conduit à une légère augmentation du nombre d'individus dans le peuplement passant de 55 à 59 individus.

Les accroissements diamétriques moyens sont de  $0,37 \pm 0,09$  cm/an avec la valeur maximale de 0,64 cm/an et la minimale de 0,04 cm/an.

La surface terrière totale est passée de 0,1154 m<sup>2</sup>/ha en 2008 à 0,1357 m<sup>2</sup>/ha en 2014, soit un accroissement annuel de 0,0034 m<sup>2</sup>/ha.

La biomasse totale produite est passée de 0,7809 t/ha en 2008 à 0,9702 t/ha en 2014, soit un gain annuel de 0,0316 t/ha. La quantité du carbone séquestré est passée de 0,3904 t/ha en 2008 à 0,4851 t/ha en 2014, soit un gain annuel de 0,0158t/ha.

Mots clés : Dynamique, biomasse, *Carapa procera*, Yoko.

## SUMMARY

Study of the dynamics of *Carapa procera* DC in the permanent plot north block Yoko Forest Reserve (Ubundu, Tshopo Province, DRC).

The general objective in this work is to the study of the dynamics of *Carapa procera* in the permanent plot of Yoko.

The inventory was done in a permanent plot of 9 ha located in the northern block of the Standing Yoko device, within which all individuals *Carapa procera* in  $dbh \geq 10$  cm were measured at 1,30 m the ground and the measurement was evidenced by two bands painted red during the first campaign in 2008. And the second campaign made in 2014, was to remeasure the same individuals and the same places.

After 6 years, the recruitment rate (2, 26 %) is slightly higher than mortality (1,19 %), leading to a slight increase in the number of individuals in the population from 55 to 59 individuals. Means diametric increases are  $0,37 \pm 0,9$  cm/year with the maximum value of 0,64 cm/year and the minimum of 0,04 cm/year.

The total basal are increased from 0, 1154 m<sup>2</sup>/ha in 2008 to 0,1357 m<sup>2</sup>/ha in 2014, an annual increase of 0,0034 m<sup>2</sup>/ha.

The total biomass produced increased from 0, 7809 t/ha. The amount of carbon sequestered increased from 0,3904 t/ha in 2008 to 0,4851 t/ha in 2014, representing an annual gain of 0,0158 t/ha.

Keywords: Dynamic, biomass, *Capa procera*, Yoko.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMMERCIEMENTS.....	ii
RESUME.....	ii
SUMMARY .....	iv
TABLE DES MATIERES.....	v
CHAPITRE I. INTRODUCTION .....	1
I.1. Problématique .....	1
I.2. Hypothèses .....	2
I.3. Objectifs .....	2
I.3.1. Objectif général.....	2
I.3.2. Objectifs spécifiques .....	2
I.4. Intérêt de l'étude .....	3
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES.....	4
II.1. Milieu d'étude.....	4
II.1.1 Situation administrative et géographique.....	4
II.1.2. Facteurs Abiotiques .....	5
II.1.2.1. Climatique.....	5
II.1.2.2. Sol.....	6
II.1.3. Facteurs biotiques .....	6
II.1.3.1. Végétation .....	6
II.1.3.2. Activités anthropiques.....	6
II.2. Matériel et méthodes.....	6
II.2.1. Aperçu sur l'espèce.....	6
II.2.2. Plan du dispositif .....	7

II.2.3. Protocole de prise des données .....	9
II.2.4. Analyse et traitement des données.....	9
II.2.4.1. Surface terrière .....	9
II.2.4.2. Accroissement annuel moyen.....	10
II.2.4.3. Taux de recrutement (TR) .....	10
II.2.4.4. Taux de mortalité (TM).....	10
II.2.4.5. Biomasse aérienne .....	11
II.2.4.6. Le calcul du stock de carbone.....	11
II.3. Traitements statistiques.....	11
CHAPITRE III. PRESENTATION DES RESEULTATS .....	12
III.1 Taux de recrutement.....	12
III.2. Taux de mortalité.....	12
III.3. accroissement diamétrique annuel.....	13
III.4. Structure diamétrique .....	13
III .5. Surface terrière .....	14
III.6. Biomasse produite et carbone séquestré.....	15
III.7. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction des classes de diamètre.....	16
III.7. Corrélation entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre.....	17
CHAPITRE IV. DISCUSION DES RESULTATS.....	18
IV.1. Dénombrement démographique .....	18
IV.2. Influence de l'accroissement diamétrique sur la surface terrière et la biomasse.....	19
CONCLUSION ET SUGGESTION .....	20
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	21
ANNEXE.....	i

## CHAPITRE I. INTRODUCTION

Les forêts congolaises constituent une ressource vitale, tant pour les populations locales que pour l'environnement de la planète. Elles constituent les principaux réservoirs mondiaux de diversités génétiques végétales et animales et leurs destructions seraient une perte inestimable pour la flore et la faune de la planète (Wilson, 1988).

En Afrique centrale par contre, les forêts denses humides font l'objet d'une exploitation intensive de bois d'œuvre. Ce prélèvement sélectif orienté principalement sur quelques essences ne s'accompagne d'aucune mesure en faveur de renouvellement des effectifs (Boyemba, 2006).

En République Démocratique du Congo, les forêts sont menacées par des exploitations illégales qui ne se soumettent pas au respect des normes d'exploitations à impact réduit qui portent sur l'environnement forestier ainsi que sur les diamètres minimum d'exploitation fixés par l'administration forestière (Lomba, 2011).

Selon les estimations officielles, le rythme de déboisement net en République Démocratique du Congo entre 1990-2000 pour une surface terrière de 108.339ha atteindrait 0,26%/an (Croizer, 2007 cité par Lomba, 2011). C'est pourquoi, la forêt congolaise doit d'abord être sauvée pour lui-même et doit être utilisée comme une zone d'expansion et le poumons naturel de la planète.

### I.1. Problématique

Les travaux basés sur la biodiversité des forêts tropicales sont des études importantes servant à la protection et à la conservation des écosystèmes forestiers. La mauvaise gestion de ces forêts due à l'action humaine conduit à la disparition de nombreuses essences sans même que leur existence ne soit connue (Nshimba, 2008 ; Kambale, 2014)

Toutes les solutions envisagées aujourd'hui pour la conservation des forêts tropicales humides comme la mise en place des réserves biologiques, l'exploitation forestière durable, la restauration des forêts dégradées ou la création des plantations forestières, nécessitent un approfondissement des connaissances sur l'écologie et la dynamique de la régénération des espèces d'arbres dans ces écosystèmes (Badjoko, 2009)

Les paramètres de la dynamique des populations d'arbres tels que les taux de recrutement et de la mortalité ainsi que de reconstitution restent insuffisamment connus (Picard et Gourlet-Fleury, 2008). D'où la pertinence de cette étude focalisée sur l'étude de la dynamique de *Carapa procera* dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko.

Pour aborder cette thématique, nous nous sommes posé quelques questions de recherche telles qu'en tenant compte de l'accroissement diamétrique annuel des individus de *Carapa procera*, (i) est-ce que la surface terrière serait-elle influencée par ce dernier ? et (ii) est-ce que la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré varieraient-elles en fonction de l'accroissement diamétrique des individus ?

## **I.2. Hypothèses**

Partant de ces deux questions, les hypothèses suivantes ont été émises :

- La surface terrière occupée par les individus de *Carapa procera* serait différente entre les années 2008 et 2014 ;
- La biomasse produite et le carbone séquestré par les individus de *Carapa procera* seraient différents entre les années 2008 et 2014 ;

## **I.3. Objectifs**

### **I.3.1. Objectif général**

L'objectif général poursuivi dans ce travail est de contribuer à l'étude de la dynamique de *Carapa procera* dans la parcelle permanente de Yoko.

### **I.3.2. Objectifs spécifiques**

Pour atteindre cet objectif général, les objectifs spécifiques suivants ont été poursuivis :

- Evaluer la surface terrière occupée par les individus de *Carapa procera* six ans après la première mensuration faite en 2008 ;
- Evaluer la qualité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré six ans après la première mensuration.

#### **I.4. Intérêt de l'étude**

Sur le plan scientifique, elle contribuera à la connaissance de la dynamique forestière et la biomasse produite par l'espèce *Carapa procera*.

Sur le plan pratique, les résultats obtenus serviront de bases de données aux sylviculteurs, aux aménagistes et autres chercheurs de planifier et de préconiser des interventions sylvicoles appropriées.

## CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

### II.1. Milieu d'étude

#### II.1.1 Situation administrative et géographique

La réserve forestière de Yoko est située dans le groupement de Kisesa, collectivité de Bakumu-Mangongo, territoire d'Ubundu et dans la province de la Tshopo (Lomba et Ndjele, 1998). Elle est délimitée au nord par la ville de Kisangani et les forêts perturbées, au sud et à l'est par la rivière Biaro, à l'ouest par la voie ferrée et la route Kisangani-Ubundu aux points kilométriques 21 à 38 et ayant comme coordonnées géographiques 0°17' latitude N et 25° 17' longitude est avec une altitude qui oscille autour de 400 m (Boyemba, 2006 ; Lomba, 2007 ; Katusi, 2009).

Elle est baignée par la rivière Yoko qui la subdivise en deux parties, la partie nord avec une superficie de 3370 ha et celle du sud avec 3605 ha, soit une superficie totale de 6975 ha (Lomba, 2007) (Figure 2.1)

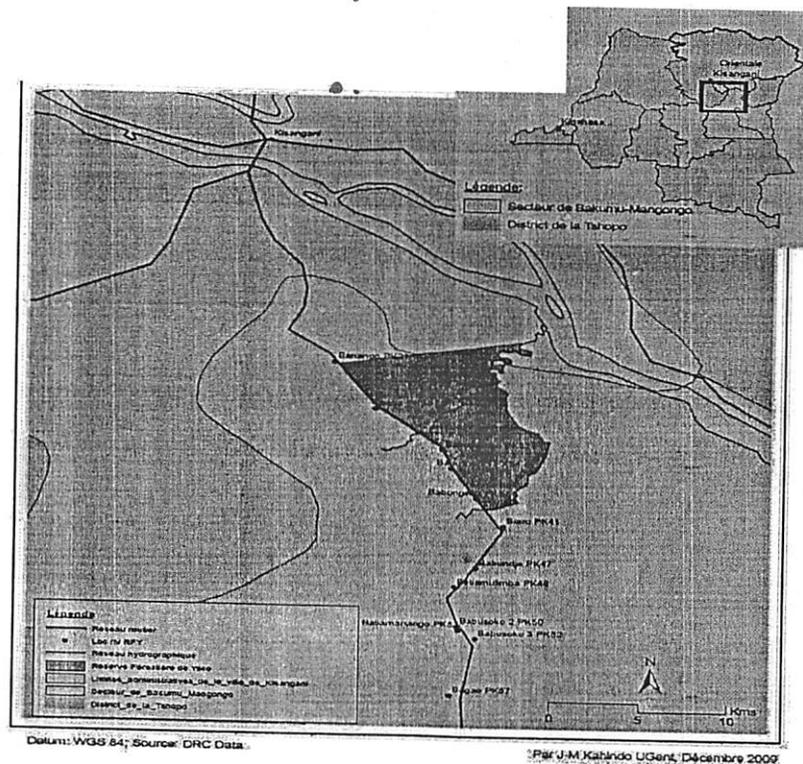


Figure 2.1. Carte de localisation de la réserve forestière de Yoko, (Kahindo, 2011).

## II.1.2. Facteurs Abiotiques

### II.1.2.1. Climatique

Compte tenu des irrégularités dans le prélèvement des données climatiques de la réserve et suivant sa situation à la périphérie de Kisangani, la réserve de Yoko bénéficie d'un climat du type Af selon la classification de Köppen. C'est-à-dire, un climat où il pleut toute l'année. Les moyennes annuelles des pluies sont de l'ordre de 1700 mm et la température journalière oscille autour de 25°C (Boyemba, 2006). Cependant la réserve forestière de Yoko présente quelques petites variations microclimatiques dues à une couverture végétale plus importante et au réseau hydrographique très dense

Ce climat est aussi caractérisé par une moyenne des températures du mois le plus froid supérieure à 18°C, d'une amplitude thermique annuelle faible (inférieure à 5°C). La moyenne de précipitation du mois le plus sec oscillant autour de 60 mm (deux périodes sèches : la première période va du mois de janvier au mois de mars et la deuxième période va du mois juin au mois de septembre) (Nshimba, 2008) (Figure 2.2)

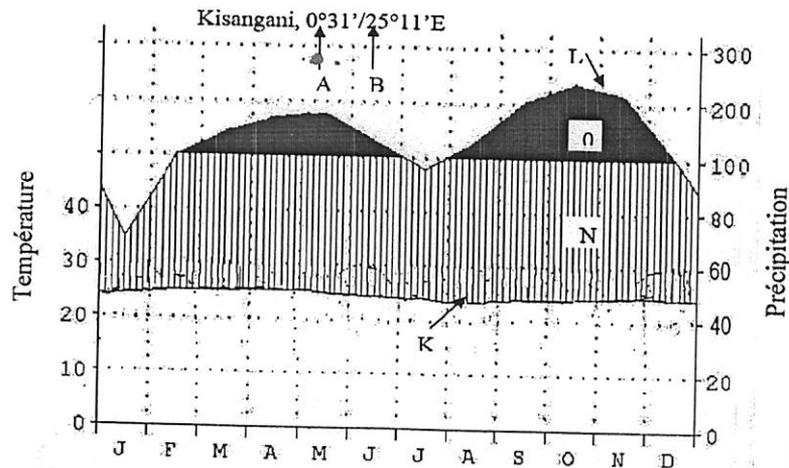


Figure 2.2. Diagramme Ombrothermique de Kisangani (Source : Nshimba, 2008)

Légende : (A) Latitude Nord ; (B) Longitude Est ; (D) Précipitation ; (K) Courbe de températures moyennes annuelles. (Une division de l'axe =10°C) ; (L) Courbe de précipitations moyennes mensuelles (une division de l'axe =20mm et 10°C=20mm) ; (N) Les lignes verticales correspondant à une saison relativement humide ; (O) Précipitations moyennes mensuelles > à 100mm ( A ce niveau, l'échelle de l'axe doit être réduite au 1/10) .

### **II.1.2.2. Sol**

La réserve forestière de Yoko présente les mêmes caractéristiques reconnues aux sols de la cuvette centrale congolaise, c'est-à-dire un sol rouge-ocre et ferrallitique à pH acide inférieur à 6 (Sys, 1960 ; Kombole, 2004).

Ces sols sont généralement sablo-argileux et acides, ils renferment de combinaisons à base de sable, pauvre en humus et en éléments assimilables pour la plante, 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)

### **II.1.3. Facteurs biotiques**

#### ***II.1.3.1. Végétation***

La végétation du dispositif permanent de 400 ha est essentiellement constituée de deux ensembles : un ensemble regroupant les forêts à Fabaceae/Caesalpinioideae, comprenant des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* qui forme un peuplement plus ou moins pur et un autre ensemble des forêts à *Scorodophloeus zenkeri* également constitué d'essences héliophiles ou semi héliophiles. On y rencontre en général les essences telles que *Entandrophragma spp*, *Guarea spp*, *Pericopsis elata*, *Strombosia grandifolia*, etc. (Batsielili, 2008).

#### ***II.1.3.2. Activités anthropiques***

La Réserve Forestière de Yoko a connu une forte dégradation de sa biodiversité suite à une pression anthropique. La guerre qui a sévit dans le pays depuis 1996, a empêché les activités de conservation, amplifiant le braconnage et l'exploitation illégale de bois d'œuvre ainsi que l'agriculture itinérante sur brûlis.

## **II.2. Matériel et méthodes**

### **II.2.1. Aperçu sur l'espèce**

L'espèce *Carapa procera* appartient à la famille des Meliaceae, ordre des Sapindales, Classe des Rosopsida, sous-embranchement des Rosophytina et Embranchement des Magnoliophyta.

Elle est comme les noms vernaculaires en RDC par exemple Bula nina ou nkasa nkumbi (Kikongo) et Bolongota (Turumbu)

#### **a) Description botanique (Tailfer, 1989)**

Arbre atteignant 30 m de haut à feuilles composées paripennées, très longuement pétiolées, folioles de 5-9 paires opposées, pétiolées, coriaces, elliptiques, oblongues, arrondis au sommet, glabres, penninerves.

Fleurs : petites, blanc rosé, pédicellées, corolle à 5 pétales, atteignant 3,5 mm de long ; Androcée à étamines 10 soudées en tube staminal. Inflorescences en panicules.

Fruits : capsulaire globuleux de 10-15 cm de long, profondément à 5 côtes, s'ouvrant par 5 valves coriaces.

#### **b) Ecologie et habitat**

L'espèce *Carapa procera* pousse dans les forêts primaires et ombrophiles d'une manière générale et il exige un climat tropical.

#### **c) Distribution géographique**

Au niveau du continent Africain, l'espèce est présente de la Guinée à l'Ouganda en passant par la forêt congolaise jusqu'en Angola.

#### **d) Croissance et multiplication**

La multiplication peut se faire soit par semis des graines dans les pots, après les avoirs laissé tremper dans l'eau pendant une nuit ou soit par repiquage des jeunes plantes.

#### **e) Usage**

Le bois est utilisé à la carbonisation et de chauffe; l'arbre est planté souvent à des fins ornementales.

### **II.2.2. Plan du dispositif**

La réserve forestière de Yoko comprend à son sein un dispositif permanent de 400 ha divisé en deux sous blocs formant un « L ». Le premier sous-bloc, dénommé « bloc nord », constitue

la barre verticale de « L », qui est un rectangle orienté au nord-sud avec une superficie de l'ordre de 2000 m x 1000 m et le deuxième sous-bloc, dit « bloc sud », constitue la partie horizontale de « L » qui a une superficie de l'ordre de 1000 m x 2000 m.

Deux parcelles permanentes de 9 ha chacune ont été installées dans ce dispositif de 400 ha, l'une dans le bloc nord et l'autre dans le bloc sud. La récolte de nos données a été faite à celle installée dans le sous bloc nord (Figure 2.3).

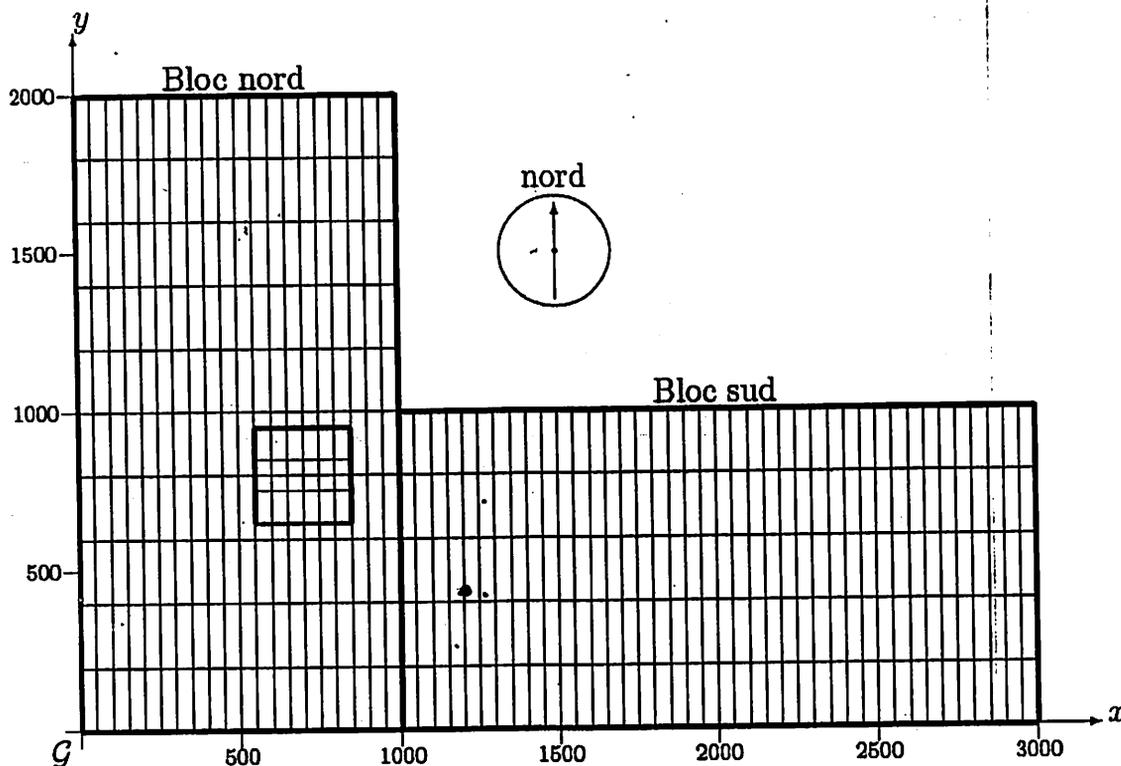


Figure 2.3. Dispositif de 400 ha où la parcelle permanente de 9ha du bloc nord est en rouge (Picard, 2008)

La parcelle permanente comprend 9 carrés d'un hectare subdivisés chacun en 100 placettes de 10 m x 10 m. (Lomba, 2011 ; Nyembo, 2012). Dans chaque carré, l'inventaire se faisait en directions d'est-ouest suivant l'axe x et nord-sud suivant l'axe d'y. (Figure 2.4)

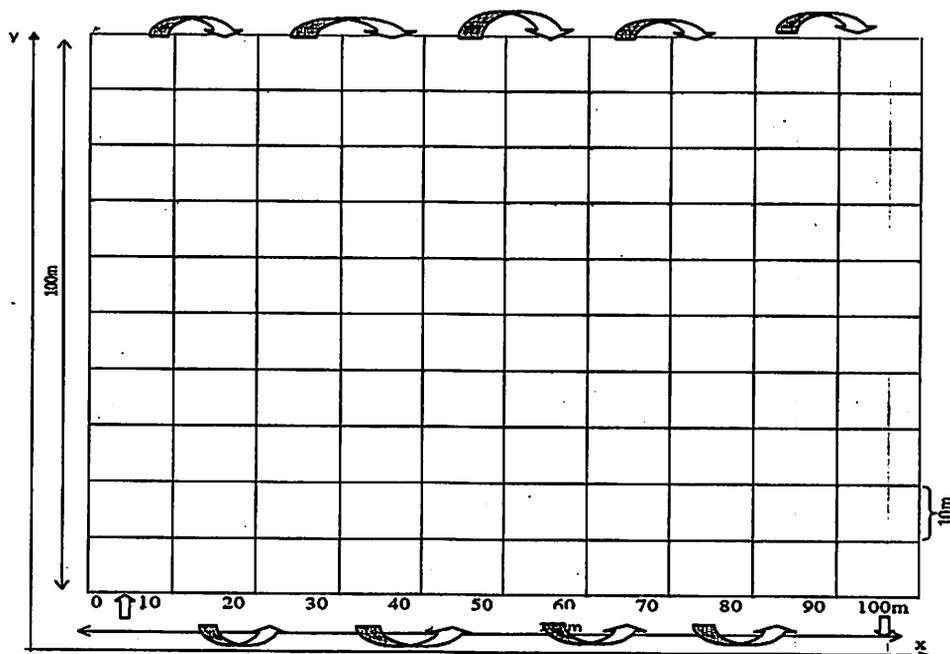


Figure 2.4. Parcelle de 1 ha subdivisé en 100 placettes de 10 m x 10 m

### II.2.3. Protocole de prise des données

Dans chaque carré, la circonférence de différents individus ont été mesurée en 2008 à 1,30 m au dessus du sol et matérialisée par deux traits en peinture rouge durant la première campagne et à la seconde campagne faite en 2014, consistait à remesurer la circonférence au même endroit et à la même hauteur. Les tiges non retrouvées ont été considérées comme mortes.

### II.2.4. Analyse et traitement des données

#### II.2.4.1. Surface terrière

La surface terrière est la section de l'arbre mesurée à la hauteur de la poitrine, c'est-à-dire à 1,30 m au dessus du sol. Elle a comme unité mètre carré par ha ( $m^2/ha$ ) et calculée par la formule suivante :

$$ST = \pi \times (DHP^2)/4 \text{ (Gounot, 1989)}$$

#### **II.2.4.2. Accroissement annuel moyen**

Les circonférences mesurées en 2008 et 2014 sont utilisées pour le calcul des accroissements. Ainsi, l'Accroissement diamétrique entre deux inventaires est la différence entre le diamètre de l'année  $t_2$  et le diamètre l'année  $t_1$  d'un arbre donné (Favrichon *et al.*, 1998).

$$\Delta d \text{ (annuel)} = \frac{(d_{t_2} - d_{t_1})}{t_2 - t_1}$$

où  $d$  = diamètre à la hauteur de poitrine et  $t$  = année

Avec  $t_1$  et  $t_2$  respectivement l'année initiale et l'année finale de prise des mesures.

L'accroissement de la surface terrière est la différence entre la surface terrière de l'année  $t_2$  et la surface terrière de l'année  $t_1$  pour un peuplement (valeur ramenée à l'hectare). Dans les deux cas, ces accroissements sont représentés par la moyenne et l'écart type des accroissements calculés par classe de diamètre.

#### **II.2.4.3. Taux de recrutement (TR)**

Le recrutement est le passage d'un individu non recensé lors de la campagne d'inventaire précédente vers le diamètre de pré-comptable qui est de 10 cm.

Le taux de recrutement est le rapport entre le nombre d'arbres recrutés entre l'année  $t_1$  et  $t_2$  et le nombre total d'arbres vivants au temps  $t_1$  dont le diamètre est supérieur à celui de recrutement (Bedel & *al.*, 1998, SPIAF, 2007). Il est calculé par la formule suivante :

$$TR (\%) = 100 \times \left( \frac{N_{t_1,t_2}}{N_{t_1}} \right) / \Delta t$$

Où  $N_{t_1, t_2}$  ; effectifs des recrutés entre les années  $t_1$  et  $t_2$  ;  $N_{t_1}$  : effectifs à l'année  $t_1$   $\Delta t = t_2 - t_1$

#### **II.2.4.4. Taux de mortalité (TM)**

Le taux de mortalité est le rapport de la densité des arbres constatés morts l'année  $t$  sur la densité des arbres adultes dont le diamètre de l'année  $t$  est supérieur au diamètre de recrutement.

Il se calcule par la formule ci-après (Bedel & *al.*, 1998 ; Durrieu de Madron & *al.*, 1998; SPIAF, 2007) :

$$TM (\%) = 100 \times \left[ 1 - \left( \frac{N_t}{N_0} \right)^{1/t} \right]$$

Avec t : durée de la période de calcul,  $N_0$  : effectif de départ,  $N_t$  : effectif des survivants de la population de départ après t années. Les arbres recrutés ne sont pas pris en compte.

#### **II.2.4.5. Biomasse aérienne**

Elle correspond à la masse de matière végétale ligneuse sèche par unité de surface. L'estimation de la biomasse aérienne des arbres s'est faite à partir des équations allométriques en intégrant les paramètres dendrométriques issues de l'inventaire forestier comme indiqué :  $d \cdot \exp(-1,499 + 2,148 \cdot \text{LN}(\text{dhp}) + 0,207 \cdot (\text{LN}(\text{dhp}))^2 - 0,0281 \cdot (\text{LN}(\text{dhp}))^3)$ . Avec le domaine de validité :  $5 \text{ cm} < \text{dhp} < 156$  (Chave et al., 2005).

Où d : densité de l'arbre et DHP: diamètre à la hauteur de la poitrine et la densité du bois de *Capara procera* est de  $0,56 \text{ g/cm}^3$ .

#### **II.2.4.6. Le calcul du stock de carbone**

Le calcul du stock de carbone forestier se fait en multipliant la matière sèche de la biomasse aérienne par un facteur de conversion (CF) qui est égal à 0,5 (Timothy et Brown, 2005). Elle est calculé par la formule  $C = \text{Biomasse} \times 0,5$  ou  $C = \text{Biomasse}/2$

### **II.3. Traitements statistiques**

Les données ont été saisies sur le tableur Excel et qui nous a permis de calculer la surface terrière, les moyennes et les écart-types de notre échantillon ainsi qu'à l'établissement des histogrammes et les différents tableaux.

Le logiciel R nous a permis d'établir certaines figures et de faire le test t-Student pour comparer la surface terrière, la biomasse produite et le carbone séquestré entre les deux années 2008 et 2014 ; le test d'ANOVA (F), pour comparer la biomasse produite et le carbone séquestré en fonction des classes de diamètre, le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis (KW) pour comparer les accroissements diamétriques en fonction des classes de diamètre et enfin, le test de Khi carré ( $\chi^2$ ), pour comparer la structure diamétrique entre les deux années (2008 et 2014).

## CHAPITRE III. PRESENTATION DES RESEULTATS

### III.1 Taux de recrutement

Le tableau 3.1 montre que, 8 individus ont été recrutés 6 ans après, soit un taux de recrutement de l'ordre de 2,26%.

Tableau 3.1. Taux de recrutement des individus de *Carapa procera*

Effectif initial	Recruté (6 ans)	Taux de recrutement (%)
59	8	2,26

### III.2. Taux de mortalité

Il ressort du tableau 3.2 que, 4 individus sont morts par rapport à ceux inventoriés en 2008, soit un taux de mortalité de 1,19% en 2014.

Tableau 3.2. Taux de mortalité naturelle des individus de *Carapa procera*.

Effectif initial	Morts (6 ans)	Taux de mortalité (%)
59	4	1,19

Le taux de mortalité en fonction des classes de diamètre est élevé dans la classe de [20-30[ cm [soit 3,72% suivie de la classe de [10-20[ cm [ avec 0,99% tandis que la classe de [30-40[ cm [ a un taux de mortalité nul (Figure 3.1) -

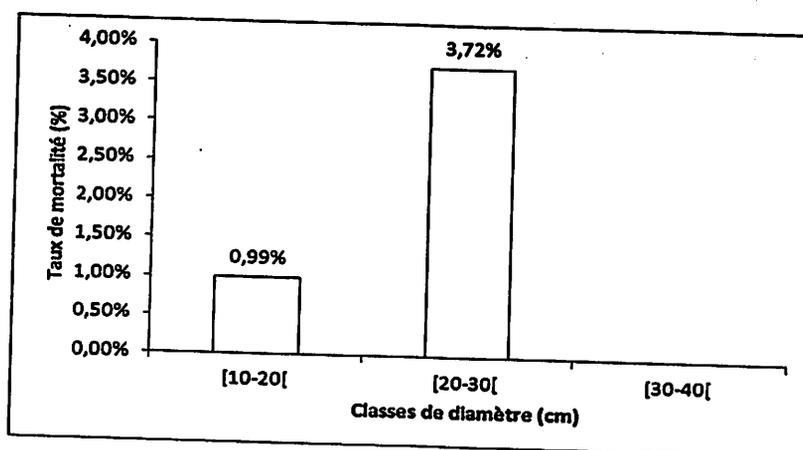


Figure 3.1. Taux de mortalité en fonction des classes de diamètre

### III.3. accroissement diamétrique annuel

La lecture du tableau 3.3 montre que, les accroissements annuels moyens des individus de *Carapa procera* sont de  $0,37 \pm 0,09$  cm/an avec un accroissement maximum de 0,64 cm/an et un minimum de 0,04 cm/an.

Tableau 3.3 Accroissement annuel moyen des individus de *Carapa procera*.

Espèce	Accroissement diamétrique moyen (cm/an)	Maximum	Minimum
<i>C. procera</i>	$0,37 \pm 0,09$	0,64	0,04

En se référant de différentes classes de diamètre, la figure 3.2 montre que, la classe de [30-40 cm [ présente un accroissement annuel moyen le plus élevé de l'ordre de 0,41 cm/an suivie de celle de [10-20 cm [ avec 0,37 cm/an tandis que celle de [20-30[cm présente un accroissement annuel faible de l'ordre de 0,34 cm/an. En utilisant le test de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ( $\chi^2 = 12$  ; dl= 2 et  $p = 0,4 > 0,05$ ).

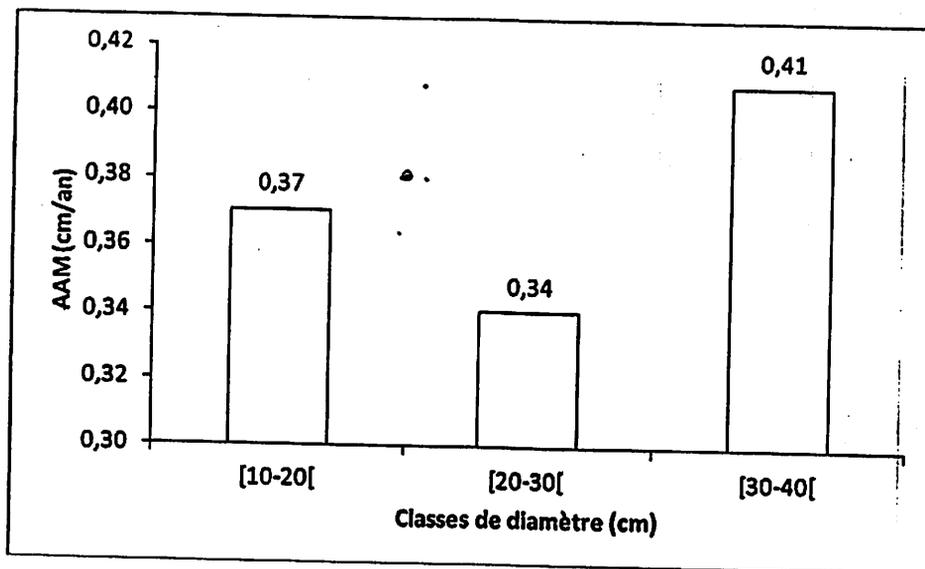


Figure 3.2. Accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre

### III.4. Structure diamétrique

Il ressort de la figure 3.4 montre que, les deux structures diamétriques sont en forme de « J inversé » c'est-à-dire que, le nombre d'individus diminue avec l'augmentation des classes de diamètre. En comparant les deux structures diamétriques, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ( $\chi^2 = 2,2$  et  $p = 0,14 > 0,05$ ).

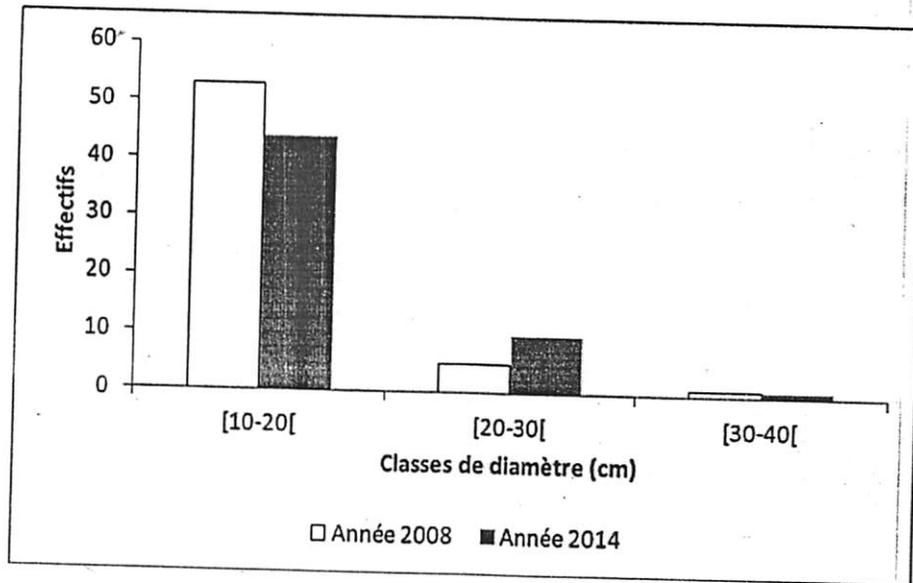


Figure 3.3. Structures diamétriques entre les années 2008 et 2014

### III .5. Surface terrière

La surface terrière en 2008 était de  $0,1154 \text{ m}^2/\text{ha}$  ( $0,0020 \pm 0,0014 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) tandis qu'en 2014, elle est de  $0,1357 \text{ m}^2/\text{ha}$  ( $0,0025 \pm 0,0016 \text{ m}^2/\text{ha}$ ), soit un accroissement annuel de  $0,0034 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$ .

Il ressort de la figure 3.4 qu'en 2008, 50% des individus de différentes classes de diamètre ont des surfaces terrières comprises entre  $0,02$  à  $0,055 \text{ m}^2/\text{ha}$  tandis qu'en 2014, elles sont comprises entre  $0,03$  à  $0,068 \text{ m}^2/\text{ha}$ . En utilisant le test de t-Student pour comparer les deux valeurs de la surface terrière, on constate qu'il n'y a une différence significative ( $t = 12,4$  ;  $dl = 1$  et  $p\text{-value} = 0,051 > 0,05$ ).

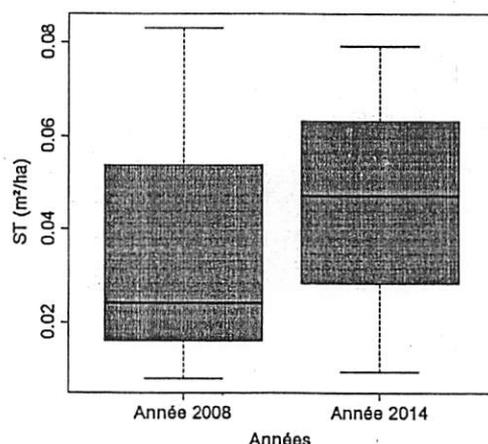


Figure 3.4. Dispersion des valeurs de la surface terrière des individus de *Carapa procera* entre les années 2008 et 2014. La boîte représente l'intervalle dans lequel sont regroupés 50% des surfaces terrières, la barre épaisse à l'intérieur de la boîte indique la surface terrière moyenne, la barre basse indique la surface terrière minimale et la barre haute indique la surface terrière maximale.

### III.6. Biomasse produite et carbone séquestré

Le tableau 3.6 montre que, la biomasse totale produite est passée de 0,7809 t/ha ( $0,0132 \pm 0,0104$  t/ha) en 2008 à 0,9702 t/ha ( $0,0176 \pm 0,0165$  t/ha) en 2014, soit un gain annuel de 0,0316 t/ha et la quantité de carbone séquestré est passée de 0,3904 t/ha ( $0,0066 \pm 0,0069$  t/ha) en 2008 à 0,4851 t/ha ( $0,0088 \pm 0,0083$  t/ha) en 2014, soit un gain annuel de l'ordre de 0,0158 t/ha. En utilisant le test-student pour comparer la biomasse et la quantité du carbone séquestré entre les années 2008 et 2014, on constate qu'il n'y a une différence significative ( $t = 9,25$  ;  $dl = 1$  et  $p\text{-value} = 0,067 > 0,05$ ).

Tableau 3.4. Biomasse produite (BM) et carbone séquestré (C) entre les années 2004 et 2014

Années	BM (t/ha)	$\Delta$ BM (t/ha)	C (t/ha)	$\Delta$ C (t/ha)
2008	0,7809	$0,0132 \pm 0,0104$	0,3904	$0,0066 \pm 0,0069$
2014	0,9702	$0,0176 \pm 0,0165$	0,4851	$0,0088 \pm 0,0083$
<b>Gain annuel (t/ha/an)</b>	<b>0,0316</b>		<b>0,0158</b>	

### III.7. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction des classes de diamètre

Les figure 3.5 et 3.6 montrent que, pour les deux années, la classe de [10-20 cm[ a produit et séquestre plus la biomasse et le carbone que les autres classes de diamètre. En utilisant le test d'ANOVA pour comparer la biomasse produite et le carbone séquestre en fonction des classes diamètre, on constate qu'il y a une différence significative ( $F=13,6$  ;  $dl=3$  et  $p = 0,0312^*$ ).

### III.7. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction des classes de diamètre

Les figure 3.5 et 3.6 montrent que, pour les deux années, la classe de [10-20 cm[ a produit et séquestre plus la biomasse et le carbone que les autres classes de diamètre. En utilisant le test d'ANOVA pour comparer la biomasse produite et le carbone séquestré en fonction des classes diamètre, on constate qu'il y a une différence significative ( $F=13,6$  ;  $dl=3$  et  $p = 0,0312^*$ ).

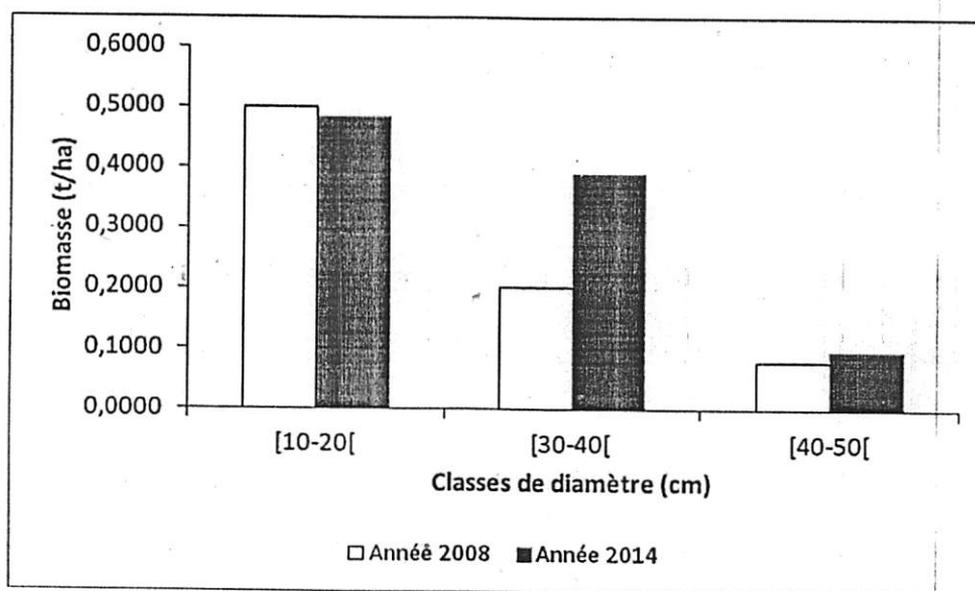


Figure 3.5. Biomasse produite en fonction des classes de diamètre

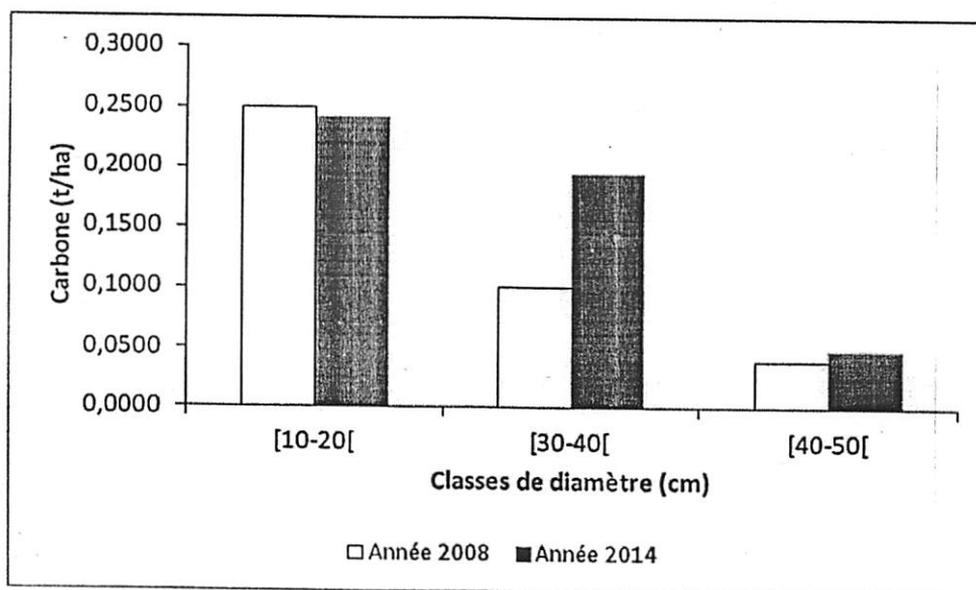


Figure 3.6. Carbone séquestré en fonction des classes de diamètre

### III.7. Corrélation entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre

Il ressort de la figure 3.7 qu'il y a une corrélation positive entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre de l'arbre. Cette courbe représente l'équation de régression linéaire, c'est-à-dire que, plus le bois est dur et gros, plus grande sera sa biomasse.

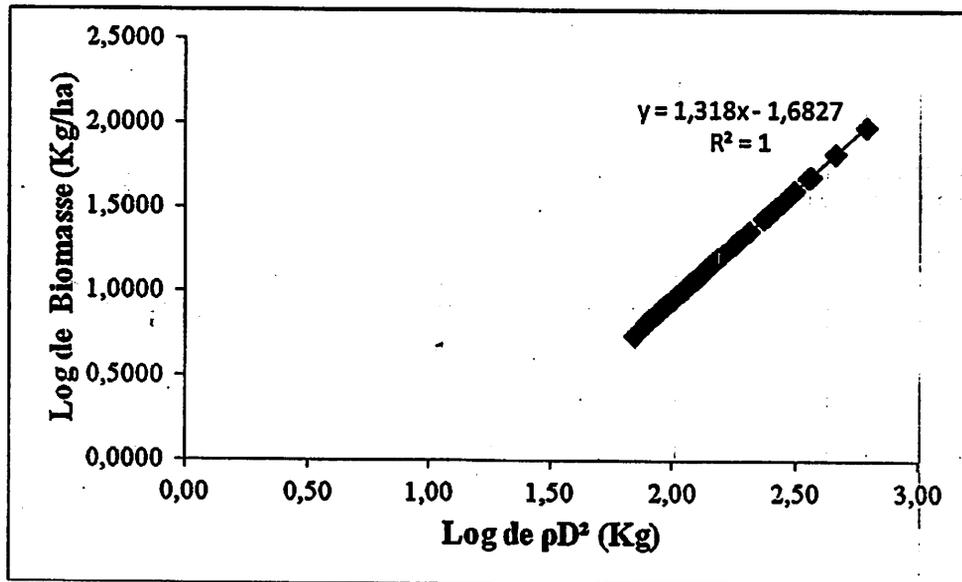


Figure 3.7. Corrélation entre la densité du bois, le diamètre de l'arbre et la biomasse

## CHAPITRE IV. DISCUSSION DES RESULTATS

### IV.1. Dénombrement démographique

Les accroissements diamétriques moyens des individus de *Carapa procera* six ans après la première mensuration effectuée en 2008 sont de  $0,37 \pm 0,09$  cm/an avec une valeur maximale de 0,64 cm et la minimale de 0,04 cm. Par contre, Algoët (2008) a obtenu 0,3 cm/an pour le *Millettia laurentii* et Isetcha (2013) ;  $0,32 \pm 0,29$  cm/an pour l'espèce de *Prioria oxyphylla*. En côte d'Ivoire, Durrieu de Madron et al. (1998), ont obtenu la valeur de 0,2 cm/an pour *Millettia laurentii* à Mopri et au Cameroun, Doucet (2003), a obtenu 0,23 cm/an pour la même espèce en forêt naturelle. De ces résultats, nous constatons que *Carapa procera* présente des accroissements annuels moyens presque similaires à ceux des espèces précitées.

Six ans après la première mensuration des individus de *Carapa procera* à  $dhp \geq 10$  cm dans la parcelle permanente du bloc nord indique un taux de mortalité de 1,19%. Ce taux est proche par rapport aux valeurs de 1-2% (Sonké, 1998 ; Lejoly, 2000 ; MECNT, 2009) et de 1,3% dans les différentes forêts tropicales, précisément en Côte d'Ivoire et en République Centrafricaine (Durrieu de Madron, 1994 ; Petrucci et al., 1994 Cité par Nyembo, 2012). Le taux de mortalité a tendance à augmenter au cours de la période de suivi ; le même constat a été fait par Madelaine (2009).

Par contre, le taux de recrutement de *Carapa procera* est de 2,26% et Nyembo (2012), a obtenu pour toutes les espèces confondues dans le 5<sup>ème</sup> carré de la parcelle permanente, un taux de recrutement de 3,5%. Dans la région du Lac Maï-Ndombe, le taux de recrutement de l'espèce *Millettia laurentii* varie entre 3,91 à 8,62% dans le groupement à *Picralima nitiga* (Menga, 2011). En République Centrafricaine dans la forêt de Ngoto (Lejoly, 2000) et de Dja au Cameroun (Sonke, 1999), ont obtenu respectivement 1,2 et 1,04%. De toutes ces valeurs, nous remarquons que, le taux de recrutement de *Carapa procera* est faible que celui de *Millettia laurentii*, mais élevé par rapport à ceux observés par Sonke (op. cit.) et Lejoly (op.cit.)

#### IV.2. Influence de l'accroissement diamétrique sur la surface terrière et la biomasse

La surface terrière totale est passée de 0,1154 m<sup>2</sup>/ha en 2008 à 0,1357m<sup>2</sup>/ha en 2014, soit un accroissement de 0,0203 m<sup>2</sup>/ha après 6 ans. En comparant les valeurs de la surface terrière entre les années 2008 et 2014, on avait constaté qu'il n'y avait pas une différence significative (Cfr le point III.5 et figure 3.4). D'où le rejet de l'hypothèse selon laquelle « la surface terrière occupée par les individus de *Carapa procera* serait différente entre les années 2008 et 2014 ». Le résultat similaire a été obtenu par Kambale (2014) pour l'espèce *Pycnanthus angolensis*.

Quant à la quantité de la biomasse produite, elle était de 0,7809 t/ha (0,0132 ± 0,0104t/ha) en 2008 tandis qu'en 2014, elle est de l'ordre de 0,9702 t/ha (0,0176 ± 0,165 t/ha), soit un gain annuel de l'ordre de 0,0316t/ha et celle du carbone séquestré en 2008 était de 0,3904 t/ha (0,0066 ± 0,0069 t/ha) tandis qu'en 2014, elle est de 0,4851 t/ha (0,0088 ± 0,0083 t/ha), soit un gain annuel de l'ordre de 0,0158 t/ha. Ceci prouve qu'à l'intervalle de six ans (entre 2008 à 2014), on a une augmentation sensible de la biomasse ainsi que du stock de carbone séquestré. Les résultats similaires ont été observés pour toutes les espèces confondues dans un de neuf hectare de la parcelle permanente du bloc nord de Yoko où la quantité de la biomasse des arbres à dhp ≥ 10 cm est passé de 379 t/ha en 2008 à 414 t/ha en 2012 et celle du carbone est passé de 1989 en 2008 à 207 t/ha en 2012 (Nyembo, 2012), Agbema (2013) pour *Petersianthus macrocarpus*, Bondo (20014) pour *Guarea thompsonii* et Kambale (2014) pour *Anonidium mannii* au sein même de la dite parcelle permanente.

Mais en comparant statistiquement les deux valeurs de la biomasse produite et du carbone séquestré entre les années 2008 et 2014 pour l'espèce *Carapa procera*, on avait constaté qu'il n'y avait pas une différence significative (Cfr point III.6 et le tableau 3.5). D'où le rejet de l'hypothèse selon laquelle « la biomasse produite et le carbone séquestré par les individus de *Carapa procera* seraient différents entre les années 2008 et 2014 »

## CONCLUSION ET SUGGESTION

La présente étude s'est effectuée en forêt semi-caducifoliée de la réserve forestière de Yoko dans la parcelle permanente du bloc nord et a permis de mesurer les paramètres de la dynamique des individus de *Carapa procera* à dhp  $\geq 10$  cm en évaluant la surface terrière et la production de la biomasse ainsi que le stock de carbone séquestré par ces derniers.

Les objectifs spécifiques poursuivis dans cette étude, notamment primo, d'évaluer la surface terrière occupée par les individus de *Carapa procera* entre les années 2008 et 2014 et secundo, d'évaluer la biomasse produite ainsi que le carbone séquestré par les mêmes individus entre les années 2008 et 2014 ont été atteints.

Après analyse, les résultats suivants ont été obtenus :

- le taux de mortalité naturelle est de 1,19 % et celui de recrutement est de 2,26% ;
- les accroissements diamétriques moyens sont de  $0,37 \pm 0,09$  cm avec un maximum de 0,64 cm/an et un minimum de 0,04 cm ;
- les structures diamétriques sont en « J inversé », caractéristique d'un bon renouvellement d'effectifs;
- La surface terrière est passée de 0,1154 m<sup>2</sup>/ha en 2008 à 0,1357 m<sup>2</sup>/ha en 2014, soit un accroissement annuel de 0,0203 m<sup>2</sup>/ha/an ;
- la quantité de la biomasse est passée de 0,07809 t/ha en 2008 à 0,9702 t/ha en 2014, soit un gain annuel de 0,0316 t/ha et celle du carbone séquestré est passée de 0,3904 t/ha en 2008 à 0,4851 t/ha en 2014, soit un gain annuel de 0,0158t/ha

Ainsi, eu égard à ces résultats, nous suggérons que des études similaires soient entreprises dans d'autres forêts par exemple, la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* afin d'avoir une idée sur la dynamique des différentes espèces peuplant nos écosystèmes forestiers.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Agbema, K., 2012. Structure, accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone des essences de la forêt semi-caducifoliée de la réserve forestière de Yoko. Cas de *Petersianthus macrocarpus* (P. Beauv.) Liben dans la parcelle permanente du bloc Nord (Ubundu, Province Orientale, RD Congo). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 36p.
- Algoët, B., 2008. Phénologie et régénération du Wenge (*Millettia laurentii*) en RDC. DEA, AgroParisTech, 95 p + Annexes
- Badjoko, D. H., 2009. Etudes de la structure des émergents et dominants dans le bloc sud du dispositif de la réserve forestière de la Yoko. DEA inédit, FS/UNIKIS, 68 p.
- Batsilili, A., 2008. Phénologie et régénération des espèces ligneuses arborées en Afrique tropicale humide. Cas d'Afromosia (*Pericopsis elata*) et du Tolo (*Prioria balsamifera*) en RDC. Mémoire de stage de Fin de Cycle. Montpellier, France, 64 p.
- Bedel F., Durrieu de Madron L., Dupuy B., Favrichon V., Maitre H.F., BarHen A., Narboni Ph., 1998. Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine. Le dispositif de M'Baiki en République Centrafricaine (1982-1995). CIRAD Forêt, Montpellier. Série FORAFRI, document 1, 71 p.
- Boyemba. B .F, 2006. Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RDC). DEA inédit ULB, 101p
- Chave, J., Andalo, C., , Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure J-P, Nelson, BW., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., and Yamakura T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* (200) 145: pp 87-99
- Doucet, J.L., 2003. L'alliance de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, 127 p.

- Durrieu de Madron, L., 1994. Mortalité, Chablis et rôle des trouées dans la sylvigénèse avant et après exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou. Thèse de doctorat, ENGREF/CIRAD, 203 p
- Durrieu de Madron, L., Forni, E., Karsenty, A., Loffeier, E. et Pierre, J. M., 1998. Le projet d'aménagement pilote intégré de Dimako, Cameroun de 1992-1996. CIRAD-Forêt, Montpellier, France, Forafri 7, 160 p.
- Favrichon, N., Sylvie, G-F, S et Dessant, H., 1998. Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse des données. CIRAD, France, Montpellier, 158 p.
- Gounot, M., 1989 : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, pp 25.
- Isectha, P., 2013. Structure, accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone de l'essence *Prioria oxyphylla* (Harms) Brettelier dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de la Yoko (Ubundu, Province- Orientale, R.D. Congo). Mémoire inédit. FS/UNIKIS, 35 p.
- Kahindo, M., 2011. Potentiel des produits forestiers autres que le bois d'œuvre dans les formations forestières de la région de Kisangani. Cas de rotins *Eremospatha haullevilleana* De Wild. et *Laccosperma secundiflorum* (P. Beauv.) Kuntze de la réserve forestière de Yoko (Province Orientale, RD Congo). Thèse de doctorat, FS/UNIKIS, 269 p.
- Kambale, M., 2013. Etude de la dynamique de *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Exell dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province Orientale, RDC). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 28 p.
- Kambale, M., S., 2013. Etude de la dynamique d'*Anonidium maninii* (Olivier) Engler et Diels dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu Province Orientale, RDC). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 24 p.
- Katusi, L., 2009. Analyse de la régénération et de la structure spatiale des Meliaceae de la réserve forestière de Yoko. Cas de *Guarea Cedrala* (A. Chev.) Pellegr. et *Guarea thompsonii* Spague et Hutch. (Ubundu, Province orientale, RD Congo). DEA inédit FS/UNIKIS, 102 p.
- Kombele, L., 2004. Diagnostic de la fertilité des sols dans la cuvette orientale congolaise. Thèse de doctorat, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, pp 12-25.

- Lejoly, J., 2000.- Les recherches sur la biodiversité végétale dans les 6 sites du programme Ecofac entre 1997 et 2000 ; Rapport final de synthèse.
- Lomba, B. L. et 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.C.). Annales (11) FS/UNIKIS, pp 35- 46.
- Lomba, B.L., 2007. Contribution à l'étude de la phytodiversité de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RDC) DES, FS/ UNIKIS, 60 p.
- Lomba, B.L., 2011. Système d'agrégation et structures diamétriques en fonction des tempéraments de quelques essences dans les dispositifs permanents de Yoko et Biaro (Ubundu, Province Orientale, RD Congo). Thèse de doctorat, FS/UNIKIS, 261 p.
- Louppe, D, Oteng-Amoako, A.A, Brink, M., Lemmens, R.H.M.J., Oyen, L.P.A., Cobbinah, J.R, Chauvet, M. et Siemonsma, J.S., 2008. Bois d'oeuvre 1. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 7 (1). Prota, 785 p.
- Madelaine A.C., 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. Doctorat d'Écologie Quantitative, Université de Montpellier 2, 202 p
- MECNT, 2009. Direction Inventaire et Aménagement Forestiers (DIAF). Guide opérationnel : listes des essences forestière de la République Démocratique du Congo, 52 p
- Menga, M, P. 2011. Ecologie des peuplements naturels de *Millettia laurentii* De Wild. (Wenge) dans la région du lac Maï-Ndombe, en RD Congo. Thèse de doctorat, FS/UNIKIN, 190 p + annexes
- Nshimba, S-M., 2008. Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'Ile Mbiye à Kisangani, RD Congo. Thèse de doctorat, ULB, Labo. Bot. Syst., 389 p.
- Nyembo, K., 2012. Contribution à l'étude de la dynamique forestière : accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone dans la forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko (Ubundu, RD Congo). DEA inédit FS/ UNIKIS, 46 p.

- Nyakabwa. M, 1982. Phytocénose de l'écosystème urbain, de Kisangani. Thèse de doctorat Vol I et II, FS/UNIKIS, 999 p.
- Picard, N., 2008. Analyse des données de pré-inventaire de Yoko. UPR « Dynamique de forêts naturelles », Libreville-Gabon, 436 p.
- Picard, N. et Gourlet-Fleury, S., 2008. Manuel de référence pour l'installation des dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo. CIRAD, Département Environnements et Sociétés, UPR Dynamique des forêts naturelles, Montpellier, France, 265 p
- Sonke, B., 1998. Etudes floristiques et structurales des forêts de la Réserve du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 345 p.
- SPIAF, 2007. Guide opérationnel. Modèle de calcul de la possibilité forestière. MECNT, Eaux et Forêt, RDC, 17 p.
- Tailfer, Y., 1989. La forêt dense de l'Afrique centrale-Identification pratique des principaux arbres. Agence de Coopération Culturelle et Technique et CTA, Wageningen, Tomes 1, 456 p.
- Timothy, P et Brown S., 2005. Guide de mesure et de suivi du carbone dans les Forêts et Prairies Herbeuses. Winrock International. Ecosystem Services Unit 1621 N. Kent St, Suite 1200 Arlington, VA 22209, 39 p
- Wilson. G. F, Kang. B.T et Mulongoy. K, 1986. Ailey cropping tress as sources of green manure and mulch in the, tropis, biology, agriculture et horticulture 3. 251-267.

## ANNEXE

Effectifs des individus de *Carapa procera* inventoriés dans la parcelle permanente de Yoko.  
 Cr08 : circonférence (cm) mesurée en 2008 ; Cr14 : circonférence (cm) mesurée en 2014 ; D08 :  
 diamètre 2008 ; D14 : diamètre 2014 ; ST08 : surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) obtenue en 2008 ; ST14 : surface  
 terrière obtenue à (m<sup>2</sup>/ha) 2014 ; BM08 : biomasse (t/ha) produite en 2008 ; BM14 : biomasse (t/ha)  
 produite en 2014 ; C08 : carbone séquestré (t/ha) en 2008 ; C14 : carbone séquestré (t/ha) en 2014 ;  
 AAM : accroissement annuel moyen (cm/an)

Carré	Cr08	D08	ST08	BM08	C08	Cr14	D14	ST14	BM14	C14	AAM
1	32,4	10,3	0,0009	0,0045	0,0023	35	11,1	0,0011	0,0055	0,0028	0,14
1	33	10,5	0,0010	0,0047	0,0024	37	11,8	0,0012	0,0064	0,0032	0,21
1	37,9	12,1	0,0013	0,0068	0,0034	43	13,7	0,0016	0,0096	0,0048	0,27
1	41	13,1	0,0015	0,0084	0,0042	47	15,0	0,0020	0,0121	0,0061	0,32
1	74,7	23,8	0,0049	0,0411	0,0206	79	25,2	0,0055	0,0476	0,0238	0,23
2	32,3	10,3	0,0009	0,0045	0,0022	40	12,7	0,0014	0,0079	0,0040	0,41
2	33,3	10,6	0,0010	0,0049	0,0024	40	12,7	0,0014	0,0079	0,0040	0,36
2	39,2	12,5	0,0014	0,0075	0,0037	40	12,7	0,0014	0,0079	0,0040	0,04
2	35,9	11,4	0,0011	0,0059	0,0030	42	13,4	0,0016	0,0090	0,0045	0,32
2	37	11,8	0,0012	0,0064	0,0032	44	14,0	0,0017	0,0102	0,0051	0,37
2	38,4	12,2	0,0013	0,0071	0,0035	46	14,6	0,0019	0,0115	0,0057	0,40
2	38,5	12,3	0,0013	0,0071	0,0036	47	15,0	0,0020	0,0121	0,0061	0,45
2	42	13,4	0,0016	0,0090	0,0045	50	15,9	0,0022	0,0143	0,0071	0,42
2	74,1	23,6	0,0049	0,0402	0,0201	80	25,5	0,0057	0,0492	0,0246	0,31
2	83	26,4	0,0061	0,0541	0,0270	90	28,7	0,0072	0,0667	0,0334	0,37
2	96,3	30,7	0,0082	0,0795	0,0397	104	33,1	0,0096	0,0969	0,0484	0,41
3	39,5	12,6	0,0014	0,0076	0,0038	41					
3	54,8	17,5	0,0027	0,0182	0,0091	48					
3	69,4	22,1	0,0043	0,0339	0,0170	51					
3	35	11,1	0,0011	0,0055	0,0028	57	13,1	0,0015	0,0084	0,0042	0,32
3	40,8	13,0	0,0015	0,0083	0,0042	60	15,3	0,0020	0,0128	0,0064	0,38
3	44,9	14,3	0,0018	0,0107	0,0054	74	16,2	0,0023	0,0151	0,0075	0,32
3	48,7	15,5	0,0021	0,0133	0,0067	42	18,2	0,0029	0,0202	0,0101	0,44
3	52	16,6	0,0024	0,0158	0,0079	44	19,1	0,0032	0,0231	0,0116	0,42
3	68	21,7	0,0041	0,0321	0,0161	38	23,6	0,0048	0,0401	0,0201	0,32
5	35,3	11,2	0,0011	0,0057	0,0028	38	13,4	0,0016	0,0090	0,0045	0,36
5	36	11,5	0,0011	0,0060	0,0030	39	14,0	0,0017	0,0102	0,0051	0,42
6	61,3	19,5	0,0033	0,0245	0,0122	40					
6	31,5	10,0	0,0009	0,0042	0,0021	41	12,1	0,0013	0,0069	0,0034	0,35
6	31,9	10,2	0,0009	0,0043	0,0022	43	12,1	0,0013	0,0069	0,0034	0,32
6	31,9	10,2	0,0009	0,0043	0,0022	44	12,4	0,0013	0,0074	0,0037	0,38

Carré	Cr08	D08	ST08	BM08	C08	Cr14	D14	ST14	BM14	C14	AAM
6	33	10,5	0,0010	0,0047	0,0024	46	12,7	0,0014	0,0079	0,0040	0,37
6	34,8	11,1	0,0011	0,0055	0,0027	50	13,1	0,0015	0,0084	0,0042	0,33
6	36,9	11,8	0,0012	0,0064	0,0032	50	13,7	0,0016	0,0096	0,0048	0,32
6	36,3	11,6	0,0012	0,0061	0,0031	64	14,0	0,0017	0,0102	0,0051	0,41
6	38,6	12,3	0,0013	0,0072	0,0036	68	14,6	0,0019	0,0115	0,0057	0,39
6	42,5	13,5	0,0016	0,0093	0,0046	40,2	15,9	0,0022	0,0143	0,0071	0,40
6	42,6	13,6	0,0016	0,0093	0,0047	48	15,9	0,0022	0,0143	0,0071	0,39
6	57,9	18,4	0,0030	0,0211	0,0105	40	20,4	0,0036	0,0274	0,0137	0,32
6	62,5	19,9	0,0035	0,0257	0,0129	40	21,7	0,0041	0,0321	0,0161	0,29
7	32,5	10,4	0,0009	0,0046	0,0023	45	12,8	0,0014	0,0080	0,0040	0,41
7	39,8	12,7	0,0014	0,0078	0,0039	45	15,3	0,0020	0,0128	0,0064	0,44
8	32,1	10,2	0,0009	0,0044	0,0022	46	12,7	0,0014	0,0079	0,0040	0,42
8	32,3	10,3	0,0009	0,0045	0,0022	50	12,7	0,0014	0,0079	0,0040	0,41
8	37,4	11,9	0,0012	0,0066	0,0033	50	14,3	0,0018	0,0108	0,0054	0,40
8	38,2	12,2	0,0013	0,0070	0,0035	65	14,3	0,0018	0,0108	0,0054	0,36
8	38,1	12,1	0,0013	0,0069	0,0035	67	14,6	0,0019	0,0115	0,0057	0,42
8	38	12,1	0,0013	0,0069	0,0034	70	15,9	0,0022	0,0143	0,0071	0,64
8	41,6	13,2	0,0015	0,0088	0,0044	37	15,9	0,0022	0,0143	0,0071	0,45
8	56,7	18,1	0,0028	0,0199	0,0100	40	20,7	0,0037	0,0285	0,0143	0,44
8	61,4	19,6	0,0033	0,0246	0,0123	42	21,3	0,0040	0,0309	0,0155	0,30
8	62,2	19,8	0,0034	0,0254	0,0127	52	22,3	0,0043	0,0347	0,0173	0,41
9	31,5	10,0	0,0009	0,0042	0,0021	53	11,8	0,0012	0,0064	0,0032	0,29
9	33,6	10,7	0,0010	0,0050	0,0025	56	12,7	0,0014	0,0079	0,0040	0,34
9	33,9	10,8	0,0010	0,0051	0,0025	68	13,4	0,0016	0,0090	0,0045	0,43
9	45,5	14,5	0,0018	0,0111	0,0056		16,6	0,0024	0,0158	0,0079	0,35
9	44,9	14,3	0,0018	0,0107	0,0054		16,9	0,0025	0,0167	0,0083	0,43
9	47	15,0	0,0020	0,0121	0,0061		17,8	0,0028	0,0193	0,0096	0,48
9	60,3	19,2	0,0032	0,0234	0,0117		21,7	0,0041	0,0321	0,0161	0,41
<b>Total</b>			<b>0,1154</b>	<b>0,7809</b>	<b>0,3904</b>			<b>0,1357</b>	<b>0,9702</b>	<b>0,4851</b>	
Moyenne			0,0020	0,0132	0,0066			0,0025	0,0176	0,0088	0,37
Ecart-type			0,0014	0,0139	0,0069			0,0016	0,0165	0,0083	0,09