

BURKINA FASO  
*Unité-progrès-Justice*

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR

-----  
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

-----  
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

*Présenté en vue de l'obtention du*

DIPLOME DE MASTER EN GESTION ET AMENAGEMENT DES  
ECOSYSTEMES FORESTIERS

THEME

ETUDES DES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET  
DE LA VIABILITE DES SEMENCES DE *Parkia biglobosa* (Jacq.)  
R. Br. ex G. Don. – GERMOPLASME DE CONSERVATION A  
LONG TERME A 4°C

Présenté par Alphonse Maré David MILLOGO

Directeur de mémoire : Dr Jean-Baptiste Marie Hubert ILBOUDO

Maître de stage : Ing. Djingdia LOMPO

N°:....-2014/MaGAEF

Mai 2014

## **DEDICACE**

*Le temps est un bien précieux mot que j'aurai voulu dompter pour réaliser les plus grands désirs de mes entrailles. Notre père spirituel nous a enseigné que nous partirons de terre incognito. Aussi, je me plie à Sa volonté pour vous témoigner toute ma fierté d'être votre petit fils et votre fils. Ce mémoire est le vôtre :*

- ✦ Ma Grand-mère, MILLOGO Kié**
- ✦ Mon oncle, MILLOGO Maré**
- ✦ Mon cher papa, MILLOGO Sissouro Lambert**

*Tu ne manquais de nous répéter dans les situations difficiles qu'à l'impossible nul n'est tenu ; mais même au plus faible de tes forces tu as toujours continué à travailler. Ton calme, ton sens de la formation et ton sens de l'humour m'ont modelé depuis ma tendre enfance ; merci papa.*

***Puissent vos âmes reposer dans la paix du père ; amen !***

*Ce document est également dédié :*

***A la famille OUEDRAOGO à Bobo-Dioulasso, notre famille d'accueil.***

*Ma reconnaissance est minime face à vos efforts conjugués pour notre réussite depuis durant notre cursus universitaire.*

***A ma maman MILLOGO/OUEDRAOGO Clémentine***

*Ton amour sans faille et ta proximité ont fait de moi un homme bien meilleur. Je travaillerai toujours pour faire ta fierté.*

***A mes sœurs Natacha, Julia, Alida***

*Vous avez été toujours comme des secondes mères pour moi ; je vous souhaite tout le bonheur dans vos vies. Que Dieu vous assiste en tout temps.*

***A ma nièce Grâce***

*Sois la bienvenue dans la famille ; merci pour la joie que tu nous offres.*

***A mon amie SOME Lonnûor Flore Marie Carine***

*Tu as toujours été à mes côtés surtout dans les instants les plus critiques. Ton salut est en Dieu !*

## REMERCIEMENTS

*Le présent mémoire est la synergie des contributions multiformes de personnes dont il me plaît de marquer de mon encre ma reconnaissance pour les sacrifices consentis à mon endroit.*

*Je remercie **Dr Sibidou SINA**, Directeur Général du Centre National de Semences Forestières (CNSF), pour m'avoir accueilli au sein de sa structure ; vos encouragements, votre proximité et votre courtoisie ont fortement contribué à ma formation.*

*J'exprime ma reconnaissance à **Monsieur Djingdia LOMPO**, mon Maître de stage. Je ne peux taire votre bienveillance, votre disponibilité, votre sens de la formation qui m'ont permis de bénéficier d'un encadrement scientifique et professionnel dans la rigueur et surtout dans la bonne humeur en dépit de vos occupations. Vous êtes resté proche de moi malgré la distance qui sépare Vienne de Ouagadougou. Recevez mes vœux de succès pour votre thèse en cours.*

*Je suis reconnaissant à **Dr Jean Baptiste Marie Hubert ILBOUDO**, mon Directeur de mémoire pour son expérience scientifique qu'il a bien voulu nous mettre à ma disposition à travers ses conseils, remarques et corrections pour améliorer la qualité du présent mémoire.*

*Je suis reconnaissant à **Madame Edith DABOUE**, mon co-Maître de stage. Je ne vous remercierai jamais assez tant vous avez consenti des efforts pour la qualité du mémoire et également pour votre marque de soutien en dehors du stage. Dieu saura vous combler de ses grâces avec justesse.*

*J'exprime ma reconnaissance à **Monsieur Moussa OUEDRAOGO**, pour le temps qu'il a bien voulu me consacrer pour renforcer nos capacités aux questions d'analyse de données ; je ne pourrai occulter ses conseils, sa bonne humeur et encadrement méthodique.*

*Je remercie **Dr Oblé NEYA** pour ses critiques, orientations et conseils dont j'ai toujours bénéficié.*

*Je suis reconnaissant à **Dr Mipro HIEN** pour ses conseils et corrections qu'il a bien voulu toujours apporter au mémoire en dépit de ses occupations multiples*

*Je suis reconnaissant à **Monsieur Oumarou SAWADOGO**, enseignant de langue française pour sa disponibilité et les corrections apportées au mémoire.*

*Je suis reconnaissant à **Monsieur Hyppolyte OUATTARA**, stagiaire au CNSF dont l'aide a été précieuse dans la collecte de nos données.*

*Je suis reconnaissant à **Messieurs Mamadou SIDIBE, Sabati DIANE** au laboratoire du CNSF, pour les conseils et leur expérience qu'ils ont bien voulu partager avec nous ; ainsi qu'à **Mademoiselle Louise Zongo** stagiaire au laboratoire pour les encouragements et l'esprit de communion noué tout au long de notre stage.*

*J'exprime ma reconnaissance à l'ensemble des cadres du CNSF pour les conseils et marques d'encouragements.*

*Je remercie Mesdames **Julienne BOTONI, Assita OUEDRAOGO, Chantal SAWADOGO, Aramatou N'DA, Ramata MEDA** dont la courtoisie et la familiarité ont renforcé mon intégration au sein du personnel.*

*Je remercie l'ensemble des pépiniéristes au CNSF, pour les conseils et l'encadrement technique de nos travaux en pépinière.*

*J'exprime ma reconnaissance à l'ensemble du personnel du CNSF pour leur accueil chaleureux et leur sympathie tout au long de ce stage.*

*Je remercie mes cousins **Jean Noel et Main Joaquine MILLOGO**, mes amis **Evrard NACOULMA, Ismael TRAORE, Abibata OUATTARA**, et **Ida OUEDRAOGO** qui m'ont soutenu dans la saisie des données.*

*Je remercie **Monsieur Hyacinthe Zossin Rodrigue**, mon camarade stagiaire de promotion pour l'ambiance fraternelle et le partage d'idées entretenu tout au long du stage au CNSF.*

*Je suis reconnaissant à **Messieurs Aziz SANDWIDI, Boalidia TANKOANO, Bassirou SOUGUE, Aboubacar SOURABIE, Richard PASGO, Michaelou DORINTA**, mes aînés pour les conseils et les corrections qu'ils ont apportés au présent mémoire.*

*Je remercie mes camarades de la 37<sup>e</sup> promotion pour l'ambiance cordiale et fraternelle entretenue durant notre cursus universitaire ; une mention spéciale est faite à l'endroit de **Madame Charlène L. SIRIMA** pour ses conseils et ses encouragements.*

*Je remercie mes amis **Arnaud NACOULMA, Frédéric NABIE, Thierry MAMPUYA TADILEWA, Bernadin NAMOANO, Achille TANKOANO, Ezaïe TONDE, Abdoul Salam TAMBOURA** pour les conseils et le sens de l'amitié qui a toujours prévalu dans nos relations.*

*Je remercie le corps professoral de l'Institut du Développement Rural (IDR) pour la formation reçue ainsi que toutes les écoles qui ont contribué à mon instruction.*

*J'exprime ma gratitude à toutes les personnes physiques et morales qui ont permis la collection de germosplames de *Parkia biglobosa* et qui continuent de soutenir toute initiative allant dans le sens de l'évaluation et la valorisation de ce matériel génétique. Je suis particulièrement reconnaissant au projet Autrichien « *Threats to priority food trees species in Burkina Faso : drivers of resource losses and mitigation measures* » coordonné par *Bioversity International* qui a soutenu la présente étude.*

*J'exprime ma reconnaissance à tous ceux qui n'ont pas leurs noms sur ces lignes et qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, merci infiniment.*

*Je souhaite exprimer ma gratitude à l'éternel pour l'expérience qu'il me donne de vivre sur terre.*

**« Merci Seigneur »**

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE .....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES FIGURES .....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
RESUME .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCTION .....	1
I.GENERALITES SUR <i>Parkia biglobosa</i> .....	5
1.1. Présentation de l'espèce .....	5
1.1.1. Taxonomie .....	5
1.1.2. Synonymes et noms usuels de <i>Parkia biglobosa</i> .....	5
1.1.3. Caractéristiques et description botanique de <i>Parkia biglobosa</i> .....	6
1.1.3.1. Appareil végétatif.....	6
1.1.3.2. Appareil reproducteur .....	7
1.1.4. Aire de répartition et écologie .....	9
1.1.4.1. Aire de répartition .....	9
1.1.4.2. Ecologie .....	9
1.1.5. Importance socio-économique de <i>Parkia biglobosa</i> .....	10
1.1.5.1. Importance culturelle .....	10
1.1.5.2. Importance alimentaire .....	10
1.1.5.3. Importance en médecine et dans la pharmacopée traditionnelle .....	11
1.1.5.4. Importance commerciale.....	11
1.1.5.5. Importance agroforestière .....	11
1.1.5.6. Autres usages du <i>nééré</i> .....	12
II.MATERIELS ET METHODES.....	13
2.1. Matériel .....	13
2.1.1. Matériel végétal .....	13
2.1.2. Matériel technique .....	13
2.2. METHODE .....	15

2.2.1. Caractéristiques morphologiques des semences de <i>Parkia biglobosa</i> .....	15
2.2.2. Détermination de la viabilité des semences de <i>Parkia biglobosa</i> .....	16
2.3. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES.....	17
III.RESULTATS .....	18
3.1. Caractéristiques morphologiques des graines de <i>P. biglobosa</i> de provenances internationales .....	18
3.1.1. Analyse de variance.....	18
3.1.2. Test de comparaison des moyennes pour les provenances.....	19
3.1.3. Analyse de la régression des caractéristiques des graines de <i>P. biglobosa</i> .....	21
3.1.4. Analyse multi-variée.....	23
3.2. Caractéristiques de la viabilité des graines de <i>P. biglobosa</i> de provenances internationales après 20 ans de conservation .....	27
3.2.1. Analyse de variance.....	27
3.2.2. Test de comparaison des moyennes.....	27
3.2.3. Analyse de régression pour la viabilité des graines de <i>P. biglobosa</i> .....	28
3.2.4. Effet de la teneur en eau sur le taux de germination des graines de <i>P. biglobosa</i> ....	30
3.3. Analyse des corrélations entre toutes les variables confondues.....	31
IV. DISCUSSION.....	33
4.1. Variabilité morphologique des graines de <i>P. biglobosa</i> .....	33
4.1.1. Analyse de la variance.....	33
4.1.2. Analyse de la régression .....	33
4.1.3. Analyse multi-variée.....	34
4.2. Viabilité des graines de <i>P. biglobosa</i> après une vingtaine d'années de conservation ..	35
4.2.1. Analyse de la variance.....	35
4.2.2. Analyse de la régression .....	36
4.2.3. Analyse de l'effet de la teneur en eau sur la viabilité des graines.....	36
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	38
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	39
ANNEXES .....	A

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

- ACP :** Analyses en Composantes Principales.
- APFNL :** Agence de Promotion des Produits Forestiers non Ligneux.
- CAH :** Classification Ascendante hiérarchique.
- CNSF :** Centre National de Semences Forestières.
- EFM :** Espèces à Fonctions Multiples.
- EPGR :** Epaisseur de la graine.
- EUM :** Espèces à Usages Multiples.
- IDR :** Institut du Développement Rural.
- IFGR :** Index de la forme de la graine.
- ISTA :** International Seed Testing Association (Association Internationale de Test de Semences).
- LAGR :** Largeur de la graine.
- LOGR :** Longueur de la graine.
- MST :** Maladies Sexuellement Transmissibles.
- RCI :** République de la Côte d'Ivoire.

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Variation de la longueur de la graine de <i>P. biglobosa</i> en fonction de la longitude..	22
Figure 2: Variation de l'épaisseur de la graine de <i>P. biglobosa</i> en fonction de la longitude...	23
Figure 3: Représentation bidimensionnelle (axe 1 et 2) des variables des graines et des provenances internationales de <i>P. biglobosa</i> .	25
Figure 4: Dendrogramme de regroupement des 18 provenances internationales de <i>P. biglobosa</i> .	26
Figure 5: Variation du taux de germination des graines de provenances internationales de <i>P. biglobosa</i> en fonction de la latitude.	29
Figure 6: Variation du taux de germination et de la teneur en eau des graines de <i>P. biglobosa</i> .	30



## LISTE DES PHOTOS

Photo1 : Pied adulte de <i>Parkia biglobosa</i> .....	7
Photo 2 : Feuille de <i>P. biglobosa</i> .....	8
Photo 3 Inflorescence de <i>P. biglobosa</i> .....	8
Photo 4 : Fruits immatures de <i>P. biglobosa</i> .....	8
Photo 5 : Graines de <i>P. biglobosa</i> .....	8
Photo 6: Pied à coulisse électronique .....	15
Photo 7: Balance électrique .....	15

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Appellations du néré dans diverses langues du Burkina Faso.....	5
Tableau II : Composition chimique en pourcentage de la pulpe et de la graine de néré. ....	11
Tableau III : Données géographiques et climatiques des provenances de <i>P.biglobosa</i> sélectionnées par pays et nombre de semenciers échantillonnés. ....	14
Tableau IV : Descriptif des variables quantitatives à mesurer sur les graines de <i>P.biglobosa</i> . ....	15
Tableau V : Résultats de l'analyse de variance : effet de la provenance de <i>P.biglobosa</i> . ....	18
Tableau VI : Moyennes des caractéristiques des graines de <i>P.biglobosa</i> par provenance. ....	20
Tableau VII : Analyse de régression des caractéristiques des graines de <i>P.biglobosa</i> en fonction des paramètres géographiques et climatiques.....	21
Tableau VIII : Equations de régression des différentes variables des graines de <i>P.biglobosa</i> en fonction des paramètres géographiques et climatiques.....	22
Taleau IX: Valeurs propres des composantes.....	25
Tableau X : Contribution des variables (%) .....	26
Tableau XI : Analyse de variance de la viabilité des graines de <i>P.biglobosa</i> de provenances internationales .....	27
Tableau XII: Moyennes de la viabilité des graines de <i>P.biglobosa</i> .....	28
Tableau XIII : Analyse de régression de la viabilité des graines de <i>P.biglobosa</i> .....	29
Tableau XIV : Prédiction de la viabilité des graines de <i>P.biglobosa</i> .....	29
Tableau XV : Matrice de corrélation entre les différentes variables mesurées sur les graines de <i>P.biglobosa</i> .....	32

## RESUME

*Parkia biglobosa* est une espèce à fonctions multiples. Cependant, le manque d'informations en qualité et en quantité sur la variabilité génétique de l'espèce ne facilite pas sa domestication. Le présent mémoire s'est focalisé sur la variabilité morphologique et la viabilité à long terme des graines de *P. biglobosa* de provenances internationales en zone humide d'Afrique de l'Ouest et du Centre afin de contribuer à une meilleure connaissance de la variabilité génétique de *P. biglobosa*. Le matériel végétal utilisé, est constitué des graines de 246 semenciers de 18 provenances. Pour l'étude de la variabilité morphologique, nous avons mesuré la longueur, la largeur, l'épaisseur, le poids et calculé l'index de la forme de 100 graines sélectionnées de façon randomisée par semencier. Vingt quatre semenciers répartis entre quatre provenances ont été retenus pour l'étude de la viabilité. Sur chaque semencier, 225 graines ont été prélevées dont 200 graines pour les semis réparties en 4 répétitions de 50 graines et 25 pour le test de teneur en eau à raison de cinq répétitions de cinq graines. Les résultats ont révélé la présence d'une importante variabilité entre les provenances ( $P = 0,000$ ). L'étude de la variabilité morphologique a révélé une variation longitudinale et latitudinale de la longueur, de la largeur et de l'épaisseur des graines. Par ailleurs, la non dépendance à l'origine géographique de la variabilité génétique chez *P. biglobosa* est mise en évidence par l'identification de deux sous-groupes de provenances d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Les résultats de la viabilité ont révélé une forte perte de la viabilité des graines qui ont germé à des taux faibles (0,83 à 14,67%) comparativement à leur taux initial (62 à 100%). L'effet de la limite nordique et les conditions de conservation ont permis d'expliquer la viabilité des graines. En dépit de la richesse de l'étude, les résultats ne peuvent être extrapolés à grande échelle du fait de la non représentativité de l'échantillon de travail. A cet effet, nous recommandons la poursuite d'études du même ordre sur toute l'aire de distribution de l'espèce en associant les marqueurs génétiques. Des études sur l'identification des caractéristiques géoclimatiques ayant un effet sur la viabilité des graines devraient être approfondies. En somme, des mesures visant à améliorer la qualité de conservation devraient être mise à profit pour la survie des accessions.

Mots clés : *Parkia biglobosa*, graines, provenances internationales, variabilité clinique, viabilité.

## ABSTRACT

*Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don is a multifunction species. Poor quality and availability of information do not make its domestication an easy task. This thesis focuses on morphological variability and long term viability of *P. biglobosa* seeds from humid countries in West and Central Africa. The purpose is to achieve a better knowledge of genetic variability of *P. biglobosa*. Seeds of 246 mother trees from 18 provenances have been sampled. For morphological variability study, we measured length, width, thickness, weight and index shape base on 100 seeds selected randomly per mother tree. For viability study, 24 mother trees distributed in four provenances per country were used. On each tree, we selected 225 seeds of which 200 seeds were sowed in four replications of 50 and the additional 25 were used for moisture test. Study results showed an important variability among provenances ( $P = 0.000$ ). Morphological variation on seed traits showed longitudinal and latitudinal variation of length, thickness and width. Two clusters of provenances were identified corresponding to western and central countries respectively. For seed viability, germination rate is ranged from 0.83 to 14.67% compared to their initial rate (62 to 100%). The loss of seeds viability was due to seeds storage conditions and to the impact of its distribution northern areas. Despite the vast amount of information available, result can not be applied to a wide scale because of the very little size of the sample. For further studies, we suggest similar research taking into account genetic markers on *P. biglobosa* applied to the area distribution. Studies on identification of geoclimatic characteristics likely to express seed viability have to be conducted. Drastics measures should have to be taken to ensure accession survival.

Key words: *Parkia biglobosa*, seed, international provenances, clinal variability, viability.



**INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION

La forêt est pourvoyeuse du bois d'œuvre, de service et des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL). Selon Breman et Kessler (1995), elle fournit également du bois d'énergie estimé à 90% de la consommation d'énergie domestique en Afrique subsaharienne. D'une richesse inestimable et gage de la pérennité de l'espèce humaine, des efforts de domestication et de protection de ces ressources génétiques forestières ont longtemps préoccupé les esprits des hommes. Diamond (1997) estime que les initiatives de domestication des espèces, arbres et graines, datent d'environ 5000 à 10 000 ans. Bien que socle du développement durable, la biodiversité se trouve menacée de nos jours. L'exploitation irrationnelle des forêts tropicales, réservoirs abritant plus de la moitié des espèces de la planète, se solde par une perte des ressources génétiques à grande vitesse. Selon FAO (2012), le monde a perdu 130 millions d'hectares de forêts entre 2000 et 2010. Face à l'ampleur et l'irréversibilité des exactions à l'endroit des forêts tropicales, la perte effective et potentielle des espèces couplées aux écosystèmes, constitueraient l'un des plus grands désastres environnementaux de notre ère. Toutefois, la question de la préservation des ressources phytogénétiques est assimilable à un couteau à double tranchant où la satisfaction des besoins des peuples doit épouser la préservation des ressources pour un meilleur équilibre de la biosphère. Cette interpellation va susciter des efforts tant au sein de la communauté internationale que dans les pays, pour la conservation et la préservation des écosystèmes. C'est ainsi que les pays et la communauté internationale vont développer des initiatives basées sur la création d'institutions et le développement de politiques nouvelles axées sur l'aménagement et la gestion durable des forêts (Sina, 2006). C'est dans ce contexte que le Burkina Faso, pour apporter sa contribution à la préservation de la diversité biologique, va créer en 1983, le Centre National de Semences Forestières (CNSF) avec pour mission principale, la production, la conservation et la diffusion de semences des espèces forestières locales en quantité et en qualité afin de soutenir les programmes de reforestation.

Ainsi, des programmes d'amélioration et de conservation génétique sont développés sur les espèces agroforestières d'importance sociale et économique comme *Acacia macrostachya*, *Acacia senegal*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Bombax costatum*, *Borassus aethiopum*, *Diospyros mespiliformis*, *Faidherbia albida*, *Lannea microcarpa*, *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa*, et *Ziziphus mauritiana*. La présente étude s'est intéressée à l'analyse du germoplasme de semences de *Parkia biglobosa*.

*Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don est un arbre de la famille des Fabaceae ou Mimosaceae et de la sous-famille des Mimosoideae (Aubréville, 1950 ; Arbonnier, 2002). *Parkia biglobosa* est connu sous plusieurs appellations communes dont *Néré* de son origine Bambara dans les pays francophones, *African locust bean* dans les pays anglophones. Le genre *Parkia* renferme une trentaine d'espèces réparties à travers l'Afrique, l'Amérique du sud et l'Asie (Hopkins, 1983). Ce genre couvre la latitude 5°N et 15°N et la longitude 18°W et 32° E (Hopkins, 1986). Dans le continent Africain, le genre *Parkia* compte quatre espèces à savoir *P. biglobosa* dans les savanes, *P. bicolor* et *P. filicoidae* dans les zones forestières et *Parkia madagascariensis*, rencontrée à Madagascar (Hopkins, 1983).

Au Burkina Faso, *P. biglobosa* serait la seule espèce présente du genre *Parkia*. Au Sud de la parallèle 12°N, elle est rencontrée sous forme de peuplements à des densités variant entre 5 et 25 individus à l'hectare (Ouédraogo, 1995). Plus au Nord, la présence du *Néré* est marquée par des individus isolés de gros diamètre jusqu'à la latitude 14°N, limite Nord de sa distribution naturelle (Terrible, 1975). *P. biglobosa* est un arbre des savanes dont la hauteur varie entre 10 à 20 m (Arbonnier, 2002). Selon Hagos (1962), l'arbre peut atteindre exceptionnellement 30 m. Du point de vue importance socio-économique au Burkina Faso, le *Néré* partage alternativement avec le karité (*Vitellaria paradoxa*) les deux premières places des espèces prioritaires suivant le groupe ethnique (Ki, 1994).

*P. biglobosa* est ainsi une espèce à fonctions multiples qui fournit des biens et services divers aux populations locales. Sur le plan alimentaire, sa pulpe très riche en glucides, est consommée fraîchement ou après transformation en boisson fermentée ou en beignets (Ki, 1994). Les graines sont riches en protéines et en lipides surtout lorsqu'elles sont fermentées (Adedayo et al., 2010). Le produit obtenu de la fermentation des graines est très utilisé et est connu sous les appellations soumbala (en Bambara) ou dawadawa (en Haoussa au Nigeria). C'est un produit, à grande valeur nutritive, qui est utilisé comme condiment dans la préparation des sauces (Aubréville, 1950; Bonkougou, 1987 ; Ki, 1994 ; Ouédraogo, 1995). Le commerce des graines de *Néré* est très florissant. A titre d'exemple, au Burkina Faso, plus précisément dans la région des Hauts-Bassins, 4.149.783 kg de graines ont été commercialisées au cours de l'année 2012 (APFNL, 2013). Il est une source de revenus et d'emploi notamment pour les femmes (Nikiéma, 2005 ; Babalola, 2012). En médecine traditionnelle, les racines, l'écorce, la pulpe, l'exocarpe, les feuilles, les fleurs et les graines sont utilisées pour le traitement de nombreuses affections infectieuses, parasitaires, respiratoires, digestives, articulaires et des carences nutritionnelles (Ouédraogo, 1995). Le rôle socio-culturel et spirituel du *Néré* a été révélé dans plusieurs pays par de nombreux

auteurs (Bonkougou, 1987 ; Ki, 1994 ; Ouédraogo, 1995 ; Babalola, 2012) En dépit de l'importance de *P. biglobosa*, l'espèce est confrontée à une sénescence et à une faible régénération de ses populations (Bonkougou, 1987 ; Ouédraogo, 1995 ; Ntui et *al.*, 2012). De nombreux facteurs comme les feux, la variation climatique, la surexploitation des fruits et du bois sont les principales causes de la régression des populations de néré (Teklehaimanot, 2004 ; Hahn-Hadjali et Thiombiano, 2000). La surexploitation des graines, source principale de la régénération de l'espèce nous interpelle. Selon l'APFNL (2013), 36 950 269 kg de soubala de néré ont été consommés dans la région du plateau central en 2012. En dépit de la forte exploitation des fruits et graines, nous assistons à un phénomène qui se résume en un pillage des fruits en l'état immature dont les graines, en plus d'être dotées d'un faible pouvoir germinatif, ne fournissent pas un bon produit fini après transformation en soubala. Dans l'optique de préserver l'espèce et son écosystème, des mesures de conservation et d'utilisation durable des ressources génétiques du *Néré* s'imposent. Ces mesures de domestication vont de la promotion des pratiques traditionnelles améliorées sur la gestion du Néré (Nikiéma, 2005), à la connaissance de la biologie de reproduction et de l'amélioration génétique de l'espèce (Hopkins, 1984; Lassen, 2004 ; Sina, 2006 ; Ouédraogo, 1995). Dans le domaine de la conservation génétique, une collection de germplasmes constituée de semences de provenances de 11 pays d'Afrique de l'Ouest et Centrale a été conservée depuis 1994 dans la banque de graines du CNSF (Teklehaimanot 1997). Une partie de ce matériel a permis l'installation en juillet 1995 de deux essais comparatifs de provenances internationales à Gonsé et à Dindéresso (Ouédraogo et *al.*, 2012). Une étude sur la diversité génétique au moyen de l'électrophorèse enzymatique sur une partie de ce matériel a révélé l'existence d'une variabilité génétique intra-population (Sina, 2006) plus importante que la variabilité génétique interpopulation. Afin de contribuer plus à la connaissance de la diversité génétique de *P. biglobosa*, des investigations sur le plan phénotypique et génétique de l'espèce sont toujours indispensables. Ainsi, Hopkins (1983) a mis en évidence la variation morphologique du néré à partir des feuilles et foliolules suivant un gradient latitudinal de nature clinale. Quant à Ouédraogo (1995), il a établi une différenciation des provenances internationales de néré sur la base des variables qualitatives et quantitatives des gousses et des graines. Son étude a été réalisée sur les provenances de 5 pays soudano-sahéliens de l'aire de distribution de l'espèce. La présente étude s'intéressera aux provenances des pays situés dans la zone humide de répartition de l'espèce. Elle va s'atteler à vérifier l'existence d'une variation géographique partant de la morphologie et de la viabilité des graines des provenances de *P. biglobosa*.



L'objectif global de l'étude est de contribuer à une meilleure connaissance de la variabilité génétique de *P. biglobosa* dans son aire de répartition naturelle.

De façon spécifique l'étude vise à :

- (i) décrire les caractéristiques morphologiques des graines de provenances internationales ;
- (ii) caractériser la viabilité des graines de provenances internationales après 20 ans de conservation.

Pour atteindre ces objectifs, l'étude se base sur les hypothèses suivantes :

- (i) l'existence d'une variation morphologique des graines de *P. biglobosa* en fonction de la latitude ou de la longitude ;
- (ii) les semences de *P. biglobosa* ont une bonne viabilité après une vingtaine d'années de conservation.

Le présent mémoire comprend une partie introductive présentant le contexte et la justification de l'étude, les objectifs ainsi que les hypothèses de travail. La deuxième partie expose les généralités sur *P. biglobosa*; une troisième partie est consacrée au matériel et méthodes ; la quatrième présente les résultats et discussions et la cinquième partie fait ressortir la conclusion et les perspectives de recherches qui se dégagent.

## I.GENERALITES SUR *Parkia biglobosa*

### 1.1. Présentation de l'espèce

#### 1.1.1. Taxonomie

Le genre *Parkia* appartient à la famille des Fabaceae et plus précisément à la sous-famille des Fabaceae-Mimosoideae. Le genre fut créé en 1826 par Robert Brown qui le dédia au célèbre botaniste explorateur écossais MUNGO PARK (Hagos, 1962 ; Busson, 1965). Selon Adanson (1757), la mention écrite la plus reculée concernant l'espèce a été citée par de nombreux explorateurs d'Afrique dont RENE CAILLE au cours de ses voyages entre 1819 et 1828. Après plusieurs révisions de ladite mention, la plus récente est proposée par Hopkins (1983), qui s'est inspiré des travaux de plusieurs auteurs dont Hagos (1962) et Keay (1958). Les *Parkia* se reconnaissent par leurs belles inflorescences en boules, à colorations roses ou rouges suspendues à l'extrémité de longs pédoncules et par leurs grappes constituées de longues gousses plus ou moins linéaires qui pendent d'un réceptacle en massue (Aubréville, 1950).

#### 1.1.2. Synonymes et noms usuels de *Parkia biglobosa*

Hopkins (1983) a listé les binômes *P. africana* R.Br et *P. clappertoniana* Keay, les synonymes de *P. biglobosa* de même que ses noms usuels suivants : *Néré*, *Nété*, Mimosa pourpre, Arbre à farine, Caroubier africain, *African locust bean*. Une illustration des noms vernaculaires dans diverses langues du Burkina Faso est proposée (Tableau I).

**Tableau I: Appellations du *néré* dans diverses langues du Burkina Faso.**

Langues	Appellation
Dioula	<i>Nèrè</i>
Bissa	<i>Kar</i>
Bobo fïng	<i>Nu</i>
Bwamu (Bobo Oulé)	<i>Damu, Tonu</i>
Dagari	<i>Duo</i>
Gourmantché	<i>Bu dugu</i>
Lobi	<i>Dun</i>
Moré	<i>Doaaga</i>
Samo	<i>Kussi</i>
Senufo	<i>Nè tchikè</i>
Turka	<i>Hanna Tu</i>

Source : Bonkougou (1987)

### **1.1.3. Caractéristiques et description botanique de *Parkia biglobosa***

Selon Arbonnier (2002), le *nééré* est un arbre de sept (7) à vingt (20) mètres de hauteur. Hagos (1962), affirme que la hauteur du pied peut atteindre exceptionnellement trente (30) mètres (Photo 1).

#### **1.1.3.1. Appareil végétatif**

##### **1.1.3.1.1. La cime et les feuilles**

La cime charpentée comporte de fortes branches maîtresses avec un port en boule ou en parasol.

Les feuilles (Photo 2) bipennées, alternent avec des rachis longs de 20 à 40 cm, peuvent porter 6 à 18 paires de pennes comprenant 13 à 60 paires de foliolules de 1,5 à 2 cm de longueur et de 0,5 à 1,5 cm de largeur, à sommet arrondi et à base asymétrique présentant trois (3) nervures sur la face supérieure et serrées les unes les autres. Les foliolules glabres, ont les bords finement pubescents. Le pétiole long de 4 à 10 cm, à base épaisse, porte une glande cratériforme caractéristique.

##### **1.1.3.1.2. Le tronc**

Le fût du *nééré* est généralement droit et robuste, cylindrique avec des empattements en bourrelets plus ou moins développés. Le tronc, recouvert d'une écorce gris-cendre à gris brun souvent noirâtre, est profondément striée, donnant un aspect écailleux en plaquettes plus ou moins quadrangulaires à l'arbre adulte, qui résiste aux feux de brousse (Hagos, 1962 ; Berhaut, 1975 ; Hopkins, 1983 ; Satabié, 1989 ; Aké Assi et Guinko, 1991).

##### **1.1.3.1.3. Les racines**

Le système racinaire du *nééré* dispose d'une racine pivotante avec un diamètre qui devient moins important plus la racine explore les profondeurs du sol. Selon (Breman et Kessler, 1995), sa longueur est inférieure à 2 m. En dehors de la racine pivotante, on rencontre aussi des racines latérales dont la longueur peut atteindre 10 m (Tomlinson et *al.*, 1988). Pour ces mêmes auteurs, les grandes racines de 10 cm de diamètre se rencontrent à une distance variable de 0 à 6 m du tronc du pied.

### 1.1.3.2. Appareil reproducteur

#### 1.1.3.2.1. Inflorescences et fleurs

Les inflorescences en longues capitules sphériques de 4,5 à 7 cm de longueur et 3,5 à 6 cm de diamètre, biglobose mais avec une partie distale beaucoup plus large, pendent à l'extrémité de longs pédoncules de 10 à 35 cm de long. Les fleurs étroites rouges, gamopétales, hermaphrodites, avec des lobes de la corolle petits (1 à 3 cm de longueur), ne dépassent pas de 1/3 à 1/4 de sa longueur totale (Photo 3).

#### 1.1.3.2.2. Fruits et graines

Les fruits sont des gousses brunâtres glabres, légèrement aplaties, plus ou moins linéaires de 12 à 30 cm de longueur et 1,5 à 2 cm de largeur, pendant à l'extrémité de longs pédoncules (Photo 4). Les graines (Photo 5) ovoïdes, jusqu'à 12 x 8-10 x 4,5 mm de couleur brunâtre à noirâtre, à tégument dur, lisse avec pleurogramme, contenues dans une pulpe farineuse jaunâtre sucrée à maturité, sont comestibles. Il est possible de compter jusqu'à 23 graines, tapissant toute la cavité de la gousse.



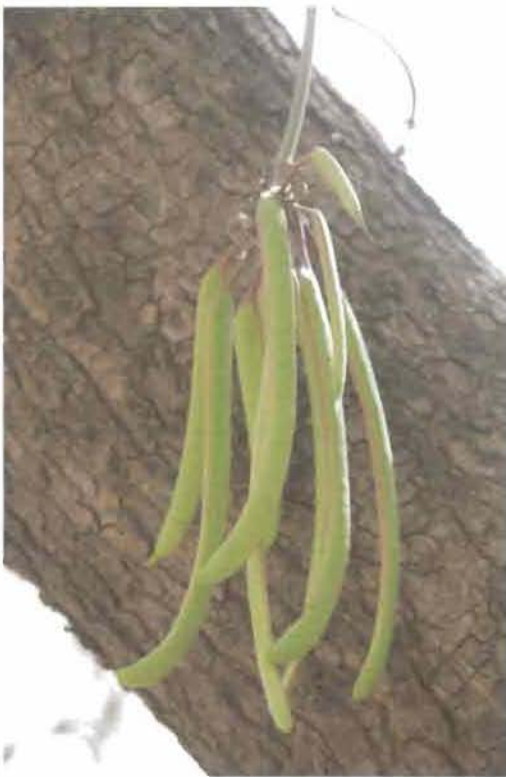
Photo1 : Pied adulte de *Parkia bioglobosa*



**Photo 2: Feuille de *P. biglobosa***



**Photo 3: Inflorescence de *P. biglobosa***



**Photo 4: Une grappe de fruits immatures de *P. biglobosa***



**Photo 5: Graines de *P. biglobosa***

#### 1.1.4. Aire de répartition et écologie

##### 1.1.4.1. Aire de répartition

*Parkia* est un genre pantropical comportant environ 34 espèces réparties en Amérique du sud (18 espèces), en Afrique (quatre espèces dont une à Madagascar) et en Asie (12 espèces) d'après les travaux de (Hopkins, 1983, 1986), Luckow et Hopkins (1995) et Luckow (2005). Selon Hopkins et White (1984), l'aire naturelle du genre *Parkia* en Afrique se situe dans une bande entre les latitudes 5°N et 15°N, et s'étendant en longitude depuis la côte atlantique en Afrique de l'ouest jusqu'en Ouganda, en Afrique de l'est, soit approximativement entre le 18° degré de longitude Ouest et le 30° degré de longitude Est.

En Afrique (inclus São Tomé) et à Madagascar, les quatre espèces du genre *Parkia* sont :

- *Parkia biglobosa*, répandue dans les savanes soudanienne et guinéenne,
- *Parkia bicolor*, dans les forêts secondaires et primaires,
- *Parkia filicoideae*, dans les forêts primaires,
- *Parkia madagascariens* dans l'île de Madagascar.

D'après Shao (2000), *P. biglobosa* est présentée dans 20 pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée Bissau, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Togo), du Centre (Cameroun, Centrafrique, Tchad, République démocratique du Congo), de l'Est (Soudan, Ouganda).

Au Burkina Faso, les peuplements de *P. biglobosa* se rencontrent en petites tâches grégaires ; avec une distribution méridionale plus dense qui diminue plus on se rapproche du Nord où ils disparaissent entre le 13° et le 14° degré (Guinko, 1988).

##### 1.1.4.2. Ecologie

Espèce des savanes soudanienne et soudano-guinéenne répandue dans les champs et jachères, le néré s'adapte à un large éventail climatique dont la principale constante est en général la saison sèche de 5 à 7 mois par an. Le néré se développe dans les zones à faible pluviométrie avec un minimum de 500 mm en région sahéenne et celles à forte pluviométrie avec un maximum de 2200 mm en Guinée-Bissau (Sina, 2006). Toutefois, des records de plus de 3500 mm en Sierra Leone et 4500 mm en Guinée Conakry ont été enregistrés. Bien que préférant les sols limoneux profonds, le néré se rencontre également sur des sols latéritiques peu profonds, des sols latéritiques épais, des buttes caillouteuses et des collines rocailleuses. Au Burkina Faso, la prospection des peuplements naturels de l'espèce révèle sa présence sur les sols sableux, sablo-argileux, argilo-sableux, gravillonnaire (Maïga, 1988).

L'espèce pousse à des températures moyennes comprises entre 26°C et 28°C et peut se trouver à des altitudes allant du niveau de la mer (50 m-côte du Sénégal Gambie) jusqu'à

1350 m dans les Monts du Fouta Djallon en Guinée Conakry (Von Maydell, 1983; Hopkins et White, 1984; Hall *et al.*, 1997).

### **1.1.5. Importance socio-économique de *Parkia biglobosa***

L'importance du néré pour les populations d'Afrique soudano-guinéenne, surtout celles locales, lui a valu les qualificatifs d'espèces à usages multiples (EUM) (Bonkougou, 1987) ou encore d'espèces à fonctions multiples (EFM) (Ouédraogo, 1995). Depuis ses racines jusqu'aux feuilles, le néré arrive à satisfaire des besoins sur le plan alimentaire, culturel, dans la pharmacopée traditionnelle, sur le plan commercial et en agroforesterie.

#### **1.1.5.1. Importance culturelle**

Dans plusieurs sociétés, le néré est perçu comme symbole de paix, de l'harmonie de la vie sociale et du bien être des communautés. Les produits issus du néré interviennent dans plusieurs rituels marquant les différentes étapes de la vie dont les naissances, les baptêmes, les mariages, les funérailles (Ouédraogo, 1995).

Chez les Bobo par exemple, une femme en âge de procréer ne doit pas couper le néré, sous peine de s'en attirer un malheur (Ki, 1994). Selon le même auteur, chez les gourmantché, lorsqu'une femme perd fréquemment ses enfants, elle se lave avec les fibres provenant du battage des racines de néré sous forme de filet de toilette.

#### **1.1.5.2. Importance alimentaire**

La pulpe de néré est riche en glucide (60%) (Sacande et Clethero, 2007). Elle se consomme directement ou après délayage à l'eau pour constituer une boisson sucrée et rafraichissante. Elle est également utilisée dans la préparation de couscous ou de gâteaux après addition et mélange de farine de mil, de maïs ou de blé (Bonkougou, 1987 ; Ki, 1994 ; Ouédraogo, 1995). Selon Aubréville (1950), la pulpe de néré constitue une source d'alimentation pour les populations locales surtout en période de soudure.

Les graines de néré sont généralement fermentées pour produire un condiment communément connu sous l'appellation soubala en Bambara. Des études ont révélé qu'après fermentation, les graines de néré devenaient plus riches. Selon Lamien et Bamba (2008), les graines fermentées renferment 35% de protéines, 29% de lipides, et 16% d'hydrates de carbone. En outre, les graines grillées sont utilisées comme du café dans le Kouritenga et dans la province du Kéné Dougou (Ouédraogo, 1995). Selon le même auteur, les gousses immatures grillées du néré sont très appréciées des enfants.

Le tableau suivant fait état de la composition chimique de la pulpe et de la graine du néré.

**Tableau II : Composition chimique en pourcentage de la pulpe et de la graine de *nééré*.**

Composition chimique	Pulpe	Graines	
		Crués	Fermentées
Eau	12.5	7.33	14.8
Protéines	3.4	34.6	35
Lipides	0.5	21	29
Glucides totaux	80.7	32	16.4
Cellulose	12.6	3.9	6
Matière minérale	2.9	4.3	4.8

Source: Bonkougou (1987)

### 1.1.5.3. Importance en médecine et dans la pharmacopée traditionnelle

Selon Ouédraogo (1995), les usages du *nééré* sont diversifiés dans la médecine et dans la pharmacopée traditionnelle. Toutes les parties de l'arbre sont mises à contribution que ce soit en recette principale ou en association avec d'autres arbres pour le soin des affections diverses (Bonnah et al., 1998). En effet, les racines et l'écorce sont associées à d'autres espèces pour traiter la stérilité, les bronchites, les trachéides, la pneumonie, des maladies sexuellement transmissibles (MST), la lèpre, le rachitisme, les coliques, la diarrhée. L'écorce permet de soigner l'ostéopathie et les oreillons. Pour soigner les dermatoses, les filarioses, les œdèmes, les bronchites, les brûlures, les hémorroïdes, les feuilles seraient utilisées ; également, elles interviennent dans le soin des états fébriles (Aubrèville, 1950).

L'exocarpe du fruit est utilisé contre les accès palustres et l'écorce permet de traiter les verrues molles et les candidoses internes.

### 1.1.5.4. Importance commerciale

Selon l'APFNL (2013), au cours de l'année 2012, la vente de la pulpe du *nééré*, des graines et du soumbala, représentent 10.49% de la vente totale des produits forestiers non ligneux (PFNL) dans la région des hauts-bassins. La vente des produits du fruit du *nééré* est connue pour générer des revenus importants pour de nombreuses femmes (Guinko et Pasgo, 1992 ; Ki, 1994).

### 1.1.5.5. Importance agroforestière

La présence de *P. biglobosa* dans les champs et dans les jachères en zone soudanienne contribue à l'amélioration de la fertilité des sols tout en assurant leur protection face à l'érosion éolienne et hydrique (Kessler, 1992 ; Bayala et al., 2006). Selon Bonkougou (1987), il serait probable que les radicelles des racines du *nééré* soient habitées à l'image des légumineuses, par des microorganismes fixateurs d'azote.



#### **1.1.5.6. Autres usages du *néré***

L'exocarpe des gousses renferme une substance ichtyotoxique dont les populations se servent pour tuer les poissons dans les marres. Chez les Gourounsis, les exocarpes des gousses sont en outre utilisées pour vernir les poteries, décorer les murs et les maisons. Fortin *et al.* (1990) signalent que les graines grillées du *néré* auraient une propriété aphrodisiaque.

Dans la région du Sud-ouest, l'écorce séchée et réduite en poudre de *P. biglobosa* est utilisée pour la protection des céréales et semences agricoles contre les ravageurs Daboué et Neya (2008).



**MATERIELS ET METHODES**

## **II. MATERIELS ET METHODES**

### **2.1. Matériel**

#### **2.1.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé est constitué essentiellement de semences de *Parkia biglobosa* récoltées en Avril et Mai 1994. Il est composé de 18 provenances de quatre pays à savoir le Bénin, le Cameroun, la République de Côte d'Ivoire (RCI) et la Guinée (Tableau III). La récolte a été réalisée sur des semenciers individuels ; il s'agit donc d'une récolte de graines de descendances séparées. Pour les besoins de l'étude, les graines de 10 à 15 semenciers ont été échantillonnées par provenance. L'échantillon a porté sur un total de 246 semenciers.

#### **2.1.2. Matériel technique**

Du matériel technique a été utilisé pour la conduite des activités de l'étude. Pour l'étude de la variabilité morphologique et de la viabilité des graines de *Parkia biglobosa*, nous avons utilisé (i) une balance électrique pour les pesées, (ii) des sachets plastics transparents et des étiquettes pour la constitution des échantillons de travail, (iii) des fiches de relevés (Annexe 1, 2 et 3) et des crayons ont servi à la collecte des données.

De façon spécifique à l'étude de variabilité morphologique, un pied à coulisse électronique a été utilisé pour les mensurations des graines. Pour l'étude de la viabilité, nous avons utilisé : (i) des boîtes de germination pour les semis ; (ii) du sable de rivière comme substrat ; (iii) une pissette pour arroser les semis ; (iv) des coupelles et une étuve pour les tests de teneur en eau.

**Tableau III : Données géographiques et climatiques des provenances de *P. biglobosa* sélectionnées par pays et nombre de semenciers échantillonnés.**

<b>Pays</b>	<b>Provenance</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Pluvio-métrie (mm)</b>	<b>Températ-ure (°C)</b>	<b>Nombre de semenciers</b>
<b>Bénin</b>	Cotiakou	10°36'N	1°17'E	220	1032	28,09	15
<b>Bénin</b>	Natitingou	10°19'N	1°22'E	460	1230,36	26,93	15
<b>Bénin</b>	Onklou	9°31'N	1°58'E	300	1275	26,02	10
<b>Bénin</b>	Pépergou	10°25'N	1°26'E	440	1230,36	26,93	10
<b>Bénin</b>	Toucountouna	10°30'N	1°22'E	460	1230,36	26,93	15
<b>Cameroun</b>	Bogdibo	7°35'N	15°35'E	480	1265,04	26,89	10
<b>Cameroun</b>	M'Baiboun	7°25'N	15°29'E	560	1265,04	26,89	15
<b>Cameroun</b>	N'gaï	7°35'N	15°28'E	540	1265,04	26,24	15
<b>Cameroun</b>	Wourouwaté	7°35'N	15°30'E	540	1265,04	26,24	12
<b>RCI</b>	Broundougou	10°00'N	5°05'W	280	1370,04	26,81	15
<b>RCI</b>	Karamogola	8°05'N	6°06'W	300	1245,96	25,92	15
<b>RCI</b>	Minignan	10°00'N	7°46'W	420	1257,96	25,68	15
<b>RCI</b>	Ouangofitini	9°33'N	4°00'W	300	1133,04	26,38	15
<b>RCI</b>	Ténindiéri	8°46'N	5°36'W	320	1210,56	26,51	16
<b>Guinée</b>	Bokaria	10°00'N	12°40'W	160	1938	25,38	15
<b>Guinée</b>	Konkouré	10°48'N	12°14'W	920	1890	21,18	15
<b>Guinée</b>	Segueya	9°56'N	11°42'W	400	2036,04	25,29	10
<b>Guinée</b>	Timbo	10°30'N	11°49'W	700	1776,96	23,73	13
<b>TOTAL</b>							<b>246</b>

Source : Sanou (1996) ; Sina (2005) ; Ouédraogo et al., (2012) ; New\_LocClim\_1.10 .

## 2.2. METHODE

### 2.2.1. Caractéristiques morphologiques des semences de *Parkia biglobosa*

Sur la base d'un échantillonnage randomisé, 100 graines ont été prélevées par semenciers et séparées en quatre lots ou répétitions de 25 graines. Au total, quatre variables quantitatives ont été mesurées sur les graines. Ces variables sont la longueur, la largeur, l'épaisseur et le poids de la graine (Tableau IV). La cinquième variable, l'index de forme de la graine a été calculé et est le ratio largeur/longueur de la graine.

Les mesures de longueur, de largeur et d'épaisseur ont été faites avec un pied à coulisse électronique (Photo 6) et les poids, à l'aide d'une balance électrique de précision 0,001 g (Photo 7).



Photo 6: Pied à coulisse électronique



Photo 7: Balance électrique

**Tableau IV : Descriptif des variables quantitatives à mesurer sur les graines de *P.biglobosa*.**

<b>Variables quantitatives des graines</b>	<b>Description</b>	<b>Code</b>	<b>unité de mesure</b>
<b>Longueur</b>	Verticale à partir du hile	LOGR	mm
<b>Largeur</b>	Largeur au 1/2	LAGR	mm
<b>Epaisseur</b>	Epaisseur au 1/2	EPGR	mm
<b>Poids</b>	Pesée d'une graine	POGR	g
<b>Index de forme de la graine</b>	Rapport LAGR/LOGR	IFGR	

### 2.2.2. Détermination de la viabilité des semences de *Parkia biglobosa*

La viabilité des graines a été caractérisée par des tests de germination et de teneur en eau réalisés au laboratoire du Centre National de Semences Forestières (CNSF). Compte tenu du temps imparti à notre étude, nous avons échantillonné les graines de quatre (04) provenances par pays avec six semenciers par provenance. Pour chacun des semenciers, 225 graines ont été prélevées et réparties comme suit : 200 graines pour les semis ; 25 graines pour l'évaluation de la teneur en eau.

**Prétraitement** : Conformément aux normes du CNSF pour une meilleure germination des graines de *P. biglobosa*, le prétraitement des graines a consisté à les tremper dans de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de concentration 97% pendant 10 minutes (CNSF, 2008). Après cette étape, la solution d'acide est versée, puis les graines sont entièrement rincées à l'eau distillée. Les graines ainsi prétraitées, sont maintenues immergées dans l'eau pour une durée de 24 heures à la température ambiante du laboratoire (25°-28°C) ; les graines flottantes jugées non viables ont été systématiquement écartées avant les semis dans les boîtes de germination.

**Semis** : Pour chaque semencier, quatre répétitions de 50 graines chacune ont été semées à la profondeur d'environ 1cm dans du sable stérilisé (100°C pendant 5h) contenu dans les boîtes de germination (17,5 cm x 11,5 cm x 6 cm). Les boîtes de germination sont ensuite déposées sur une table de germination à la température ambiante de 25-30°C. Tous les deux jours, les graines germées pour lesquelles la radicule a traversé la fine couche de sable, sont enregistrées sur une période de 28 jours (ISTA, 2009). Le taux de germination a ensuite été déterminé par la proportion des graines semées ayant germé.

**La teneur en eau des graines** : Pour chaque arbre, cinq répétitions de cinq graines ont été utilisées pour l'évaluation de la teneur en eau. Après avoir pesé les coupelles à vide puis contenant les graines, les graines sont mises à sécher dans une étuve réglée à 103 °c pendant dix sept (17) heures conformément aux règles de l'ISTA (2009). Au sortir de l'étuve, les coupelles sont refroidies pendant 45 mn dans un dessiccateur avant d'être pesées à nouveau. La teneur en eau des semences est alors déterminée selon la formule suivante :

$$TE = \frac{P_{om} - P_{1m}}{P_{om}} \times 100$$

Avec : P<sub>om</sub> = Poids moyen des graines « fraîches » ; P<sub>1m</sub> = Poids moyen des graines « sèches », TE = teneur en eau.

### 2.3. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

Après la collecte des données, nous avons utilisé le tableur EXCEL 2007 pour la saisie des données, la réalisation des différents graphiques et tableaux. Les logiciels XLSTAT-2013.5.07 et MINITAB version 14 ont été utilisés pour les analyses statistiques.

Pour une meilleure analyse des données, nous avons calculé les moyennes des caractéristiques des graines par provenance pour ce qui concerne l'étude de la variabilité morphologique. Pour l'étude de la viabilité, en plus du calcul de la moyenne du pourcentage des graines germé par provenance, nous avons également effectué une transformation racine carrée dans le but de respecter les conditions d'application de l'analyse de la variance.

Deux types d'analyse statistiques ont été effectués :

- **Analyses uni variées** : Pour les analyses de variance à un facteur, nous avons utilisé l'approche du modèle linéaire général de MINITAB. Des tests de comparaison de moyenne ont été effectués dans le cas où les effets des facteurs étaient significatifs. Des analyses de régression ont été effectuées pour examiner la réponse de la viabilité et des caractéristiques des graines en fonction d'un gradient géographique et/ou selon les caractéristiques climatiques des provenances. La technique utilisée par le modèle de régression est la méthode de sélection pas à pas de type *backward elimination*. Cette technique procède par élimination progressive des variables (longitude, latitude, l'altitude, la pluviométrie, la température) non significatives introduites dans le modèle, suivant un niveau de signification  $\alpha \leq 0,05$ .
- **Analyses multi-variées** : L'analyse en composantes principales (ACP) nous a permis d'analyser toutes les variables de façon simultanée. Essentiellement descriptive, l'ACP est une méthode qui permet de résumer la variabilité des paramètres recueillis et de positionner les individus par rapport aux variables (Dervin, 1988). La superposition dans le plan factoriel principal des provenances et des variables a permis la distinction de sous-groupes de provenances. Une classification ascendante a été réalisée en vue de recadrer le regroupement des provenances pour une meilleure caractérisation de ces dernières. La Classification Ascendante Hiérarchique est une méthode descriptive qui vise à repartir (n) individus caractérisés par des variables, en un certain nombre (m) de sous-groupes aussi homogènes que possible. A partir de la matrice de corrélation de Pearson nous avons déduit un tableau de corrélations pour toutes les variables confondues qui nous a permis de mesurer le degré de relation entre elles.



## **RESULTATS ET DISCUSSION**



### III.RESULTATS

#### 3.1. Caractéristiques morphologiques des graines de *P. biglobosa* de provenances internationales.

##### 3.1.1. Analyse de variance

Les analyses de variance effectuées pour chaque variable (Tableau V) ont révélé une différence hautement significative ( $P = 0,000$ ) entre les provenances pour l'ensemble des caractéristiques des graines.

**Tableau V : Résultats de l'analyse de variance : effet de la provenance de *P. biglobosa*.**

Variabes	Source	DF	SS	MS	F	P
LOGR	Provenance	17	31,4638	1,8508	1025,42	0,000***
	Erreur	54	0,0975	0,0018		
	Total	71				
LAGR	Provenance	17	12,7410	0,7495	369,79	0,000***
	Erreur	54	0,1094	0,0020		
	Total	71				
EPGR	Provenance	17	11,7662	0,6921	1129,12	0,000***
	Erreur	54	0,0331	0,0006		
	Total	71				
POGR	Provenance	17	0,0248	0,0015	327,60	0,000***
	Erreur	54	0,0002	0,0000		
	Total	71				
IFGR	Provenance	17	0,0560	0,0033	169,27	0,000***
	Erreur	54	0,0011	0,0000		
	Total	71				

\*\*\*Différence hautement significative au seuil de 1‰.

### 3.1.2. Test de comparaison des moyennes pour les provenances

- **La longueur des graines**

L'analyse de variance pour la variable longueur de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ( $P = 0,000$ ). La comparaison des moyennes pour cette variable, a permis de distinguer 11 groupes (Tableau VI). La longueur moyenne des graines est de  $9,65 \pm 1,11$ . Elle varie de  $8,734 \pm 0,93$  à  $11,042 \pm 1,09$  pour les provenances respectives Minignan/ Côte d'Ivoire et N'gaï/ Cameroun.

- **La largeur des graines**

L'analyse de variance pour la variable largeur de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ( $P = 0,000$ ). La comparaison des moyennes pour cette variable, a donné 12 groupes (Tableau VI). La largeur moyenne des graines est de  $7,78 \pm 0,99$ . Elle varie de  $7,170 \pm 0,94$  à  $8,534 \pm 1,04$  pour les provenances respectives Natitingou/ Bénin et Wourouwaté/ Cameroun.

- **L'épaisseur des graines**

L'analyse de variance pour la variable épaisseur de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ( $P = 0,000$ ). La comparaison des moyennes pour cette variable, a permis de distinguer 10 groupes (Tableau VI). L'épaisseur moyenne des graines est de  $4,82 \pm 0,67$ . Elle varie de  $4,116 \pm 0,49$  à  $5,457 \pm 0,57$  pour les provenances respectives M'baïboun/ Cameroun et Konkouré/ Guinée.

- **Le poids des graines**

L'analyse de variance pour la variable poids de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ( $P = 0,000$ ). La comparaison des moyennes pour cette variable a donné 10 groupes (Tableau VI). Le poids moyen des graines est de  $0,24 \pm 0,05$ . Il varie de  $0,214 \pm 0,04$  à  $0,281 \pm 0,06$  pour les provenances respectives Minignan/ Côte d'Ivoire et Wourouwaté/ Cameroun.

- **La forme des graines.**

L'analyse de variance pour la variable de l'index de la forme de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ( $P = 0,000$ ). La comparaison des moyennes pour cette variable a permis de distinguer 9 groupes (Tableau VI). La moyenne de l'index de la forme des graines est de  $0,81 \pm 0,09$ . Il varie de  $0,773 \pm 0,09$  à  $0,877 \pm 0,08$  pour les provenances respectives Natitingou/ Bénin, M'baïboun/ Cameroun et Konkouré/ Guinée.

**Tableau VI : Moyennes des caractéristiques des graines de *P.biglobosa* par provenance.**

<b>Provenances<sup>a</sup></b>	<b>LOGR (mm)</b>	<b>LAGR (mm)</b>	<b>EPGR (mm)</b>	<b>POGR(g)</b>	<b>IFGR</b>
<b>Bogdibo</b>	10,354 ± 1,06i	8,327 ± 0,86i	4,276 ± 0,49b	0,257 ± 0,05ef	0,809 ± 0,09cd
<b>Bokaria</b>	9,684 ± 0,76g	7,852 ± 0,79f	5,300 ± 0,49h	0,264 ± 0,04g	0,813 ± 0,08d
<b>Broundougou</b>	9,328 ± 0,98e	7,547 ± 0,89cd	4,694 ± 0,72c	0,232 ± 0,06c	0,812 ± 0,08d
<b>Cotiakou</b>	8,978 ± 0,72c	7,460 ± 0,87c	4,800 ± 0,56de	0,222 ± 0,04b	0,833 ± 0,09e
<b>Karamogola</b>	9,162 ± 0,90d	7,340 ± 0,91b	4,932 ± 0,49f	0,232 ± 0,05c	0,804 ± 0,10bcd
<b>Konkouré</b>	9,515 ± 0,72f	8,315 ± 0,66i	5,457 ± 0,57i	0,259 ± 0,04fg	0,877 ± 0,08g
<b>M'baiboun</b>	10,622 ± 1,02j	8,165 ± 0,86h	4,116 ± 0,49a	0,256 ± 0,05ef	0,773 ± 0,09a
<b>Minignan</b>	8,734 ± 0,93a	7,442 ± 0,78bc	4,980 ± 0,49f	0,214 ± 0,04a	0,858 ± 0,10f
<b>Natitingou</b>	9,293 ± 0,61e	7,170 ± 0,94a	4,916 ± 0,54f	0,231 ± 0,03c	0,773 ± 0,10a
<b>N'gaï</b>	11,042 ± 1,09k	8,532 ± 0,99j	4,173 ± 0,46a	0,274 ± 0,04h	0,776 ± 0,09a
<b>Onklou</b>	9,882 ± 0,96h	7,820 ± 0,84f	4,772 ± 0,65de	0,243 ± 0,04d	0,795 ± 0,08b
<b>Ouangofitini</b>	8,859 ± 0,73b	7,177 ± 0,77a	4,821 ± 0,46e	0,215 ± 0,03a	0,812 ± 0,08d
<b>Pépergou</b>	9,899 ± 0,77h	7,876 ± 0,98f	4,690 ± 0,48c	0,242 ± 0,04d	0,798 ± 0,10bc
<b>Segueya</b>	9,522 ± 0,89f	7,999 ± 0,93g	5,410 ± 0,51i	0,254 ± 0,04ef	0,842 ± 0,08e
<b>Ténindiéri</b>	9,528 ± 0,84f	7,581 ± 0,87de	5,098 ± 0,67g	0,242 ± 0,04d	0,798 ± 0,08b
<b>Timbo</b>	9,505 ± 1,10f	7,675 ± 0,98e	5,237 ± 0,52h	0,253 ± 0,06e	0,811 ± 0,09d
<b>Toucountouna</b>	9,458 ± 0,81f	7,662 ± 1,05de	4,752 ± 0,56cd	0,232 ± 0,04c	0,812 ± 0,10d
<b>Wourouwaté</b>	11,030 ± 1,09k	8,534 ± 1,04j	4,180 ± 0,40a	0,281 ± 0,06i	0,775 ± 0,07a
<b>Total</b>	9,65 ± 1,11	7,78 ± 0,99	4,82 ± 0,67	0,24 ± 0,05	0,81 ± 0,09

<sup>a</sup> les moyennes de même colonne affectées d'une même lettre forment un groupe homogène à 95% de degré de confiance.

### 3.1.3. Analyse de la régression des caractéristiques des graines de *P. biglobosa*.

L'analyse de la régression a révélé que certaines variables géographiques (longitude et latitude) et climatiques (température et pluviométrie) étaient significatives à l'expression des caractéristiques des graines (Tableau VII). Les équations linéaires pour chaque caractéristique des graines sont proposées au tableau VIII.

**Tableau VII : Analyse de régression des caractéristiques des graines de *P. biglobosa* en fonction des paramètres géographiques et climatiques.**

Variables	Prédicateurs	Coef	SE Coef	T	P
<b>LOGR</b>	Constante	7,6566	0,3799	20,15	0,000***
	Longitude	0,0773	0,0081	9,53	0,000***
	Pluviométrie	0,0015	0,0003	5,48	0,000***
<b>LAGR</b>	Constante	9,2470	1,4240	6,49	0,000***
	Longitude	0,0469	0,0057	8,15	0,000***
	Température	- 0,1048	0,0458	-2,29	0,038*
	Pluviométrie	0,0010	0,0002	3,89	0,002*
<b>EPGR</b>	Constante	4,7959	0,0298	160,72	0,000***
	Longitude	-0,0395	0,0030	-12,97	0,000***
<b>POGR</b>	Constante	0,1572	0,0123	12,82	0,000***
	Longitude	0,0019	0,0003	7,25	0,000***
	Pluviométrie	0,0001	0,0000	7,16	0,000***
<b>IFGR</b>	Constante	0,9467	0,1154	8,21	0,000***
	Latitude	0,0099	0,0046	2,16	0,047*
	Température	-0,0089	0,0037	-2,42	0,029*

\*Différence significative à 5% ; \*\*Différence hautement significative à 1% ; \*\*\*Différence très hautement significative à 1%.

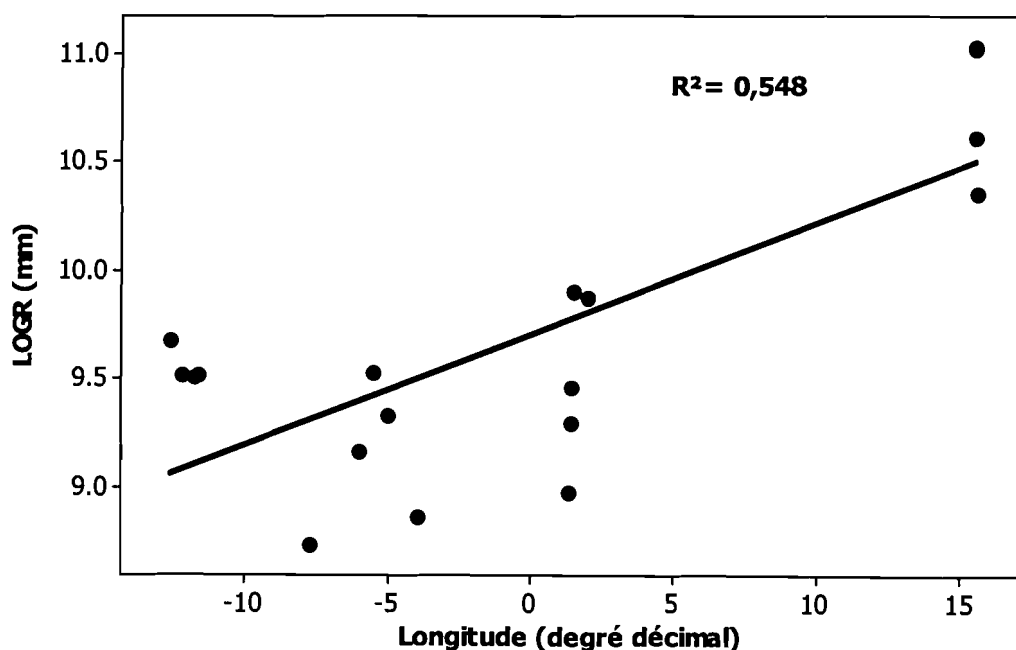
**Tableau VIII : Equations de régression des différentes variables des graines de *P. biglobosa* en fonction des paramètres géographiques et climatiques.**

Variables	Equation de la régression	R <sup>2</sup>
LOGR	$7,66 + 0,0773(\text{Longitude}) + 0,00149(\text{Pluviométrie})$	0,858
LAGR	$9,25 + 0,0469(\text{Longitude}) + 0,000941(\text{Pluviométrie}) - 0,105(\text{Température})$	0,841
EPGR	$4,80 - 0,0395(\text{Longitude})$	0,913
POGR	$0,157 + 0,00189(\text{Longitude}) + 0,000063(\text{Pluviométrie})$	0,813
IFGR	$0,947 - 0,00990(\text{Latitude}) - 0,00888(\text{Température})$	0,493

*NB : R<sup>2</sup> = Coefficient de détermination.*

- **Relation longueur de la graine de *P. biglobosa* et la longitude**

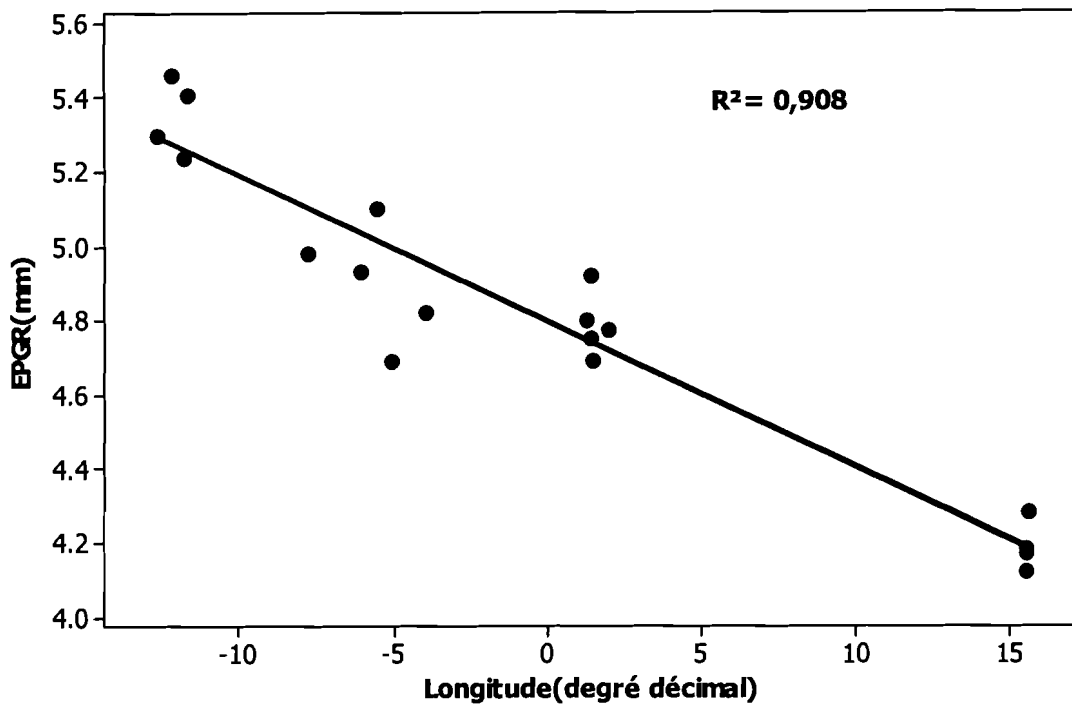
Dans son ensemble la figure 1 fait ressortir une augmentation de la longueur de la graine en fonction de la longitude. En effet, la longueur des graines est de plus en plus grande pour les provenances partant de l'Ouest à l'Est de l'aire de distribution pour les pays considérés.



**Figure 1: Variation de la longueur de la graine de *P. biglobosa* en fonction de la longitude.**

- **Relation entre l'épaisseur de la graine de *P. biglobosa* et la longitude**

La figure 2 montre une fonction décroissante de l'épaisseur de la graine en fonction de la longitude. L'épaisseur de la graine diminue au fur et à mesure que l'on part des provenances situées à l'Ouest vers celles situées à l'Est de l'aire de distribution de l'espèce. La valeur élevée du coefficient de détermination traduit bien cette relation.



**Figure 2: Variation de l'épaisseur de la graine de *P. biglobosa* en fonction de la longitude.**

### 3.1.4. Analyse multi-variée

- **Analyse en composantes principales (ACP).**

L'analyse en composantes principales (ACP) réalisée sur les variables phénotypiques des graines nous a permis de rassembler les différentes provenances en des sous groupes par rapport à l'ensemble des variables prises simultanément (fig.3.a). Sur la base de leur part explicative à la variabilité totale, deux principaux axes (1 et 2) ont été retenus. Ces axes, également appelés composantes F1 et F2 constituent la composante principale qui explique 91,30% de la variabilité totale observée. Leur contribution individuelle respective est 66,53% et 24,78% (Tableau IX.)

Le tableau de contributions des variables (Tableau X) a permis d'identifier les variables qui ont contribué significativement à la formation des composantes F1 et F2. Ainsi les variables

longueur de la graine (LOGR) 29,93%, la largeur de la graine (LAGR) 21,81% et le poids de la graine (POGR) 21,82%, sont celles là qui ont été prépondérantes à la formation de la composante F1. La composante F2 doit sa formation aux variables épaisseur de la graine (EPGR) 25,112 et l'index de la forme de la graine (IFGR) 39,798%.

La représentation des provenances selon les axes 1 et 2 donne trois sous-groupes de provenances (fig.3.b) pouvant être caractérisées par certaines variables selon les mêmes axes. Ces sous-groupes sont :

- Le sous-groupe 1 : il est situé du côté positif de F1 ; il est caractérisé par les fortes valeurs des variables LOGR, LAGR, POGR et par les faibles valeurs des variables EPGR et IFGR.
- Le sous-groupe 3 : il se localise du côté négatif de F1 et de celui positif de F2 ; Ce sous-groupe se caractérise par les faibles valeurs des variables LOGR, LAGR, POGR, et les fortes valeurs des variables EPGR, IFGR.
- Le sous-groupe 2 : couvre à la fois les côtés positifs et négatifs des composantes F1 et F2 ; c'est un sous-groupe intermédiaire entre les précédents ; il se caractérise par les fortes valeurs des variables EPGR, IFGR, LOGR, LAGR, POGR et les faibles valeurs de ces mêmes variables. Cependant, il est majoritairement caractérisé par les faibles valeurs des variables LOGR, LAGR, POGR, EPGR, et IFGR.

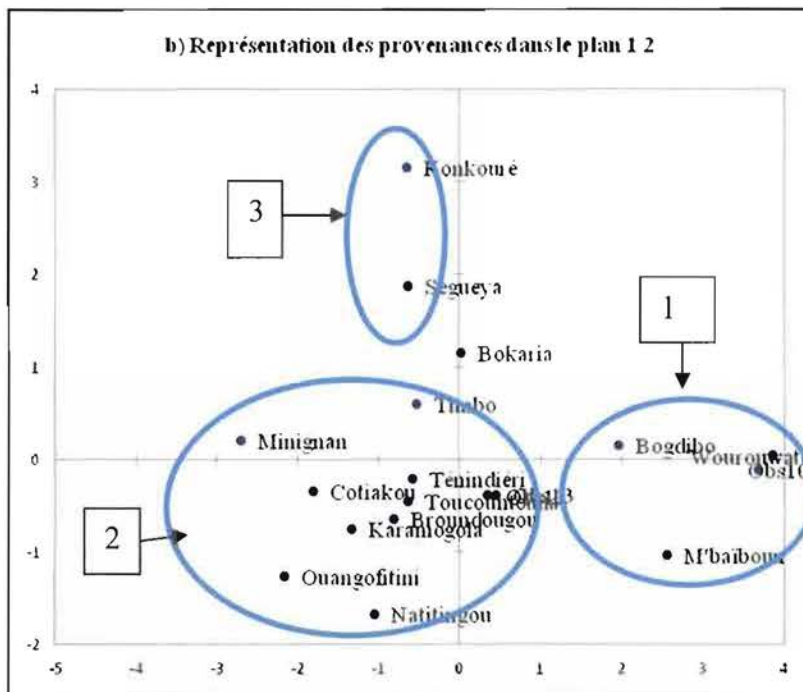
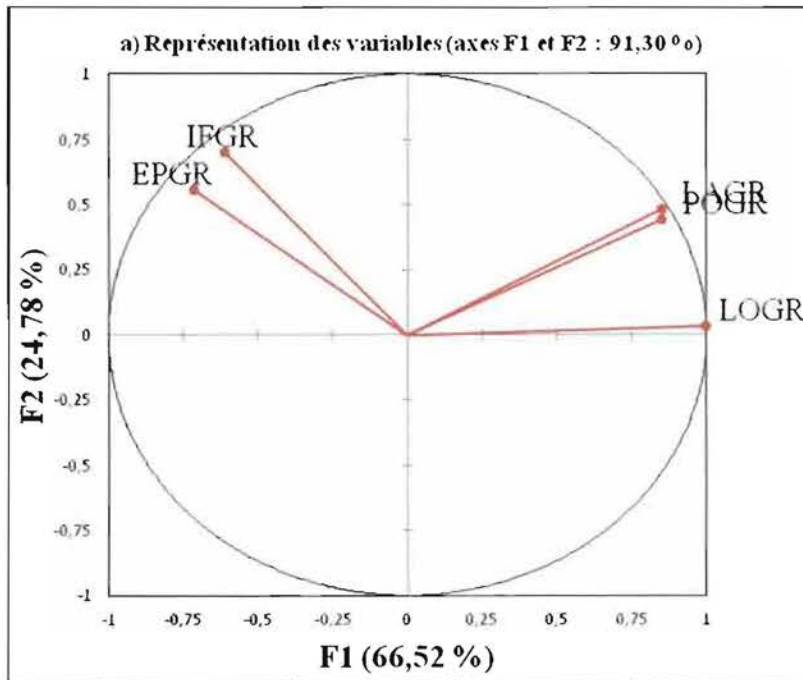


Figure 3: Représentation bidimensionnelle (axe 1 et 2) des variables des graines et des provenances internationales de *P. biglobosa*.

Taleau IX: Valeurs propres des composantes

	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	3,326	1,239	0,415	0,020	0,001
Variabilité (%)	66,518	24,782	8,299	0,390	0,011
% cumulé	66,518	91,300	99,599	99,989	100,000



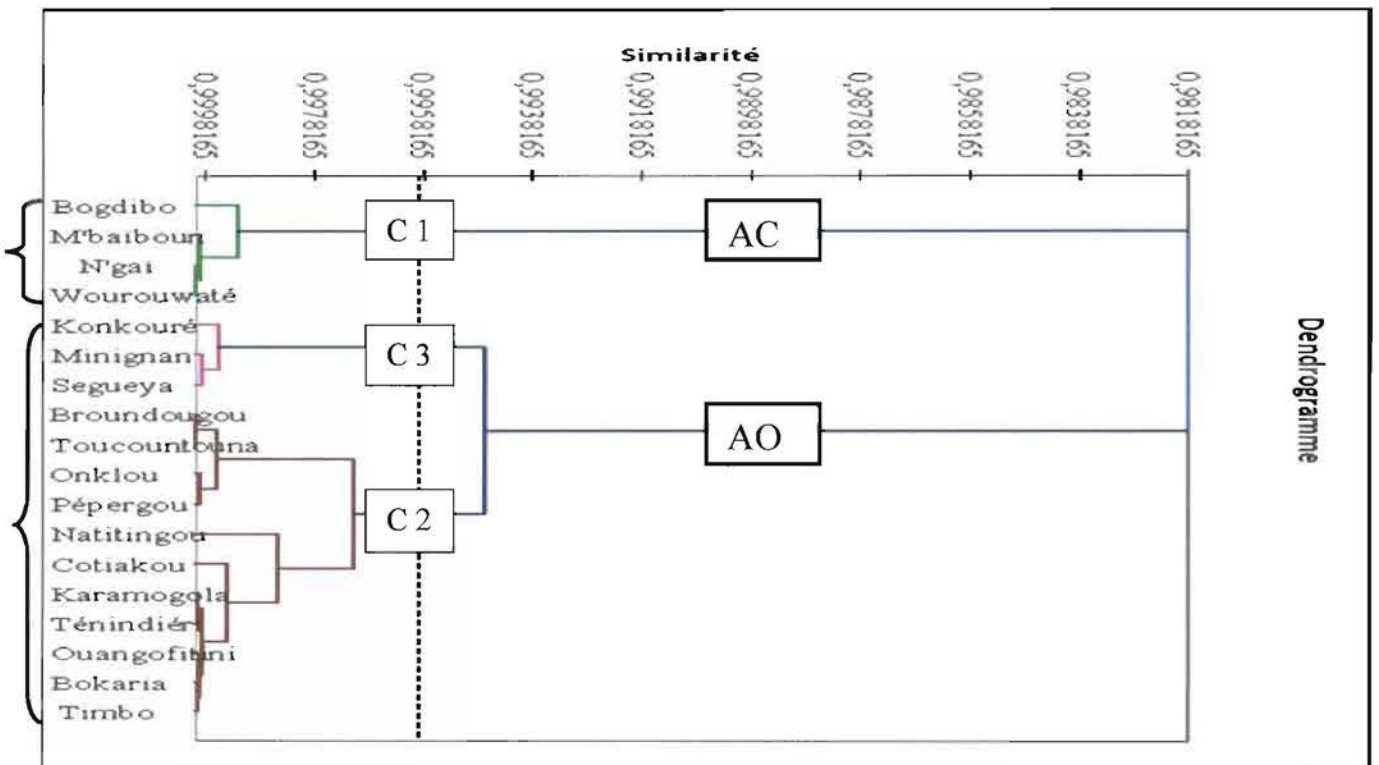
**Tableau X : Contribution des variables (%)**

	F1	F2	F3	F4	F5
LOGR	29,928	0,086	0,038	15,854	54,093
LAGR	21,812	19,053	8,425	17,018	33,692
EPGR	15,322	25,112	42,394	17,082	0,090
POGR	21,820	15,950	16,313	45,912	0,005
IFGR	11,118	39,798	32,830	4,135	12,120

• **Classification ascendante hiérarchique (CAH).**

La classification ascendante hiérarchisée des provenances prises ensemble a donné un dendrogramme (fig.4.). Suivant un index de similarité de 0,998, deux grands groupes de provenances dont celui de l’Afrique Centrale (AC) et de l’Afrique Occidentale (AO). Le groupe de l’Afrique Centrale est composée d’un sous groupe unique (C1), tandis que le groupe de l’Afrique de l’Ouest, renferme deux sous- groupes de provenances C2 et C3.

- Le 1<sup>er</sup> sous-groupe (C1) est composé de 04 provenances.
- Le 2<sup>e</sup> sous-groupe (C2), lui compte 11 provenances.
- Le 3<sup>e</sup> sous-groupe (C3), comprend 3 provenances.



**Figure 4: Dendrogramme de regroupement des 18 provenances internationales de *P. biglobosa*.**

### 3.2. Caractéristiques de la viabilité des graines de *P. biglobosa* de provenances internationales après 20 ans de conservation.

#### 3.2.1. Analyse de variance

L'analyse de variance pour la variable taux de germination (Tableau XI) a révélé une différence hautement significative ( $P = 0,000$ ) entre les provenances pour la viabilité des graines.

**Tableau XI : Analyse de variance de la viabilité des graines de *P. biglobosa* de provenances internationales .**

Variables	Source	DF	SS	MS	F	P
Racine(TG)	Provenance	15	25,3994	1,6933	19,81	0,000***
	Erreur	48	4,1023	0,0855		
	Total	63				

\*\*\*Différence hautement significative au seuil de 1%0 ; NB : Taux de germination.

#### 3.2.2. Test de comparaison des moyennes

L'analyse de variance pour la variable taux de germination a révélé une différence significative entre les provenances ( $P = 0,000$ ). La comparaison des moyennes pour cette variable réalisée entre les provenances a permis de distinguer 11 groupes (Tableau XII). Le taux moyen de germination des graines pour toutes les provenances après près de 20 ans de conservation à 4°C est de 4,974%. Ce taux varie de 0,833 à 14,667% pour les provenances respectives Brouougou/ Côte d'Ivoire et Wourouwaté/ Cameroun.

**Tableau XII: Moyennes de la viabilité des graines de *P. biglobosa*.**

PROVENANCE	PAYS	TG(%)
Broundougou	RCI	0,833a
Timbo	Guinée	1,083ab
Segueya	Guinée	1,833abc
Minignan	RCI	2,333abcd
Konkouré	Guinée	2,417abcd
Bokaria	Guinée	2,750abcde
Konkouré	Guinée	2,417abcd
Bokaria	Guinée	2,750abcde
Natitingou	Bénin	3,750bcde
N'gaï	Cameroun	4,583cde
Bogdibo	Cameroun	4,667cde
Karamogola	RCI	4,917cde
M'baiboun	Cameroun	5,500def
Pépergou	Bénin	6,417ef
Cotiakou	Bénin	6,583ef
Toucountouna	Bénin	6,583ef
Ténindiéri	RCI	10,667fg
Wourouwaté	Cameroun	14,667g
Toutes les provenances		4,974

*Les moyennes de même colonne affectées d'une même lettre forment un groupe homogène à 95% de degré de confiance.*

### **3.2.3. Analyse de régression pour la viabilité des graines de *P. biglobosa*.**

Le tableau XIII d'analyse de la régression a montré que le taux de germination peut s'exprimer de manière significative à très hautement significative respectivement pour la latitude ( $P = 0,01$ ), la teneur en eau ( $P = 0,018$ ) et la pluviométrie ( $P = 0,000$ ). Le tableau XIV présente l'équation linéaire du taux de germination des graines.

**Tableau XIII : Analyse de régression de la viabilité des graines de *P. biglobosa***

Variables	Prédicateurs	Coef	SE Coef	T	P
Racine(TG)	Constante	3,1464	0,7238	4,35	0,000***
	Latitude	-0,1547	0,0582	-2,66	0,01**
	Pluviométrie	-0,0011	0,0002	-4,36	0,000***
	Teneur eau	0,0983	0,0402	2,44	0,018*

\*Différence significative à 5% ; \*\*Différence significative à 1% ; \*\*\*Différence très significative à 1%0.

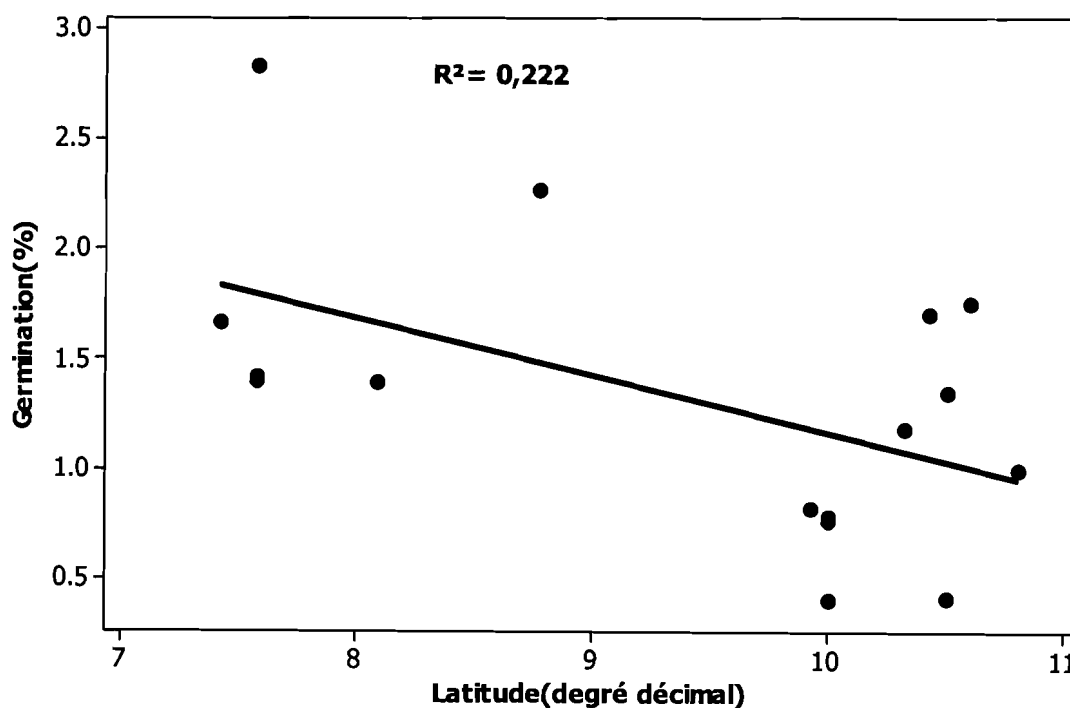
**Tableau XIV : Prédiction de la viabilité des graines de *P. biglobosa***

Variables	Equation de la régression	R <sup>2</sup>
Racine (TG)	3,15 – 0,155(Latitude) – 0,00107(Pluviométrie) + 0,0983 (Teneur en eau)	0,502

NB : R<sup>2</sup>= Coefficient de détermination ; TG= Taux de germination.

- **Comportement du taux de germination des graines de *P. biglobosa* en fonction de la latitude.**

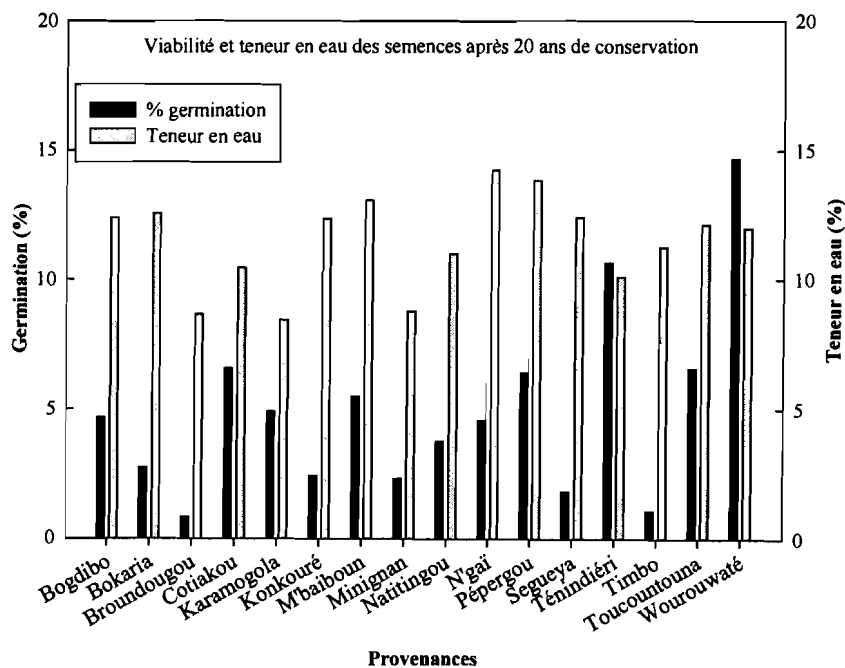
La figure 5 présente une fonction décroissante du taux de germination en fonction de la latitude. Le taux de germination baisse avec les hautes latitudes du nord.



**Figure 5: Variation du taux de germination des graines de provenances internationales de *P. biglobosa* en fonction de la latitude.**

### 3.2.4. Effet de la teneur en eau sur le taux de germination des graines de *P. biglobosa*.

La figure 6, fait ressortir une corrélation négative entre le taux de germination et la teneur en eau des graines ; dans l'ensemble, les taux de germination sont faibles lorsque les teneurs en eau sont élevées. En sus de la corrélation négative entre le taux de germination et de la teneur en eau, nous observons une importante variabilité de ces mêmes paramètres entre les provenances. Le taux moyen de germination est de 4,97% ; il varie de 0,83 à 14,67% pour les provenances respectives Broundougou/Côte d'Ivoire et Wourouwaté/Cameroun ; tandis que la teneur en eau moyenne est de 11,48% ; elle varie de 8,46 à 14,25% pour les provenances respectives Karmogola/Côte d'Ivoire et N'gai/Cameroun. Nous notons cependant, des effets disparates de graines de grandes tailles de certaines provenances (Wourouwaté/Cameroun) qui, avec une teneur en eau plus élevée, germent mieux comparativement à d'autres provenances caractérisées par des graines de petites tailles (Broundougou/Côte d'Ivoire) présentant des teneurs en eau moins élevées.



**Figure 6: Variation du taux de germination et de la teneur en eau des graines de *P. biglobosa*.**

### 3.3. Analyse des corrélations entre toutes les variables confondues.

La matrice de corrélation de Pearson (n) nous indique qu'il existe des corrélations négatives et d'autres positives entre les différentes variables prises deux à deux (Tableau XV).

Certains coefficients de corrélation sont positivement élevés entre les caractéristiques géoclimatiques et certaines caractéristiques des graines. Ce sont :

- la longueur de la graine et la longitude ( $r = 0,770$ ) ;
- la largeur de la graine et la longitude ( $r = 0,519$ ) ;
- l'épaisseur de la graine et la latitude ( $r = 0,726$ ) ;
- l'épaisseur de la graine et la pluviométrie ( $r = 0,669$ ) ;
- l'index de la forme de la graine et la latitude ( $r = 0,585$ ) ;
- le taux de germination des graines et la longitude ( $r = 0,609$ ).

Les fortes corrélations négatives entre les caractéristiques des graines et les paramètres géoclimatiques sont observées entre :

- la longueur de la graine et la latitude ( $r = -0,729$ ) ;
- la largeur de la graine et la latitude ( $r = -0,516$ ) ;
- l'épaisseur de la graine et la longitude ( $r = -0,960$ ) ;
- l'épaisseur de la graine et la température ( $r = -0,590$ ) ;
- l'index de la forme de la graine et la température ( $r = -0,568$ ) ;
- l'index de la forme de la graine et la longitude ( $r = -0,662$ ) ;
- le taux de germination et la latitude ( $r = -0,523$ ) ;
- le taux de germination et la pluviométrie ( $r = -0,553$ ).

Les corrélations entre les caractéristiques des graines et celles géoclimatiques donnent des informations assez intéressantes pour la sélection et l'amélioration génétique.

**Tableau XV : Matrice de corrélation entre les différentes variables mesurées sur les graines de *P. biglobosa*.**

	Longitude	Latitude	Altitude	T°C	Pluviométrie	LOGR	LAGR	EPGR	POGR	IFGR	TG	TE
Longitude	1											
Latitude	<b>-0,724</b>	1										
Altitude	0,099	0,007	1									
T°C	<b>0,541</b>	-0,284	<b>-0,689</b>	1								
Pluviométrie	<b>-0,622</b>	0,337	0,268	<b>-0,746</b>	1							
LOGR	<b>0,770</b>	<b>-0,729</b>	0,308	0,094	-0,080	1						
LAGR	<b>0,519</b>	<b>-0,516</b>	0,495	-0,263	0,225	<b>0,854</b>	1					
EPGR	<b>-0,960</b>	<b>0,726</b>	-0,004	<b>-0,590</b>	<b>0,669</b>	<b>-0,718</b>	-0,440	1				
POGR	0,364	-0,499	0,386	-0,314	0,396	<b>0,853</b>	<b>0,870</b>	-0,277	1			
IFGR	<b>-0,662</b>	<b>0,585</b>	0,167	<b>-0,568</b>	0,464	<b>-0,612</b>	-0,112	<b>0,672</b>	-0,325	1		
TG	<b>0,609</b>	<b>-0,523</b>	-0,043	0,393	<b>-0,553</b>	0,499	0,318	<b>-0,519</b>	0,285	-0,473	1	
TE	0,423	-0,165	0,378	-0,084	0,227	<b>0,702</b>	<b>0,722</b>	-0,286	<b>0,688</b>	-0,264	0,210	1

*Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05*

## IV. DISCUSSION

### 4.1. Variabilité morphologique des graines de *P.biglobosa*

#### 4.1.1. Analyse de la variance

L'analyse de la variance réalisée pour les variables longueur, largeur, épaisseur, poids et forme de la graine, a révélé une différence hautement significative entre les provenances ( $P < 0,001$ ) (Tableau V). L'importance de la variabilité entre les provenances est mise en exergue par le test de comparaison des moyennes qui a permis pour chaque variable, d'identifier plusieurs groupes qui se distinguent par des faibles et des fortes valeurs des caractéristiques des graines (Tableau VI) ; cela dénote que les caractéristiques des graines seraient des facteurs de discrimination pertinents des provenances. Un tel résultat a été déjà mis en évidence par les travaux de Diallo *et al.*, (2007) qui ont travaillé sur les provenances internationales des graines *Tamarindus indica*, une espèce agroforestière comme le néré. Nos résultats sont conformes à ceux de Ouédraogo (1995) qui avait signalé une variation géographique entre les provenances des graines de néré des pays soudano-sahéliens où la pluviométrie est inférieure à 1 200 mm. De tels résultats supposent une variabilité génétique importante chez le néré. La variation clinale des feuilles chez *P. biglobosa* avait été aussi supposée par Hopkins (1983).

#### 4.1.2. Analyse de la régression

L'analyse de la régression a révélé que les caractéristiques géographiques et climatiques sont significatives à la détermination de la longueur, largeur, épaisseur, poids et l'index de la forme des graines (Tableau VII).

L'étude a révélé qu'il existe une variation clinale significative de la longueur de la graine lorsqu'on se déplace d'Ouest en Est (Fig.1.) avec les provenances de l'Ouest de l'aire de distribution ayant en moyenne des longueurs des graines faibles comparées aux provenances situées à l'Est.

La représentation du comportement de l'épaisseur de la graine en fonction de la longitude a montré que l'épaisseur de la graine devenait moins épaisse d'Ouest vers l'Est.

De ce qui précède, nous pouvons dire que les caractéristiques géographiques et climatiques joueraient des rôles prépondérants dans la discrimination des provenances et dans la variabilité génétique chez *P.biglobosa*. De tels résultats ont été observés chez d'autres espèces en zone tropicale humide. En effet, Hopkins (1983) a mis en évidence la variation morphologique des feuilles et des foliolules suivant un gradient latitudinal, tandis que Ouédraogo (1995) a montré



que la variabilité de l'épaisseur de la graine de néré était clinal en fonction de la longitude. Selon Legay et Debouzie (1985), l'isolement géographique et les conditions locales du milieu influencent de manière significative les caractères adaptatifs des provenances.

Par ailleurs, Kundu *et al.*, (1998), ont signalé l'existence d'une interaction entre le génotype et son milieu.

#### **4.1.3. Analyse multi-variée**

L'analyse en composantes principales (ACP) nous a permis de retenir deux composantes F1 et F2 qui à elles deux, expliquent 91,30% de la variabilité totale observée. Leur contribution respective est de 66,53% et de 24,78%. Les variables LOGR (29,93%), LAGR (21,81%), POGR (21,82) sont celles qui ont contribué majoritairement à la formation de la composante F1 tandis que la composante F2 doit sa formation aux variables EPGR (25,11%) et IFGR (39,80%). La superposition des plans F1 et F2 des provenances avec celui des variables a permis de montrer que le sous-groupe 1 est caractérisé par les fortes valeurs des variables LOGR, LAGR, POGR et les faibles valeurs des variables EPGR et IFGR.

Le sous-groupe 2 est caractérisé par les fortes et faibles valeurs des variables LOGR, LAGR, POGR, EPGR et IFGR ; toutefois, il est majoritairement constitué par des provenances avec des valeurs faibles des variables LOGR, LAGR, POGR et IFGR.

Le sous-groupe 3 est caractérisé par les faibles valeurs des variables LOGR, LAGR, POGR et les fortes valeurs des variables EPGR et IFGR. Cette importante variabilité entre les provenances est conforme au résultat de l'analyse de la variance.

La classification ascendante hiérarchisée (CAH) à un niveau de similarité (0,995) a permis le regroupement des provenances en deux sous-groupes de provenances (C1 et C2C3).

Cette importante variabilité entre les provenances a été auparavant signalée par les travaux de Ruysen (1948), Aubréville (1950), et Bonkougou (1987) chez le karité, qui a une distribution naturelle voisine de celle du *néré*.

Les fortes variations entre les provenances de *P. biglobosa* ont également été mises en évidence par (Ouédraogo, 1995 ; Ouédraogo *et al.*, 2011). Cette variabilité entre les provenances de néré pourrait s'expliquer par les facteurs génétiques et environnementaux.

A l'exception du sous groupe C1 de l'Afrique Centrale qui comprend uniquement des provenances du Cameroun, le sous-groupe C2C3 de l'Afrique Occidentale est subdivisé en C2,

qui est constitué des provenances du Bénin, de la Côte d'Ivoire et de la Guinée et en C3, qui est représenté par les provenances de la Guinée et de la Côte d'Ivoire. Le regroupement de provenances issues de divers pays traduirait le fait que la similarité entre les provenances de divers pays ne serait pas tributaire de l'origine géographique du matériel végétal. Ce phénomène serait le résultat des flux de gènes liés à l'activité humaine, celle des oiseaux migrateurs sur de longues distances. Ce type de rapprochement a été observé dans une étude sur le tamarinier par Diallo et *al.*, (2007) entre les provenances de Kodiena (Burkina Faso) et Pamène (Sénégal). Nos résultats sont en conformité avec ceux de Ouédraogo (1995) qui, à partir des graines de *nééré* de provenances internationales, a mis en évidence un sous-groupe B qui regroupait des provenances du Mali, du Burkina et du Niger. Tout en poursuivant l'examen de la CAH, nous avons remarqué que les sous-groupes pourraient être discriminés en fonction d'un gradient clinal d'ordre longitudinal. En effet, le sous-groupe C1 est représenté uniquement par des provenances de longitude Est ; le sous-groupe C3, est caractérisé par des provenances de longitude Ouest. Dans le sous-groupe C2, nous retrouvons un mélange de provenances de longitude Est et Ouest. Ce résultat traduirait une variabilité morphologique des graines de *nééré* suivant un gradient longitudinal. La variabilité morphologique des feuilles et foliolules suivant un gradient latitudinal chez *P. biglobosa* avait été mis en évidence par Hopkins (1983). A partir des travaux de ce dernier, Bonkougou (1987) avait émis l'hypothèse de l'existence de groupes dont un groupe Oriental à foliolules relativement grandes et un autre groupe à foliolules plus petites. Ouédraogo (1995), a mis en évidence la variabilité de l'épaisseur de la graine de *nééré* en fonction de la longitude.

## **4.2. Viabilité des graines de *P. biglobosa* après une vingtaine d'années de conservation**

### **4.2.1. Analyse de la variance**

L'analyse de la variance pour le taux de germination a révélé une différence hautement significative ( $P = 0,001$ ) entre les provenances (Tableau XI). Cette forte variabilité a été mise en évidence par le test de comparaison des moyennes (Tableau XII) qui a permis l'identification de 11 sous-groupes de provenances avec des taux de germination variant de 0,83% à 14,67%. Après une longue période de conservation, nous avons constaté que les graines arrivent encore à germer. De tels résultats ont été mis en évidence par (Oubida, 2005 ; Sina, 2006). Selon Roberts (1973), les graines orthodoxes peuvent conserver leur viabilité pendant plusieurs centaines d'années lorsqu'elles sont bien conservées. En référence aux travaux de Sanou (1996) sur l'évaluation de la viabilité sur les mêmes lots de graines de *P. biglobosa*, nous constatons une importante baisse de la viabilité des graines après 20 ans. En effet, le même lot de graine avait des taux de germination variant de 62 à 100% (Sanou, 1996).

Les faibles valeurs de taux de germination que nous avons enregistrés sont conformes aux résultats de Oubida (2005) chez qui, après 20 ans de conservation, les graines de *Acacia senegal* ont subi une forte baisse de leur viabilité (94 à 0%). Oubida (2005) et Sina (2006) ayant évalué la viabilité des graines de néré après 20 ans de conservation ont également obtenu des faibles taux de germination ( $\leq 50\%$  voire nul). Cette forte baisse de la viabilité des graines serait liée aux conditions de conservation (teneur en eau), au vieillissement des graines, ou aux caractéristiques géographiques et climatiques du milieu d'origine des graines.

#### **4.2.2. Analyse de la régression**

L'analyse de la régression a révélé que la latitude ( $P = 0,01$ ), la pluviométrie ( $P = 0,000$ ) et la teneur en eau ( $P = 0,018$ ), seraient les variables explicatives de la viabilité des graines de néré (Tableau XIII). Le comportement du taux de germination suivant un gradient clinal d'ordre latitudinal, a montré une baisse du taux de germination au fur et à mesure que l'on se dirige vers les hautes latitudes. Selon (Pigott et Huntley, 1981 ; Payette et Delwaide, 1994 ; Kullman, 2007), certaines espèces présentent des populations de petites tailles, une faible croissance et un faible taux de reproduction à la limite nordique de leur répartition. A la limite de répartition des arbres, le climat peut empêcher une forme de croissance érigée et la production de graines viables essentielles pour la dispersion (Asselin et Payette, 2006). Ouédraogo et al., (2012) ont montré que le taux de survie des pieds de néré était élevé dans les hautes latitudes. Ce constat serait lié à une adaptation des pieds de néré aux conditions locales du milieu. Nous pouvons imaginer que cette adaptation pourrait être une réalité pour ce qui concerne le comportement de la viabilité des graines de *P. biglobosa* en fonction de la latitude. La variabilité du taux de germination en fonction de la pluviométrie (résultat non présenté) a montré que les fortes pluviométries ont un effet négatif sur la viabilité des graines. Un tel phénomène a été mis en évidence par Ouédraogo et al., (2012) sur la baisse du taux de survie des pieds de néré dans les zones à hautes pluviométries.

#### **4.2.3. Analyse de l'effet de la teneur en eau sur la viabilité des graines.**

L'analyse de l'effet de la teneur en eau sur la viabilité des graines a montré que les taux de germination des graines étaient très faibles (0,83 à 14,67%) lorsque leurs teneurs en eau étaient très élevées (8,46 à 14,25%). La teneur en eau jouerait un rôle prépondérant dans la viabilité des graines. Les travaux de Oubida (2005) et Sina (2006), ont réaffirmé que l'augmentation de la teneur en eau des graines entraînerait leur pourrissement, empêchant ainsi leur germination.

L'importante variabilité de la teneur en eau et du taux de germination entre les provenances seraient liée aux conditions instables de conservation des graines en chambre froide. Egalement, nous avons pu observer des provenances qui, malgré le niveau de teneur en eau élevée des graines, ont germé à un meilleur taux comparativement à d'autres provenances qui présentaient des niveaux de teneur en eau moins élevés. Cette information traduirait le fait que les graines n'aient pas toutes la même sensibilité face à l'imbibition à l'eau. Cela serait dû à la spécificité du patrimoine génétique des graines de néré dont les tissus seraient moins sensibles à une augmentation de la teneur en eau.



**CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

*Parkia biglobosa* est une espèce à fonctions multiples. Cependant, la faible disponibilité d'informations sur la variabilité génétique de l'espèce, constitue une entrave à sa domestication. La présente étude a investigué sur la variabilité morphologique et la viabilité à long terme des graines de *P. biglobosa* de provenances internationales en zone humide d'Afrique de l'Ouest et du Centre, afin de contribuer à une meilleure connaissance de la variabilité génétique de l'espèce. De façon générale, l'étude de la variabilité morphologique des graines (longueur, largeur, épaisseur, poids et l'index de la forme) et celle de la viabilité, a fait ressortir l'existence d'une importante variabilité entre les provenances ( $P = 0,000$ ). L'étude de la variabilité morphologique a mis en évidence, une variation longitudinale de l'épaisseur et de la longueur de la graine. Le regroupement de provenances de différents pays en sous-groupes homogènes, indépendamment des conditions locales de leurs milieux, laisse entrevoir l'existence d'une importante variabilité génétique chez *Parkia biglobosa* au-delà des flux des gènes. L'examen de la viabilité des graines a montré une importante perte génétique pour la banque de semences au regard des faibles taux de germination enregistrés (0,83 à 14,67%) par rapport à leur taux initial (62 à 100%). La limite nordique et les conditions de conservations seraient tributaires de la perte de viabilité des graines. Les résultats de l'étude pourraient servir dans les schémas de sélections et à l'amélioration génétique de l'espèce. Egalement, ils contribueraient à l'amélioration de la gestion des ressources génétiques dans les banques de semences. En dépit de la pertinence de l'étude, la généralisation de ses résultats à grande échelle ne pourrait s'effectuer en raison de la taille réduite de l'échantillon de travail. Pour une meilleure appréhension de la variabilité génétique chez *P. biglobosa*, nous souhaitons que davantage d'études du genre soient menées pour obtenir le maximum d'informations sur toute l'aire de distribution de l'espèce. Afin de capitaliser les acquis de cette étude, et pour mieux appréhender la domestication de *P. biglobosa*, il serait intéressant d'associer à ces travaux, des études faisant appel aux marqueurs génétiques qui serviront à déterminer les gènes responsables des caractères morpho-adaptatifs d'intérêt socio-économique. En outre, la poursuite des installations des tests de provenances avec des nombres représentatifs de pieds et de provenances pourraient fournir davantage d'informations sur la variabilité génétique chez *P. biglobosa*. La poursuite des investigations pour une meilleure caractérisation de la viabilité des graines en fonction des conditions du milieu est nécessaire; ce qui contribuerait à la préservation des accessions et de la biodiversité. Des mesures rigoureuses de conservation doivent être entreprises à l'endroit des accessions pour une meilleure conservation de la viabilité des graines.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adedayo B. C., Oboh G. et Akindahunsi A. A., 2010. Changes in the total phenol content and antioxidant properties of pepperfruit (*Dennettia tripetala*) with ripening. *African journal of Food Science*, Vol 4 (6), 403-409pp.
- Ake Assi L. et Guinko S., 1991. Plantes utilisées dans la médecine traditionnelle en Afrique de l'Ouest. Edition Roche, 151p.
- APFNL, 2013. Annuaire de statistiques quantitatives sur l'exploitation des produits forestiers non ligneux. FAO 2013, 36p.
- Arbonnier M., 2002. Arbres, arbustes et lianes de zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD. MNHN .IUCN, 573p.
- Asselin H. et Payette S., 2006. "Origin and long-term dynamics of a subarctic tree line." *Ecoscience*, vol. 13, 135-142pp.
- Aubréville A., 1950. Flore forestière soudano-guinéenne. A.O.F-CAMEROUN-AEF, 523P.
- Babalola F. D., 2012. Evaluation of the Marketing Chain of *Parkia biglobosa* (Jacq. Benth) R.Br. ex G. Don in South-West Nigeria; in *International Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol.1 N° 3, 210-217pp.
- Bayala J., Balesdent J., Marol C., Zapata F., Teklehaimanot Z. et Ouédraogo S. J., 2006. Relative contribution of trees and crops to soil carbon content in a parkland system in Burkina Faso using variations in natural <sup>13</sup>C abundance. *Journal Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76: 193-201pp.
- Berhaut J., 1975. Flore illustrée du Sénégal. Ed. Clairafrique, Dakar, Sénégal 4: 560-563 pp.
- Bonkougou E. G., 1987. Monographie du Néré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth : espèce agroforestière à usage multiples. IRBET, Ouagadougou, 42 p.
- Bonnah B., Akikokou K.A., Akpagana K. et Gbeassor M., 1998. Contribution à l'étude des propriétés pharmacologiques des extraits hydro-alcooliques des graines de *Parkia biglobosa*. *Sciences et Médecine* 00: 12-15pp.
- Breman H. et Kessler JJ., 1995. Woody plants in agro-ecosystems of semi-arid regions. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 340 p.
- CNSF, 2008. Catalogue de semences forestières 2008-2010. 19p.
- Daboué E. et Neya O., 2008. Inventaire des méthodes traditionnelles de conservation des semences dans les zones d'intervention du « Projet de Gestion Durable Des Ressources Forestières (PROGEREF) ». Rapport technique, N°, 34p.
- Dervin C., 1988. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? STATITCF, 75 p.
- Diallo B. O., Joly I. H., Hossaert-McKey M., McKey D. et Chevallier M.H., 2007. Genetic diversity of *Tamarindus indica* populations: Any clues on the origin from its current distribution? *African Journal of Biotechnology*. 6 (7) 853-860pp.
- Diamond J., 1997. *Guns, Germs and Steel: the fates of Human Societies*. Vintage, Random House, London, UK.
- FAO, 2012. Situation des forêts du monde. Rome, 2012, 66p.
- Fortin D., Lo M. et Maynard G., 1989. Plantes médicinales du Sahel. Editions CECI/ENDA, 200 – 201pp.

- Guinko S. et Pasgo L.J., 1992. Récolte et commercialisation des produits non ligneux des essences forestières locales dans le département de Zitenga, au Burkina Faso. *Unasylva* 43: 16-19pp.
- Hagos T. H., 1962. "A Revision of the Genus *Parkia* R. BR. (Mim.) in Africa". In: *Acta Botanica Neerlandica* 11: 231-265pp.
- Hahn-Hadjali D. et Thiombiano A., 2000. Perception des espèces en voie de disparition en milieu Gourmantché (Est du Burkina Faso). 285-297pp.
- Hall JB., Thomlinson HF., Oni PI., Buchy M. et Aebischer DP., 1997. A monograph of *Parkia biglobosa*. School of Agricultural and Forest Sciences Publication N°9, Bangor, University of Wales, 107 p.
- Hopkins HC., 1984. Floral biology and pollination ecology of the Neotropical species of *Parkia*. *Journal of Ecology* 72: 1- 23pp.
- Hopkins HC. et White F., 1984. The ecology and chorology of *Parkia* in Africa. Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique Bulletin National Plantentuin, 54: 235-266pp.
- Hopkins HC., 1983. The taxonomy reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoïdeae) in Africa and Madagascar. *Botanical Journal of the Linnean Society* 87: 135-167pp.
- Hopkins HC., 1986. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoïdeae). Flora Neotropica Monograph, 43:1-124pp.
- ISTA, 2009. International rules for seeds testing. Seed Sciences and Technology, volume 27, supplement 1.
- Keay R.W.J, 1958., *Parkia*. Dans: Flora of West Tropical Africa. Crown Agents, London, 2nd ed. 1: 487p.
- Kessler JJ., 1992. The Influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina Faso. *Agroforestry Systems* 17: 97-118pp.
- Ki G., 1994. Etude socio- économique de la gestion de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.BR. ex G.Don (Néré) au Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural (Eaux et Forêts), Université de Ouagadougou, 146 p.
- Kullman L., 2007. "Tree line population monitoring of *Pinus sylvestris* in the Swedish Scandes, 1973-2005: implications for tree line theory and climate change ecology." *Journal of Ecology*, vol. 95, 41-52pp.
- Kundu S. K., Islam Q. N., Emmanuel G. J. S. K. et Tigerstedt P. M. A., 1998. Observation on genotype x environment interactions and stability in the international neem (*Azadirachta indica* A. Juss) provenance trials in Bangladesh and India. *Forest genetics* 5 : 35-96pp.
- Lamien N. et Bamba A., 2008. Valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux au Burkina Faso: Etat des lieux et perspectives. Programme d'Amélioration des Revenus et de Sécurité alimentaire(ARSA) : Composante « Exploitation rentable des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) », 155p.
- Lassen K.M., 2004. Pollination of *Parkia biglobosa* in The Gambia-with Focus on Hoeybees as Pollinators. Master of Science Thesis.The Royal Veterinary and Agricultural University Frederiksberg, Denmark, 154 p.
- Legay J.M. et Debouzie F. A., 1985. Introduction à la biologie des populations. Masson, Paris. 512p.



- Luckow M. et Hopkins HC., 1995. A cladistic analysis of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *American Journal of Botany* 82: 1300-1320pp.
- Luckow M., 2005. Mimosaeae. In: Lewis G, Schrire B, Mackinder B & Lock M (eds) *Legumes of the world*. RBG Kew, 163-183pp.
- Maïga A., 1988. Contribution à la prospection et à la sélection des peuplements naturels de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, Université de Ouagadougou, 85p.
- Maydell (von). HJ., 1983. Arbres et arbustes du Sahel: leurs caractéristiques et leurs utilisations. Schftenreihe der GTZ n° 147, ESCHO, 531p.
- Nikiéma A., 2005. Agroforestry parkland species diversity: uses and management in semi-arid West Africa (Burkina Faso). PhD Thesis Wageningen University, 102p.
- Ntui O.V., Uyoh E. A., Urua I. S., Udensi O. U. et Okpako E. C., 2012. Regeneration of *Parkia biglobosa* Benth: An important tree species of Africa 169-177pp.
- Ouédraogo AS., 1995. *Parkia biglobosa* (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest: Biosystématique et Amélioration. Thèse doctorat Wageningen en University, Institute for Forestry and Nature Research, IBN-DLO, 205p.
- Ouédraogo M., Raebild A., Nikiema A. et Kjaer E.D., 2012. Evidence for important genetic differentiation between provenances of *Parkia biglobosa* from the Sudano-Sahelian zone of West Africa. *Agroforest Syst* 85 : 489-503pp.
- Payette S. et Delwaide A., 1994. "Growth of black spruce at its northern range limit in arctic Québec, Canada." *A retie and Alpine Research*, vol. 26, 174-179pp.
- Pigott C. D. et Huntley J. P., 1981. 'Factors controlling the distribution of *Tilia cordata* at the northern limits of its geographical range. 3. Nature and causes of seed sterility.' *New Phytologist*, vol. 87, 817-839pp.
- Ruysen B, 1957. Le karité au soudan. *Agronomie Tropicale* 1: 143 – 178pp.
- Sacandé M. et Clethero C., 2007. Seed leaflet. N°124, Septembre, 2p.
- Sanou L., 1996. Conservation ex-situ des semences de différentes provenances de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. en chambre froide. Rapport de fin d'étude, ENEF, 70p.
- Satabié B., 1989. Biosystématique et vicariance dans la flore Camerounaise : cas de quelques espèces arborescentes, écophylétiques. Thèse Doct. Et Sci. Nat., Université de Yaoundé, 299p.
- Shao M., 2000. *Parkia biglobosa*: Changes in resource allocation in Kandiga, Ghana. MSc thesis. Michigan Technical University, 106p.
- Sina S., 2006. Reproduction et Diversité Génétique chez *parkia biglobosa* (Jacq.) G. Don. PhD thesis Wageningen en University, Wageningen the Netherlands, 118p.
- Teklehaimanot Z., 1997. Germplasm conservation and improvement of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. For multipurpose use. Final report of EU-INCO research contract TS3\*-CT92-0072, 1993-1997, University of Wales, Bangor, 166p.
- Teklehaimanot Z., 2004. Exploiting the potential of indigenous agroforestry trees: *Parkia biglobosa* and *Vitellaria paradoxa* in sub-Saharan Africa. *Agrofor Syst* 61:207–220pp.
- Terrible M. P. B., 1975. Essai d'évaluation de la végétation ligneuse - Atlas de Haute Volta. Centre Voltaïque de la Recherche Scientifique, Services Forestiers de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Imprimerie de la Savane, Bobo-Dioulasso, 69p.

Tomlinson H., Traoré A. et Teklehaimanot Z., 1988. An investigation of the root distribution of *Parkia biglobosa* in Burkina Faso, West Africa, using a logarithmic spiraltrench. *Forest Ecology and Management* 107: 173-182pp.

**ANNEXES**

**Annexe 1 : Fiche de collecte des paramètres morphologiques des graines**

Date : .....

Espèce :.....

N°Fiche :.....

Observateur :.....

Pays	PROVENANCE	CODE ARBRE	REP	NUMGR	LOGR (mm)	LAGR (mm)	EPGR (mm)	POGR(g)	IFGR

**Légende :** REP= Répétition ; NUMGR= Numéro de la graine ; LOGR= Longueur de la graine ; LAGR= Largeur de la graine ; POGR= Poids de la graine ; EPGR= Epaisseur de la graine ; IFGR= Index de la forme de la graine.

**Annexe 2 : Fiche de détermination de la teneur en eau des semences**

Espèce : ..... N° CNSF : ..... date : .....

N° de la coupelle	P'	P''	P <sub>0</sub> = P'' - P'	P <sub>f</sub>	P <sub>1</sub> = P <sub>f</sub> - P'

$$TE = \frac{P_{om} - P_{1m}}{P_{om}} \times 100$$

**Légende :**

P' = Poids des coupelles sèches

P'' = Poids des coupelles sèches + graine « humides »

P<sub>0</sub> = Poids des graines « humides »

P<sub>om</sub> = Poids moyen des graines « humides »

P<sub>f</sub> = Poids des coupelles sèches + graines sèches

P<sub>1</sub> = Poids des graines sèches ; P<sub>1m</sub> = Poids moyen des graines sèches

**NB :** Placer les coupelles lavées durant 2 minutes dans l'étuve avant toute mesure lorsque la température de l'étuve est stabilisée à 100°C.

**Annexe 3 : Fiche de suivi de la germination**

**CENTRE NATIONAL DE SEMENCES FORESTIERES  
ESSAI DE GERMINATION**

Essai N° : ..... N° CNSF du lot : ..... Lieu essai : .....  
 Espèce : ..... Date de récolte : ..... Prétraitement : .....  
 Provenance : ..... Nombre de graines : ... Date/heure semis : .....

Numéros des boîtes									Observations
Date d'observation	Nb jours depuis semis	Rép.1	Rép.2	Rép.3	Rép.4	Total du jour	Total germés	%	
<b>Total</b>									

Date de clôture de l'essai : ..... Nom de l'observateur.....  
 Légende : Rep = répétition