

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un peuple – Un but – Une foi



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE

UNIVERSITE DE THIES

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'AGRICULTURE  
(ENSA)



## MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

**Option:** Foresterie et Environnement pour une Gestion Durable des Ressources Naturelles

*Etude des caractéristiques morphologiques et de la  
germination des noix de Anacardium occidentale L.  
de la région de Ziguinchor*

*Présenté et soutenu publiquement par:*

*M. Mamadou Lamine COLY*

**Devant le jury composé de :**

Pr. Abdoulaye DIENG, Directeur de l'ENSA	Président
M. Soulyèye BADIANE, Chargé de recherches ISRA/CNRF	Membre
M. Ismael DIALLO, Environnementaliste PRODAC	Membre
M. Massamba THIAM, Enseignant- Chercheur ENSA	Membre
Dr. Mamoudou Abdoul TOURE, Chargé de recherches, ISRA/CNRF	Membre
Pr. Samba Arouna Ndiaye SAMBA, Enseignant- Chercheur ENSA	Membre

Année Académique 2015-2016

## Table des matières

<i>Dédicaces</i> .....	iii
<i>Remerciements</i> .....	iv
<i>Listes des figures</i> .....	vi
<i>Listes des Photos</i> .....	vii
<i>Listes des tableaux</i> .....	viii
<i>Sigles et abréviations</i> .....	ix
RESUME.....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1. Etat des connaissances.....	3
1.1. Présentation de l'espèce .....	3
1.2. Répartition géographique et écologie .....	3
1.3. Description de l'espèce .....	3
1.5. Introduction de <i>Anacardium occidentale</i> au Sénégal.....	6
1.6. La sylviculture de l'espèce .....	8
1.6.1. Sélection des semences.....	8
1.6.2. Préparation et stockage des semences.....	8
1.6.3. La culture de l'anacarde .....	8
1.6.3.2. La multiplication végétative et gestion des plantations.....	10
1.7. Qualité des noix.....	11
Chapitre 2. Matériel et méthodes .....	13
2.1. Etude des traits morphologiques des noix.....	13
2.2. Etude de la qualité des noix et amandes d'anacarde.....	14
2.3. Expérimentation .....	15
2.4. Analyse des données .....	17
Chapitre 3. Résultats et discussion .....	18
3.1. Résultats .....	18
3.1.1. Caractérisation morphologique des noix de <i>Anacardium occidentale</i> .....	18
3.1.2. Qualité des noix et amande d'anacarde.....	20
3.1.3. Corrélation entre les variables morfo métriques et les variables qualitatives .....	23
3.1.4. Choix des meilleures accessions par rapport à la masse des noix et des amandes.....	23
3.1.5. Germination des noix de <i>Anacardium occidentale</i> .....	24
3.1.6. Croissance et développement des plants de <i>Anacardium occidentale</i> en pépinière.....	27

3.1.8. Choix des meilleures accessions par rapport à leur aptitude à la germination et à leur croissance ....	29
3.2. Discussion .....	31
3.2.1. Caractéristique morphologique des noix.....	31
3.2.2. Germination des noix de <i>Anacardium occidentale</i> .....	32
3.2.3. Croissance et développement des plantules de <i>Anacardium occidentale</i> .....	33
3.2.4. Qualité des noix.....	34
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	35
BIBLIOGRAPHIE.....	37
ANNEXES.....	43

## Dédicaces

*Je dédie ce mémoire de fin d'études à :*

- *Mes très chers parents pour tout l'intérêt qu'ils attachent à la recherche du savoir et la bonne éducation que nous avons reçue d'eux ;*
- *Ma très chère épouse Ndeye Binta DIEME, pour sa compréhension et tous ces moments de privation qu'elle a supportée à la faveur de cette formation ; Que ce travail soit pour vous un motif de satisfaction.*
- *Mes enfants, je veux nommer Khady Fatou Bintou COLY, Djibril Salif COLY, à qui j'ai privé d'un amour paternel pendant plus de deux longues années, votre sacrifice trouvera sa récompense à travers ce document ;*
- *A mes frères et sœurs, cousins et cousines, Soda, Rita, Moussa, Paby, Afang Abdou, Sény, Kabirou, Atitte, Sécouna, Sanou, Doua, Modou, Naby etc. pour leur soutien sans faille,*
- *A tous les étudiants de l'ENSA, en particulier ceux de Master Foresterie et Environnement pour une Gestion Durable des Ressources Naturelles à qui je souhaite plein succès ;*
- *A tous mes anciens promotionnaires de l'ENCR, ceux qui sont passés à l'ENSA avant moi, tout comme ceux qui sont présentement en cours de formation ainsi que ceux qui ambitionnent de venir à l'ENSA, je leur souhaite bonne chance.*

## Remerciements

Je tiens avant toute chose à remercier le Centre National de Recherches Forestières (CNRF) et plus particulièrement Mme. SANOGO Diaminatou, Directrice du Centre, pour avoir tout d'abord cru en ce projet et m'avoir permis de le mener à bien. Son accompagnement tout au long de ces six mois de stage fut précieux et riches d'enseignements. A travers ces remerciements, je pense aussi à Messieurs Souleye BADIANE chargé de Recherches au CNRF, Mamoudou Abdoul TOURE chargé de recherches au CNRF, mes tuteurs de stage pour vos conseils, vos remarques et votre disponibilité qui ont été déterminants. Et à Cheikh Omar SAMB pour son apport non moins important dans la mise en place du dispositif. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Je remercie également toute l'équipe du Centre National de Recherches Forestières (CNRF) de Dakar pour tous les moments partagés ensemble, Notamment les chercheurs, les ingénieurs, les techniciens, les pépiniéristes, les étudiants, les chauffeurs et les gardiens.

Je remercie bien évidemment Pr. Samba Arona Ndiaye SAMBA, en sa qualité de maître de stage au sein de l'Université de Thiès plus précisément à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) pour ses conseils avisés et sa disponibilité régulière durant cette période ainsi que pour sa participation et son investissement lors des différentes réunions réalisées avec le Centre National de Recherches Forestières (CNRF).

Mes remerciements également aux personnels de l'ENSA, plus particulièrement à :

Pr Abdoulaye DIENG, Directeur de l'ENSA de m'avoir accepté au sein de l'établissement qu'il dirige;

Dr Mamadou Thiām DIOP, Directeur des Etudes de L'ENSA. À travers lui tous le personnel administratif et technique.

Mr Massamba THIAM, Coordinateur du Master Foresterie et Environnement pour une Gestion Durable des Ressources Naturelles, pour m'avoir permis de faire ce master. A travers lui tous professeurs du master.

Dr Ibrahima DIEDHIYOU qui n'a ménagé aucun effort pour notre encadrement mais aussi qui a bien voulu partagé ses connaissances et son savoir-faire. Je vous souhaite bonne continuation sur la voie que vous avez tracée.

Pr Salïow Ndiaye, Enseignant à l'ENSA, pour son accueil et son soutien;

*Je transmets également un grand merci à M. Djibril DIEME et à son épouse Mariama SONKO, vos portes m'ont été grandement ouvertes pendant tout mon séjour à Dakar et pour la rédaction de ce mémoire. Trouvez ici l'expression de ma grande reconnaissance. A travers eux tous les membres de la famille DIEME.*

*Je ne pourrais terminer ces remerciements sans penser à la famille de Ives MANGA et son épouse à Oussouye, aux enseignants du CEM Aline Sitoé Diatta de Oussouye, aux membres de Eco-Rurale de Oussouye, à Ismaïla Diallo du PRODAC de Sédhiou, à Cheikh KANDJI du PAPEJF de Ziguinchor, à Malick DJIBA et aux membres de AGADA,.....*

*J'associe dans ces remerciements parents et amis, en somme, tous ceux qui, de près ou de loin, d'une façon ou d'une autre, ont contribué à un aboutissement heureux de ces deux longues et dures années de labeur.*

## *Listes des figures*

<b>Figure 1:</b> variation de la longueur des noix de Anacardium occidentale selon les accessions .....	18
<b>Figure 2:</b> variation de la largeur des noix de Anacardium occidentale selon les accessions .....	19
<b>Figure 3:</b> variation de l'épaisseur des noix de Anacardium occidentale selon les accessions .....	19
<b>Figure 4:</b> variation de la masse des noix de Anacardium occidentale selon les accessions.....	20
<b>Figure 5:</b> variation de la masse des amandes des noix de Anacardium occidentale selon les accessions ...	21
<b>Figure 6:</b> variation du masse des coques des noix de Anacardium occidentale selon les accessions.....	21
<b>Figure 7 :</b> Taux de défaut des noix de A. occidentale selon les accessions .....	22
<b>Figure 8:</b> variation du taux de remplissage en amande des noix de A. occidentale selon les accessions ....	22
<b>Figure 9 :</b> Analyse en Composantes Principales (ACP) de la matrice des noix de 18 accessions d'anacardiens x 4 variables morphologiques. ....	24
<b>Figure 10:</b> Taux de germination des noix en fonction des accessions .....	25
<b>Figure 11 :</b> Délai de germination en fonction des accessions .....	25
<b>Figure12:</b> Vitesse de la germination après semis en fonction des accessions.....	26
<b>Figure 13 :</b> variation de la hauteur des plantules de A. occidentale selon les accessions .....	27
<b>Figure 14:</b> variation du diamètre des plantules de Anacardium occidentale selon les accessions.....	28
<b>Figure 15 :</b> variation du nombre de feuilles des plantules de A. occidentale selon les accessions .....	28
<b>Figure 16 :</b> Analyse en Composantes Principales (ACP) de la matrice des noix de 18 accessions d'anacardier x 6 variables de germination et de croissance. ....	30

## *Listes des Photos*

<b>Photo1</b> : Jeune anacardier .....	4
<b>Photo 2</b> : Anacardier adulte .....	4
<b>Photo 3</b> : feuilles anacardier .....	4
<b>Photo 4</b> : fleurs anacardier .....	4
<b>Photo 5</b> : Fruit d'acajou immature .....	5
<b>Photo 6</b> : Pomme de cajou mature .....	5
<b>Photo 7</b> : Noix de cajou .....	5
<b>Photo 8</b> : Amande de cajou .....	5
<b>Photo 9</b> : mesure de la longueur de la noix .....	13
<b>Photo 10</b> : mesure de l'épaisseur de la noix .....	13
<b>Photo 11</b> : Prise du masse de la noix .....	14
<b>Photo 12</b> : mesure de largeur de la noix .....	14
<b>Photo 13</b> : matériel conservation et le décortilage .....	14
<b>Photo 14</b> : Décortilage de la noix avec pince à calao .....	14
<b>Photo 15</b> : Noix décortiquée .....	14
<b>Photo 16</b> : Extraction de l'amande .....	14
<b>Photo 17</b> : Trempage des noix .....	15
<b>Photo 18</b> : Dispositif en BAC .....	15
<b>Photo 19</b> : Position de semis .....	15
<b>Photo 20</b> = germination de la graine .....	15
<b>Photo 21</b> : mesure de la hauteur .....	16
<b>Photo 22</b> : mesure du diamètre .....	16

## *Listes des tableaux*

<b>Tableau 1</b> : Localisation, température et pluviométrie du site d'origine et de réception des noix .....	13
<b>Tableau 2</b> : Corrélation de Pearson entre les variables morpho métriques et les traits qualitatifs .....	23
<b>Tableau 3</b> . : Corrélation de Pearson entre les variables morpho métriques et les traits relatifs à la germination .....	26
<b>Tableau 4</b> : Corrélation de Pearson entre les variables morpho métriques et les traits relatifs à la croissance .....	29

# *Sigles et abréviations*

**ANACIM** : Agence Nationale de l'Aviation Civile et Météorologique

**ANOVA** : Analyse de variance

**BAC** : Bloc Aléatoire Complet

**CNRF** : Centre National de Recherches Forestières

**CNSL**: Cashew Nut Shell Liquid

**CORAF** : Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole.

**DG** : Délai de la Germination

**ENSA** : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture

**FAOSTAT**: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

**FIDA** : Fonds International de Développement Agricole

**IRD** : International Relief and Development

**PAEFK** : Projet d'Appui à l'Entreprenariat Forestier de Kolda

**PASA** : Projet Anacardier Sénégalo Allemand

**PCE** : Projet Croissance Economique

**PFRK** : Projet de Foresterie Rurale de Kolda

**PRDI** : Plan Régional de Développement Intégré

**SODENAS** : Société de Décorticage des Noix d'Anacarde du Sénégal

**TGF** : Taux de germination Final

**USAID** : Agence des Etats-Unis pour le Développement International

**VG** : Vitesse de la Germination

## RESUME

*Anacardium occidentale* L. est une espèce ligneuse à usages multiples ayant un potentiel socio-économique important. Les plantations de *Anacardium occidentale* au Sénégal ne cessent de prendre de l'ampleur. Le succès de ces dernières passera nécessairement par la sélection des accessions performantes et des noix de bonne qualité. Cette étude a porté sur la caractérisation morphologique et l'étude de la germination des noix de 18 accessions identifiées, baptisées et numérotées provenant de la région de Ziguinchor. Les résultats obtenus ont montré que les noix de l'accession de Dioubor BDB4 sont significativement plus lourdes (masse 15 noix = 10,67g, masse coque = 7,1 g et masse amande = 3,56 g), plus larges (2,5 cm) et plus épaisses (1,68 mm) et avec un taux de germination élevés (100%), a une vitesse de germination de 17 jours plus rapide que celle des autres accessions excepté celle de HK5. La caractérisation morphologique des noix et leur qualité ont permis de discriminer les accessions en deux groupes (faibles valeurs masses et fortes valeurs) et d'identifier les 09 meilleures notamment AGA1 de Adéane, (MK1 et BJK6) de Koundioundou, KDS1 de Daré Salam, PD1 de Diagon, (HK5 et KK2) de Kaguit, BRB1 de Boutoute et BDB4 de Dioubor. La hauteur (19,3 cm), le diamètre au collet (0,95 cm) et le nombre de feuilles par plant (12,8) sont significativement plus importants ( $P < 0,0001$ ) chez Dioubor BDB4 que chez des autres. Par contre, la germination des noix et la croissance des jeunes plants ont permis de discriminer les accessions en deux groupes et d'identifier les 11 meilleures notamment DD6 de Diagon, AGA1 de Adéane, (BDB4 et JRVDB5) de Dioubor, (MK1 et AK8) de Koundioundou, (BBDS1 et PDS1) de Daré Salam, ADB3' de Darou Khayrou, AB1 de Boutoute et HK5 de Kaguit. Il s'avère indispensable d'élargir cette étude à toutes les zones agro-écologiques du Sénégal afin de pouvoir sélectionner les meilleures provenances qui seront destinées aux programmes d'amélioration de la production et de la productivité des plantations d'anacardier.

**Mots-clés:** *Anacardium occidentale* L., caractérisation morphométrique, germination, croissance et de développement, Ziguinchor et Sénégal.

## ABSTRACT

*Anacardium occidentale* L. is a multiple purposes species of great socio-economic potential. *Anacardium* plantations are getting larger and larger in Senegal. The success of such development needs to identify and select best provenances on the basis of their productivity and their nut quality. This study focused on *Anacardium* nuts characterization and germination study of different nut origins (18 farmers) are identified, baptized and numbered from the Ziguinchor region. The results showed that Dioubor BDB4 has significantly heavier nuts (weight = 15 nuts 10,67g, hull weight = 7 1 g and weight = 3,56 g), width (2.5 cm) and thickness (1,68 mm) with a high germination rate (100%), a larger 17 days germination rate more important than the one of other farmers, except those of the farmer HK5. The nuts morphological characterization and quality study helped distinguish two groups (low weight values and high values) and indicate the 09 best origins: AGA1 of Adéane, (MK1 et BJK6) of Koundioundou, KDS1 of Daré Salam, PD1 of Diagon, (HK5 et KK2) of Kaguit, BRB1 of Boutoute and BDB4 of Dioubor. The height (0.95 cm), collar diameter (0.95cm) and the number of leaves per plant (12.8) were significantly greater ( $P < 0,0001$ ) for Dioubor BDB4 than for others. Consequently, nuts germination and growth of seedlings allowed to discriminate farmers (origins) into two groups and to identify the 11 best ones: DD6 of Diagon, AGA1 of Adéane, (BDB4 et JRVDB5) of Dioubor, (MK1 et AK8) of Koundioundou, (BBDS1 et PDS1) of Daré Salam, ADB3' of Darou Khayrou, AB1 of Boutoute and HK5 of Kaguit. It seems essential to extend this study to all agro-ecological zones of Senegal in order to select the best nuts origins that would be used in future *Anacardium* improvement programs to boost the plantations of cashew productivity.

**Key words:** *Anacardium occidentale* L., morphological characterization, germination, growth, Ziguinchor and Senegal.

## INTRODUCTION

*Anacardium occidentale* est une espèce appartenant à la famille des *Anacardiaceae*. C'est une plante à usages multiples (pharmacopée, bois de feu et de service, aliments, huile, savon, chocolat, etc.) ayant un potentiel considérable surtout dans les systèmes agroforestiers (Niang, 2002; Djaha, 2010). Elle est largement répandue dans le monde particulièrement dans les zones tropicales et subtropicales. En 2012, la production mondiale de noix de cajou était estimée à 2 200 000 tonnes, soit l'équivalent de 440 000 tonnes d'amande de cajou (ACA, 2010; Cisse, 2015). L'Afrique de l'Ouest est la 2<sup>e</sup> zone de production d'anacarde après le Sud-est de l'Asie avec 940 000 tonnes de noix soit 38% de la production mondiale. Cependant, les opportunités réelles offertes par la transformation des produits ne profitent pas encore à l'Afrique.

Au Sénégal, depuis 2009, l'anacardier constitue une culture fruitière de rente dont la production ne cesse d'augmenter, eu égard à l'accroissement des cours mondiaux de la noix et de la facilité d'installation de cette culture pérenne (Degue et al., 2003; Anonyme, 2006; Djaha, 2010). La production nationale sénégalaise est estimée à 15 000 tonnes de noix brutes (IRD, 2014) avec des superficies estimées entre 40 et 50 000 ha (Fatick, Kolda, Sédhiou et Ziguinchor). Le Sénégal est le 7<sup>e</sup> exportateur africain et 15<sup>e</sup> mondial de noix brutes de cajou. (IRD, 2014).

Toutefois, les rendements des vergers demeurent faibles au Sénégal, de l'ordre de 275 Kg/ha (Fatick 350, Kolda 250 et Ziguinchor 350) contre 450 Kg/ha en Côte d'Ivoire, 1200 Kg/ha en Guinée Bissau avec une moyenne mondiale de 1000 Kg/ha (USAID, 2006). Ce faible rendement peut être expliqué entre autres par le vieillissement de l'essentiel des plantations, l'utilisation des semences issues du matériel végétal non amélioré constitué de noix tout venant, des pratiques culturelles paysannes inadaptées liées principalement à la méconnaissance de la sylviculture de l'espèce, ...

D'ailleurs, selon le PRDI (2009) de la région de Ziguinchor, « en 1998, le kilo de noix coûtait moins de 150 F CFA. Ce prix est passé en 2002 à 300 F CFA / kg, puis à 450 F CFA en 2010, 500 F CFA en 2012 et 800 F CFA en 2015, au moment où l'arachide était vendue au maximum à 200 F CFA / kg ». Il s'y ajoute que peu d'études ont été effectuées sur les semences d'anacarde (Lefebvre, 1966; Djaha, 2010 ; Malou, 2014). Des recherches récentes ont montré que les provenances d'une même espèce peuvent présenter des différences significatives. C'est le cas de *Acacia senegal* (Diallo, 2010) et de *Jatropha curcas* L. (Ginwal et al., 2005; Ghosh & Singh, 2011). La germination est l'une des étapes les plus sensibles de la vie d'une plante (Koochaki, 1991 ; Ly et al., 2015). La variation de taille et de la masse des graines peut avoir un effet sur cette dernière et sur la vigueur des jeunes plants obtenus. Le succès de l'établissement et de la productivité des plantations est en partie déterminé par l'origine des graines (Lacaze, 1978 ; Ly et al., 2015). Des programmes de sélection ont été entrepris au Brésil, en Inde, en Thaïlande, en Tanzanie et en

Chine. En effet, ces différents pays producteurs ont pris conscience que les plantations issues de graines présentaient un certain nombre d'inconvénients donnent une production hétérogène, un faible rendement et un taux important de plantes atypiques (plantes non conformes à un type de référence) (Abreu *et al.* 2005; Soro 2012).

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'approfondissement des connaissances sur la production et la productivité des plantations d'anacardiens de la région de Ziguinchor, au Sénégal.

Pour atteindre cet objectif, trois objectifs spécifiques ont été fixés :

- ☞ évaluer les traits morphologiques des noix des accessions pressentis comme arbres candidats hauts producteurs ;
- ☞ déterminer leur aptitude à la germination ;
- ☞ étudier la performance des jeunes plants.

Pour atteindre ces objectifs, quatre hypothèses ont été testées au laboratoire et en pépinière :

- 🌳 Les accessions de *Anacardium occidentale* se distinguent par leurs traits morphométriques ;
- 🌳 La qualité de l'amande varie en fonction des traits morphométriques (taille) et de la masse des noix d'anacarde;
- 🌳 La capacité germinative des graines varient en fonction des accessions ;
- 🌳 La croissance et le développement des plants varient en fonction des accessions.

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Projet sous régional de Renforcement des Capacités des Acteurs de la Filière Anacarde en Afrique de l'Ouest financé par le Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole (CORAF).

Elle s'articule autour de trois chapitres : le premier porte sur une synthèse bibliographique présentant l'espèce, son utilité et utilisation, sa sylviculture et les critères de sélection des accessions de meilleures qualités, le second chapitre est relatif aux matériel et méthodes utilisés pour la mise en place des essais et enfin le troisième chapitre fait le point sur l'analyse des résultats et leur discussion.

# Chapitre 1. Etat des connaissances

## 1.1. Présentation de l'espèce

*Anacardium occidentale* L. est une espèce de la famille des Anacardiaceae (Berhaut, 1971 ; Niang, 2002 ; Malou, 2014). Cette famille contient 73 genres et 600 espèces. L'espèce est connue en français sous les noms de cajou, acajou ou pomme de cajou et en anglais elle est appelée cashew tree. Le nom cajou serait dérivé du *tupi-guarani* (tribu indienne du Nordeste du Brésil) « *acâ-ju* » qui signifie pomme jaune (Soro, 2012). *Anacardium occidentale* est l'Angiosperme, de la classe des dicotylédones, le plus commun et le plus important en terme économique (Sardinha, 1986 ; Diarra, 2014).

Les noms vernaculaires de l'espèce au Sénégal sont: *Darkassu* en Wolof, *Bu Kassia* ou *Lulumaye* en Diola, *Finza* en Bambara, *Daf Durubab* en Sérères.

## 1.2. Répartition géographique et écologie

*A. occidentale* est originaire des dunes littorales du nord-est du Brésil (Roussel, 1995 ; Badiane et Sy, 2005). L'anacardier a été introduit dans la côte du Malabar au XVI<sup>e</sup> siècle par les Portugais et ensuite dans les autres parties de l'Inde, de l'Asie du Sud et d'Afrique (Thevet, 1558 ; Baumer, 1995 ; Niang, 2002 ; Badiane et al., 2005).

C'est une espèce qui est aujourd'hui largement cultivé dans toutes les zones tropicales, comme en Afrique, aux Antilles, dans le Nord - est brésilien, en Asie du Sud-Est et en Inde. En Afrique, l'anacarde est rencontré en Côte d'Ivoire, en Tanzanie, en Guinée-Bissau, au Bénin, au Burkina Faso, au Ghana, en Mozambique, en Madagascar au Nigéria, au Togo et au Sénégal (FAOSTAT, 2011).

Au Sénégal, la production de noix de cajou est issue essentiellement des régions de Ziguinchor, Sédhiou, Kolda et Fatick (USAID /SAGIC, 2006).

Cette espèce peut pousser très vite, et peut supporter une pluviométrie allant de 500 à 4000 mm de pluie par an. Elle exige cependant de 1000 à 2000 mm de précipitations annuelles et une saison des pluies durant quatre à six mois pour produire des fruits de façon satisfaisante. Bien que rustique, elle se développe de préférence à des altitudes inférieures à 1000 m, dans les zones tropicales chaudes ayant une alternance de saisons chaudes et humides. Il s'adapte à divers sols, mais préfère des sols légers, sableux, profonds, bien drainés avec une teneur d'environ 25% d'argile car son pivot est très sensible à l'inondation. Il supporte des température de 12 – 32°C (Olosoumai et Agbodja, 2001).

## 1.3. Description de l'espèce

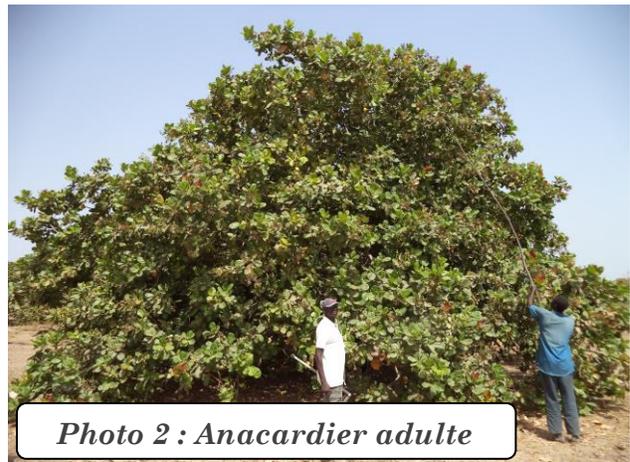
*Anacardium occidentale* est un arbuste ou arbre atteignant 6 – 12 m (parfois 15 m), avec une grande couronne hémisphérique, descendant parfois jusqu'au sol, au feuillage dense, persistant et vert foncé.

(Soro, 2012). Feuilles de 10 à 20 cm de long et jusqu'à 10 cm de large, ob - ovals, entières, épaisses, glabres, brillantes, avec une forte nervure centrale et 12 à 20 nervures latérales, rougeâtres ou vertes claires dans la jeunesse qui deviennent vertes foncées plus tard.

Les fleurs sont petites, verdâtres ou rouges violacées en touffes denses. Le fruit («noix de cajou») est suspendu au pédoncule renflé en forme de poivron rouge ou jaune («pomme de cajou») de taille variable. Cette «pomme» est charnue et juteuse. Les racines latérales sont très développées et s'étendent loin; le pivot pénètre à de grandes profondeurs. Les fruits se forment à la fin de la saison sèche. Ils ont une coque âcre et toxique qui renferme une amande blanche, comestible: la noix de cajou. C'est un akène de couleur grise ou brune - grise à maturité, réniforme et mesurant en moyenne 2,7 cm de long sur 2,1 cm de large et 1,6 cm d'épaisseur. Sa masse peut varier de 3 à 10 g, en moyenne 5 g, mais certaines peuvent atteindre 20 g au Brésil (Lautié *et al.* 2001). La pomme de cajou est le pédoncule hypertrophié de la noix de cajou. A maturité, elle est de couleur jaune, rouge ou orangée. Cette couleur est due à la fine couche cireuse qui constitue la peau de la pomme. Quelle que soit la couleur de la peau, la chair de la pomme est toujours jaune. La forme de la pomme est ronde ou cordiforme (forme de cœur), d'où son nom *Anacardium* qui signifie forme de cœur.



*Photo 1 : Jeune anacardier*



*Photo 2 : Anacardier adulte*



*Photo 3 : feuilles anacardier*



*Photo 4 : fleurs anacardier*



*Photo 5 : Fruit d'acaiou immature*



*Photo 6 : Pomme de cajou mature*



*Photo 7 : Noix de cajou*



*Photo 8 : Amande de cajou*

#### **1.4. Utilité et utilisation**

La noix de cajou offre des produits secondaires qui ont un intérêt économique. Ce sont les coques, qui servent de combustible et qui peuvent être utilisées aussi pour la fabrication de panneaux agglomérés très résistants aux insectes et à l'humidité (Soro, 2012). Les téguments ou pellicules sont transformés en aliment pour volailles à cause de leur richesse en protéines (Lautié *et al.*, 2001; Soro, 2012).

La noix fournit deux produits principaux :

- le premier, l'amande de cajou, est obtenue après décorticage de la noix. Elle est consommée salée ou pimentée, ou est utilisée dans l'industrie alimentaire pour faire des gâteaux, du chocolat, du nougat, de la confiserie, des crèmes glacées (Soro, 2012). Elle sert également à préparer du beurre d'anacarde. Après pression de l'amande, une huile est extraite, " l'huile des Caraïbes ", qui est comestible et utilisée également en pharmacie. Les tourteaux, issus du pressage, très riches en glucides et de bon goût, servent en pâtisserie et en confiserie (Soro, 2012).
- le second, le baume de cajou ou CNSL (Cashew Nut Shell Liquid), est un liquide oléagineux noirâtre et caustique extrait de la coque entourant l'amande. Il est employé dans diverses industries. Ainsi, il peut être transformé en diverses résines, utilisées pour la fabrication de garnitures de freins

et de disques d'embrayages, pour modifier les propriétés du caoutchouc, pour protéger les sols contre les produits chimiques, pour servir de revêtement imperméable aux surfaces métalliques et aux câbles électriques et pour servir de liant à de nombreux matériaux qui entrent dans la composition de certains adhésifs. Le baume peut être aussi transformé industriellement en des produits secondaires comme des encres indélébiles d'imprimerie, des désinfectants, des insecticides, des antiseptiques, des peintures, des vernis, des laques et des émaux. Sur le plan local, il est aussi utilisé pour ses propriétés médicinales (suppression des verrues, guérison de la lèpre, lutte contre le cancer, antiseptique) et pour ses propriétés imperméabilisantes (constructions en bois, fonds de bateaux et filets de pêche) (Lautié *et al.*, 2001; Soro, 2012).

Les feuilles servent de condiments et ont certaines propriétés thérapeutiques (brûlures). L'écorce riche en tanins est utilisée en tannerie. Elle possède également des propriétés médicales (constipations, aphtes,...). Le bois de couleur jaune à rouge, sert en ébénisterie et à la fabrication de caisses. Les gommés d'anacarde, exsudats qui s'écoulent du tronc et des branches des vieux arbres, servent à préparer des colles inattaquables par les insectes (pour les reliures) et à éliminer les verrues et les cors (Soro, 2012).

Le baume de cajou s'emploie pour faire tomber les dents cariées, pour combattre les dermatoses, les eczéma, les ulcères et comme tonique anti lépreux (ENDA, 1987). Beaucoup de guérisseurs préconisent la poudre d'écorces en fusion dans l'eau comme anti hypertensive. La macération de l'écorce dans de l'eau est utilisée contre le diabète. Aux Antilles et en Amérique du Sud, l'infusion aqueuse des feuilles et de l'écorce d'anacardier est préconisée dans le traitement de la diarrhée, de l'indigestion et des troubles stomacaux (Niang, 2002).

Le vin de cajou passe pour être un dépuratif énergétique, anti dysentérique et aussi diurétique, employé en frictions contre les rhumatismes, utilisé en gargarismes et est efficace contre les aphtes de la bouche. Il est aussi indiqué contre les catarrhes et pour arrêter les vomissements (Berhaut, 1971; Niang, 2002).

Dans le domaine forestier, l'anacardier est utilisé au Sénégal pour la fixation des dunes, comme haie de protection, pour matérialiser les limites des massifs forestiers et pour créer des vergers collectifs (Giffard, 1974; Niang, 2002).

### **1.5. Introduction de *Anacardium occidentale* au Sénégal**

La culture de l'anacardier a été introduite au Sénégal par les portugais il y a environ 3 siècles au niveau de la côte et surtout planté par les sérères (Berhaut, 1975; Badiane et Sy, 2005). Par la suite, pour des besoins de délimitation des forêts, des plantations d'anacardiens ont été initiées par le Service des Eaux et Forêts en 1949 (Giffard, 1977) dans le département de Foundiounne. C'est ainsi que s'est perpétuée cette activité dans cette zone.

Jusque vers les années 1970, la consommation de la pomme de cajou a été beaucoup plus importante que celle de la noix dont la faible exploitation était liée à la méconnaissance des techniques de transformation (Sardinha, 1986).

L'arrivée du Projet Anacardier Sénégal Allemand (PASA) initié en 1979 par la coopération bilatérale sénégal-allemande a développé la culture de l'anacarde au Sénégal et dans la région de Fatick en particulier. Ceci a suscité la création de la Société de Décorticage des Noix d'Anacarde du Sénégal (SODENAS) en 1986 pour prendre en charge le décorticage et la transformation des noix sénégalaises. Ces différentes structures autour de l'anacarde ont fait découvrir aux populations la forte valeur ajoutée des produits de l'anacarde.

Ainsi le PASA, entre 1979 et 1991, a encadré les paysans des localités de Fatick et Sokone et a pu planter 530 000 anacardiers sur 6000 ha (Sardinha, 1986). Dans sa dernière phase, de 1992 à 1994, le PASA s'était orienté vers la recherche appliquée destinée à améliorer le matériel végétal et les techniques culturales de l'anacardier (Thiakane E.H. (2012).

Pour ce faire, le PASA avait orienté son intervention tout d'abord (1979 à 1991) sur l'aménagement et la protection des plantations et ensuite (1992 à 1994) sur l'amélioration du matériel végétal. La stratégie adoptée était axée sur la sélection massale à travers des critères tels que la taille de la noix, l'état sanitaire de l'arbre et la production fruitière (Sardinha, 1986). L'objectif était d'avoir de produits compétitifs sur le marché.

En 1990 avec l'arrivée des exportateurs indiens, la commercialisation de la noix a pris une autre tournure du fait de l'importance de la chaîne de valeur et des divers acteurs qui y participaient allant du producteur à l'exportateur (Sardinha, 1986).

Il en est de même du Projet de *Protection des Forêts du Sud* (PPFS) pour les régions de Ziguinchor, Kolda et Sédhiou (Badiane et Sy, 2005). Les Projets *Foresterie Rurale de Kolda* (PFRK) et *Appui à l'Entreprenariat Forestier de Kolda* (PAEFK) (2000 -2004) sont aussi intervenus dans les régions de Kolda et Sédhiou contribuant à l'expansion de la filière anacarde.

Outre ces différents projets forestiers de l'État financés dans le cadre de la coopération facilitant la mise en place de plantations, les projets d'assistance technique financés par l'USAID (Enterprise works (2002), Wula Nafaa, PCE), le FIDA (2004) et la Coopération Canadienne ont mis l'accent particulièrement sur la transformation.

Actuellement, la chaîne de valeur anacarde suscite beaucoup d'engouement de la part des populations à travers ces différents maillons (la production, la transformation, la commercialisation et le transport). C'est au cours des années 90, que des vergers ont été établis dans plusieurs villages de la région de Ziguinchor. Ils se sont développés rapidement du fait du potentiel existant dans la zone. La production de noix d'anacarde connaît une évolution significative en valeur et en superficie ce qui explique

l'engouement de certains paysans de la Région de Ziguinchor à vouloir abandonner les cultures traditionnelles au profit de la culture de l'anacarde, cependant cette dernière devra être mieux organisée (production - conservation - transformation - commercialisation) pour devenir une culture de rente intéressante sur le plan économique.

## **1.6. La sylviculture de l'espèce**

### **1.6.1. Sélection des semences**

Le choix des semences doit tenir compte de plusieurs critères de qualité : les noix doivent avoir des amandes entières, sans défauts et assez lourdes de manière à avoir entre 130 à 150 noix / kg. Elles doivent être saines, sans malformations avec une couleur grise uniforme (Trekpo, 2003). Ainsi, quatre étapes sont nécessaires pour une production à moindre coût de semences de qualité. Il s'agit notamment de 1) la sélection de vergers âgés d'au moins 8 à 10 ans, 2) la sélection d'au moins 5 à 10 meilleurs arbres par verger, 3) la récolte arbre par arbre de la production des noix et 4) les traitements des noix pour l'obtention des semences. (Lacroix, 2003).

NB: La bonne semence d'anacarde doit avoir au moins 85% de taux de germination.

### **1.6.2. Préparation et stockage des semences**

Les noix d'acajou ramassées, triées et séchées sont par la suite mises dans des sacs en jute. Les sacs contenant les noix sont stockés dans une chambre ou un endroit sec, bien aéré et propre. Les sacs doivent être entreposés sur des planches en bois ou sur des briques pour faciliter l'aération. Ils ne doivent pas aussi être en contact avec le mur; entre le toit et les sacs entreposés il doit y avoir une distance minimale de 1m. Les abords immédiats du magasin doivent être bien nettoyés afin d'éloigner les souris ou tout autre rongeur pouvant causer des dégâts dans les stocks (Trekpo, 2003).

Avant d'être mise en stock, les noix doivent être séchées au soleil pendant au moins deux à trois jours aussitôt après la récolte jusqu'à ce que le taux d'humidité n'excède pas 10% (Sedjro, 2002). Pour ce qui concerne les semences, la durée de conservation à l'air ambiant après récolte est de quatre mois environ ; après quoi, il y a des pertes de viabilité (pouvoir germinatif des semences) (Lacroix, 2003).

### **1.6.3. La culture de l'anacarde**

La culture de l'anacarde peut être mise en place de plusieurs manières : elle peut se réaliser en semis direct, en plants élevés en pépinière ou à travers des techniques de multiplication végétative.

### 1.6.3.1. Multiplication à partir des semences

Les semences plantées directement dans le sol est jusqu'à présent la méthode culturale dominante pour l'installation des plantations d'anacarde dans la région de Ziguinchor (Diatta, 2014). L'opération se fait le plus souvent par semis direct de noix en pots de trois graines au début de l'hivernage. La noix semée doit être déposée dans le trou de manière que la partie convexe soit orientée vers le haut. Le point d'attache du pédoncule devra être dans une position oblique. Il est conseillé d'enfoncer la graine à 2 - 3 cm de profondeur de façon qu'au moment de la germination les cotylédons soient moins exposés aux animaux.

La plantation se fait avec une densité optimale qui varie de 100 à 130 pieds / ha. L'écartement recommandé entre les plants au départ est de 6 m x 6 m avec une éclaircie en 5<sup>e</sup> année pour une densité finale de 100 arbres à l'hectare (ha) (Diarra 2014).

La production des plants en pépinière est une opération qui fait appel à un certain nombre de techniques qui ne sont jusqu'à présent pas bien maîtrisées par les planteurs. Pour cette production, il faut disposer d'un substrat composé de terre humifère de bonne texture et de terreau si nécessaire. Ensuite arroser ce substrat plusieurs fois pendant deux ou trois semaines puis le tamiser en vue de supprimer les cailloux et autres éléments grossiers avant le repotage. Ce substrat est composé d'un mélange à raison de  $\frac{3}{4}$  en volume de terre et de  $\frac{1}{4}$  en volume de terreau. Avant le semis en pépinière, les noix sont trempées directement dans l'eau propre tiède pendant 24 à 72 heures. Il est à noter que l'utilisation d'eau souillée favorise la fonte de semis et ne permet pas une bonne germination des noix. Cette opération favorise la levée rapide de dormance des semences. Le semis est fait de façon superficielle dans le substrat à raison d'une ou deux noix par sachet. L'arrosage est réalisé deux fois par jour, matin et soir, pour permettre une germination homogène. Les jeunes plants doivent séjourner en pépinière 30 à 45 jours après la germination des noix avant leur transplantation. Dès le premier mois des plants en pépinière, l'ombrage est éliminé pour laisser les jeunes plants en pleine lumière pour assurer la pleine photosynthèse nécessaire à leur croissance équilibrée (Lacroix, 2003).

Le processus de la germination est lié à divers facteurs telles que la taille et la masse des graines. La masse des graines est positivement corrélée au taux de germination, au taux de survie et à la vigueur des plants (Aziz et Shaukat, 2010 ; Ly et *al.*, 2015). Les graines de grande taille ont un avantage sur les petites pendant la germination et l'établissement des jeunes plants (Jurado & Westoby, 1992).

La durée de la germination est aussi fonction de l'âge des noix et des conditions de semis (quantité d'eau, nature du sol,...). Cette durée est en moyenne de 14 jours dans les conditions normales pour des noix conservées pendant 1 mois à l'air ambiant. Cette durée est de 21 jours pour des noix âgées de 8 mois (INADES/RONGEAD, 2012). Selon Malou (2014) 29,47% des graines de *Anacardium occidentale*

germent après 12 à 16 jours après semis. Le même auteur a montré que le pourcentage de germination dépend de la position des noix lors du semis (arille tourné vers le haut, position ventrale ou dorsale).

### 1.6.3.2. La multiplication végétative et gestion des plantations

La multiplication végétative peut être utilisée pour produire le matériel végétal à partir de l'arbre mère (de phénotype supérieur) sélectionné. Un certain nombre de techniques de propagation végétative sont utilisées avec des résultats probants. Il s'agit du marcottage aérien (Inde, Tanzanie) avec 70 et 90% de réussite, éventuellement par bouturage de tiges (Lefebvre, 1966). Le greffage de bourgeon terminal d'anacarde ou tip - grafting a permis d'obtenir au Mozambique un taux de réussite de 60% (Badiane et *al.*, 2005).

Le greffage du matériel juvénile a permis également d'obtenir des taux de survie de 100% pour les porte-greffes Costa Rica, 95,53% pour les porte-greffes Benin jaune et Henry et 91,66% pour le porte-greffe James. Pour les greffons adultes, le taux de survie le plus important a été obtenu avec le porte-greffe Benin jaune (29,16%), suivi de ceux de Costa Rica et Henry (en moyenne 25%). Par contre, le porte-greffe James a donné le taux le plus faible (20,33% ; Goudiaby, 2014).

Des techniques de propagation *in vitro* (micro bouturage) ont été développées dans le cadre de l'amélioration de l'espèce (Das et *al.*, 1996 ; Diarra, 2014).

Dans le sud du Sénégal, les itinéraires de gestion des plantations les plus fréquents sont extensifs voir très extensifs ; l'entretien du verger se fait manuellement par un désherbage pour faciliter la récolte qui intervient de mi-mars à fin mai avec une demande en main d'œuvre importante, toute la famille y participe (Diarra, 2014).

Selon Cisse D. (2014), dans la région de Ziguinchor la gestion des plantations se fait généralement par les hommes (74%) bien qu'il ait des propriétaires femmes (24%). Dans la Communauté rurale de Niaguis, 90% des détenteurs des plantations d'anacardier sont des hommes (2014). Les études de Topper et Kasuga (2003), en Tanzanie ont montré que l'âge moyen des chefs d'exploitation est compris entre 44 et 51 ans dans la région du Sud et entre 52 et 56 ans dans la partie Nord.

Par ailleurs cette forte proportion de personnes âgées dans la création et la gestion des plantations pourrait s'expliquer par le manque d'intérêt des jeunes pour la plantation de l'anacardier ou la non accessibilité aux terres ou tout simplement par l'exode rural des jeunes vers les grandes villes. Ce constat traduit que la plantation d'anacardiens demeure une activité des producteurs d'âge relativement avancé. Dans la région de Ziguinchor, l'âge moyen des planteurs est de  $52,57 \pm 12,48$  ans (Diarra, 2014).

S'agissant des plantations d'anacardier, la moyenne d'âge est de 17,33 ans dans la communauté rurale de Niaguis (Diarra, 2014). Malgré le fait que les vergers soient âgés, les producteurs changent rarement le matériel végétal, même lors d'une baisse de production (Cisse, 2014). Dans un tel contexte, la

sélection des variétés est très importante car elle permet d'augmenter les rendements. Les critères de sélection pourront être, entre autres, le rendement de production compris entre 1300 et 5000 kg/ha/an au Brésil, la résistance à certaines maladies, la dimension du fruit, les caractéristiques physico-chimiques des noix et des pommes de cajou, la hauteur des arbres, etc. (Soro, 2012)

L'anacardier est souvent sujet à certaines attaques parasitaires dont les plus courantes sont celles qui causent l'antracnose et la moisissure noire de l'oïdium. Ces phytopathologies sont responsables des attaques des inflorescences des fruits et nuisent directement à la production.

Les insectes nuisibles les plus couramment rencontrés sont les chenilles dévoreuses et enrouleuses de feuilles (*Eutelia* et *Sylepta*), les cochenilles, les thrips, les flatidés et trois espèces de *Helopeltis* (*H. anacardii*, *H. shoutedeni* et *H. antonii*). Ces insectes piquent les feuilles, les bourgeons et les pousses tendres créant des taches brunes qui se nécrosent en quelques jours. *Pseudotheraptus wayi*, insecte attaquant les cocotiers, peut aussi affecter l'anacardier. Enfin, *Acrocercops syngamma* cause aussi des pertes dans la production en provoquant la chute des feuilles (Lautié *et al.*, 2001).

## 1.7. Qualité des noix

La qualité des noix dépend fortement du respect de certaines pratiques. Elles doivent être ramassées à terre et non cueillies sur l'arbre sans rester trop longtemps au sol pour éviter le développement de moisissures. Les noix récoltées sont ensuite séchées au soleil pendant 3 jours pour une bonne conservation. Les rendements moyens sont variables d'un pays à l'autre (IRD, 2012). Les principaux facteurs de variation sont le climat, la fertilité des sols, les variétés de semences et les pratiques culturales (entretiens, éclaircies,...).

Les noix sont achetées pour leur amande par les industries alimentaires. Mais auparavant, ces noix doivent faire l'objet de vérification en vue de sélectionner celles pouvant avoir un bon rendement après usinage. Des critères sont donc fixés dans le but de faire une classification des noix et des amandes. C'est l'ensemble de ces caractéristiques qui confère à la noix la qualité souhaitée. Deux tests clés ont été utilisés pour déterminer la qualité des noix : le test de dénombrement des noix et le test de rendement.

- **Test de dénombrement des noix**

Ce test est le plus facile à effectuer et donne une indication de la taille des noix brutes par comptage du nombre de noix brutes au kg. Les noix sont sélectionnées de manière aléatoire dans les sacs et pesées jusqu'à 1 kg et ensuite, le nombre de noix est déterminé. Plus les noix sont grosses, moins de noix seront nécessaires pour parvenir à un kilogramme. En conséquence, dans le test de dénombrement de noix, moins il y a de noix, mieux cela vaut.

- **Rendement de la noix de cajou et méthode de calcul**

Regarder la taille de la noix de l'extérieur ne constitue pas une mesure fiable de la qualité. En fonction des pratiques de production et de collecte utilisées au niveau de la plantation, on peut avoir à l'intérieur une amande de bonne ou de mauvaise qualité. ***Combien paieriez-vous pour une boîte si vous ne savez pas ce qu'elle renferme à l'intérieur ?*** Les acheteurs de noix de cajou sont disposés à prendre des risques mais ils essaient de les réduire au minimum en procédant à un échantillonnage des noix pour évaluer leur qualité.

Le second test effectué, à savoir le test de rendement, indique la quantité du volume d'amande à l'intérieur de la coque qui est de bonne qualité. La procédure du test de rendement requiert que les noix soient ouvertes, l'amande à l'intérieure analysée et la détermination du pourcentage de noix classées selon les cinq catégories de qualité ci-après :

- 1) amande de bonne qualité (bonne forme, bonne taille et couleur blanche) ;
- 2) amande tachetée (présentant des tâches noires ou sombres) ;
- 3) amande prématurée (peu développée, de masse léger et plissée) ;
- 4) amandes mouillées/humides (pourcentage élevé d'humidité dont on peut se rendre compte à vue d'œil ou au toucher) ;
- 5) amande pourrie (présentant des maladies, des signes de destruction par les insectes ou autres facteurs).

Ces deux tests, le test de dénombrement et le test de rendement, sont ensuite combinés pour déterminer la note globale de la qualité. La considération fondamentale est qu'une noix de cajou de qualité tient à la combinaison de noix de grandes tailles (faible dénombrement de noix au kilo) et à un pourcentage élevé d'amande à l'intérieur de la coque (rendement élevé).

## Chapitre 2. Matériel et méthodes

L'étude a été conduite au Centre National de Recherches Forestières (CNRF) sis à la Route des Pères Maristes de la ville de Dakar, à l'Ouest du Sénégal. Le centre s'étend sur une superficie d'environ 1,5 ha. Elle est située entre 14°43 N et 17°26 W. Le climat, de type canarien sous l'influence de l'océan atlantique, est caractérisé par deux saisons : une saison sèche d'octobre à juin et une saison pluvieuse, de juillet à septembre.

Les noix utilisées dans cette étude ont été fournies par le CNRF. Elles ont été récoltées en fin mai 2015 et proviennent de dix-huit (18) accessions de *A. occidentale*. Il s'agit des noix des accessions de : Boutoute (AB1, CB1 et BRB1), Dioubor (ADB3, JRVDB5 et BDB4), Darou Khayrou (ADB3'), Adéane (AGA1), Koundioundou (AK8, BJK6 et MK1), Daré Salam (BBDS1, PDS1 et KDS1), Diagon (DD6 et PD1) et Kaguit (HK5 et KK2).

*Tableau 1 : Localisation, température et pluviométrie du site d'origine et de réception des noix*

Sites	Coordonnées Géographiques	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)	Pluviométrie moyenne (mm)
Ziguinchor	12°47' N et 16°13' O	22	35	1553,225
Dakar	14°41' N et 17°26' O	22	29	650

Source : ANACIM, 2015

### 2.1. Etude des traits morphologiques des noix

Pour chaque accession (18 au total), un échantillon de 30 noix a été constitué au hasard pour étudier leurs caractéristiques morphologiques. La longueur, la largeur, l'épaisseur des noix ont été déterminées à l'aide d'un pied à coulisse. La masse des 30 noix a été également déterminé à l'aide d'une balance de précision (Digital Scale, Professionnal-MINI de 500 g x 0,1 g).



*Photo 9: mesure de la longueur de la noix*



*Photo 10 : mesure de l'épaisseur de la noix*



*Photo 11: Prise de la masse de la noix*



*Photo 12 : mesure de largeur de la noix*

## 2.2. Etude de la qualité des noix et amandes d'anacarde

Pour étudier la qualité des noix et amandes, 15 noix ont été prises au hasard parmi les 30 noix échantillonnées par accession. Elles ont ensuite été décortiquées à l'aide d'une pince à calao. Une observation de la qualité des amandes, extraites grâce à un couteau, a été faite avec beaucoup d'attention (Voir photos suivantes). Une balance de précision a été utilisée pour déterminer la masse des amandes. Pour cette étude, vu le petit nombre de noix, elle a été faite sur la masse moyenne des noix, la masse de l'amande, le taux de défaut et le taux de remplissage des noix d'anacarde.



*Photo 13 : matériel conservation et le décortiquage*



*Photo 14 : Décortiquage de la noix avec pince à calao*



*Photo 15: Noix décortiquée*



*Photo 16 : Extraction de l'amande*

## 2.3. Expérimentation

### 2.3.1. Etude de la germination des noix en pépinière

Pour déterminer l'aptitude à la germination des noix des accessions pressentis pour être utilisés comme porte-greffes, un dispositif expérimental en Bloc Aléatoire Complet (BAC) a été mis en place avec un seul facteur étudié : l'accession avec 18 niveaux, soit 18 traitements. Chaque traitement a été répété trois (3) fois. Pour chaque traitement cinq noix ont été utilisées. Au total 270 noix (18 x 3 x 5) ont été utilisées, soit 90 noix par répétition.

La qualité des semences a été évaluée avant le semis par la technique de flottaison. Seules les noix immergées ont été retenues. Elles ont été semées dans des gaines (15 cm x 25 cm) contenant un substrat composé de 60% de sable de dunes et de 40% de terreau (terre humifère) mélangés et tamisés. La profondeur de semis était à 2,5 à 4 cm et l'attache pédonculaire des noix tournée vers le haut (Djaha, 2010 ; Malou, 2014). Les gaines ont été ensuite arrimées à même le sol et non ombragés. Les gaines contenant les semences ont été arrosées deux fois jours en dehors des heures chaudes de la journée. Une graine a germé lorsqu'il y a émergence de la radicule et qu'elle soit visible.



Les observations quotidiennes effectuées ont consisté à enregistrer les dates de germination et à compter le nombre de noix germées. Le taux de germination final (TGF), la Vitesse de Germination (VG) et le Délai de germination (DG) ont été déterminés selon les formules suivantes :

- **Taux de germination final** =  $\frac{\text{Nombre de graines ayant germé}}{\text{Nombre total de graines semées}} * 100$
- **Vitesse de germination (VG)** = temps au bout duquel on atteint 50% de graines germées (Come, 1970; Scott *et al*, 1984).
- **Le Délai de germination (DG)**: est l'intervalle de temps entre le semis et les premières graines germées (Bayarassou, 2011 ; Samb, 2015).

Trente (30) jours après la germination, les plantules issues des graines ayant germées ont été classés par individu et par bloc pour le test de vigueur. La hauteur des tiges principales des plantes a été mesurée à l'aide d'une règle graduée (cm). Le diamètre des plants a également été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. Le nombre de feuilles pour chaque plant a aussi été déterminé. Pour évaluer la vigueur des jeunes plants, une comparaison de la hauteur des plants, du diamètre et du nombre de feuille par individu a été faite.



*Photo 21 : mesure de la hauteur*



*Photo 22 : mesure du diamètre*

## 2.4. Analyse des données

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Excel qui a également servi pour la confection des graphes. Le logiciel Statistix 8.1 a été utilisé pour le calcul des moyennes, de la variance, des écart-types, l'analyse de variance et la comparaison des moyennes avec le test de Least significant difference (LSD) au seuil de 5%. Des corrélations ont été effectuées entre les différents paramètres en utilisant la méthode de Pearson.

Le logiciel SPAD a été utilisé pour effectuer une analyse en composantes principales (ACP) dans le but de choisir les noix des meilleures accessions d'une part et de sélectionner les meilleures noix présentant une capacité de germination élevée et permettant une croissance importante des plants issus de ces noix, d'autre part. Dans le premier cas, l'ACP a porté sur la matrice constituée de 18 accessions ou lignes (arbres candidats pour être des greffons) et 07 colonnes ou variables (18 x 07). Les variables utilisées pour l'ACP sont la longueur de la noix, la largeur, l'épaisseur, la masse des noix, la masse de l'amande, le taux de défauts en amandes et le taux de remplissage en amandes.

Pour ce qui est du choix des noix présentant une capacité de germination élevée et de croissance importante des plants, l'ACP a porté sur une matrice de 18 accessions x 03 variables de la germination et 03 de croissance. Les variables utilisées sont le taux de germination, la vitesse de germination et le délai de germination pour la germination et la hauteur, le diamètre et le nombre de feuilles des plants, pour la croissance.

L'interprétation de l'ACP est basée sur le taux d'inertie des différents axes identifiés, les valeurs propres qui traduisent les contributions des accessions ou des variables à la formation des axes et l'analyse ainsi que la comparaison des plans factoriels obtenus. Il convient de préciser que le taux d'inertie traduit la part de variance absorbée ou expliquée par un axe comparativement à la variance totale.

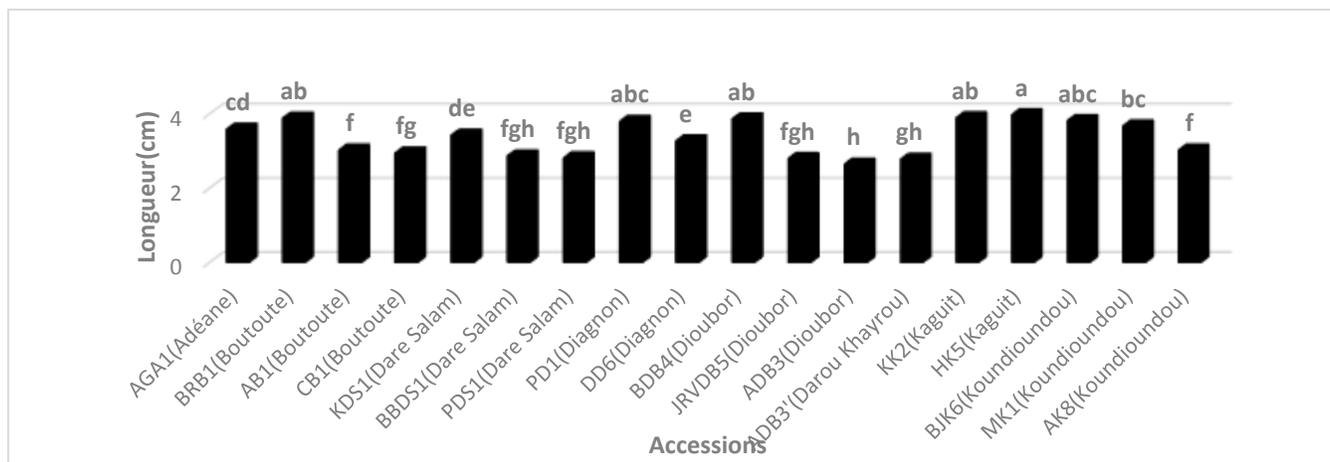
# Chapitre 3. Résultats et discussion

## 3.1. Résultats

### 3.1.1. Caractérisation morphologique des noix de *Anacardium occidentale*

- **Variation de la longueur des noix**

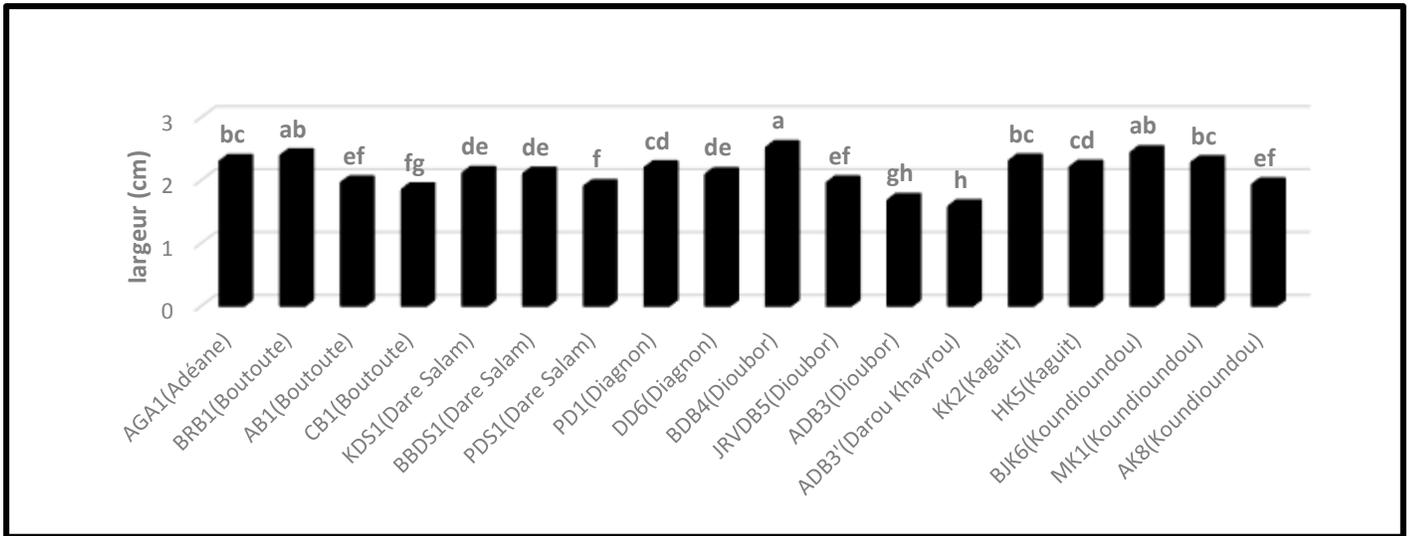
L'analyse de variance effectuée sur la longueur des noix a révélé des différences significatives entre les accessions ( $P = 0,0033$ ). En effet, les noix de Kaguit HK5 ont enregistré la longueur la plus importante (3,97 cm). Elles ont été suivies par celles de Kaguit KK2 (3,89 cm), de Boutoute BRB1 (3,88 cm) et de Dioubor BDB4 (3,86 cm). La plus faible longueur a été produite par Dioubor ADB3 (2,64 cm). Pour les autres accessions, la longueur des noix se situait entre 2,77 et 3,81 cm. (figure 1).



**Figure 1: variation de la longueur des noix de *Anacardium occidentale* selon les accessions**

- **Variation de la largeur des noix**

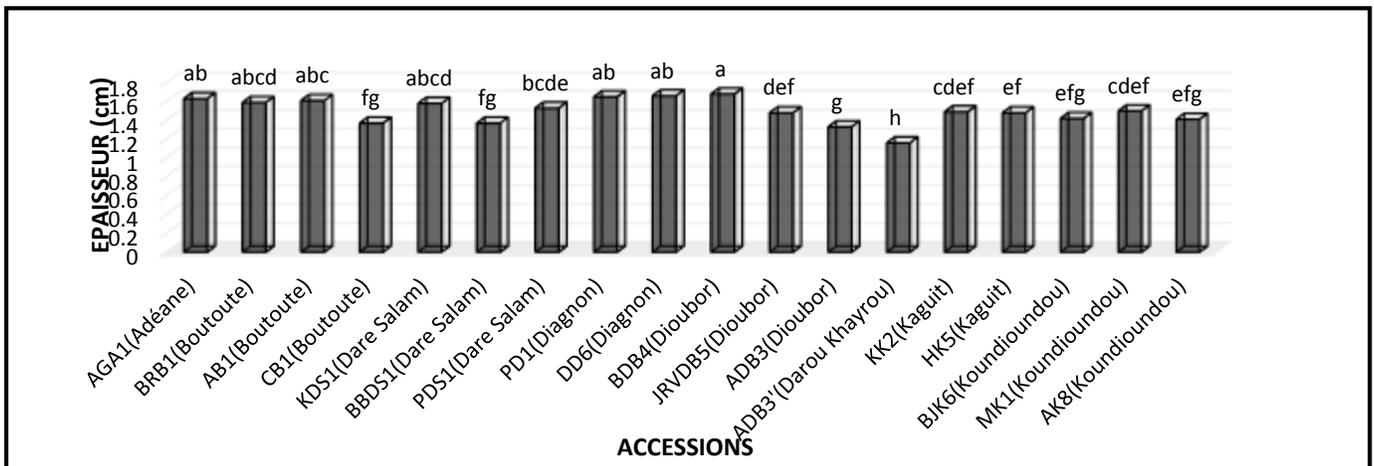
Une différence hautement significative ( $P < 0,0001$ ) a été notée sur la largeur des noix des accessions étudiées (figure 2). Les noix de Dioubor BDB4 ont été les plus larges (2,52 cm) suivies par celles de Koundioundou BJK6 (2,44 cm) et de Boutoute BRB1 (2,39 cm). La plus faible largeur a été obtenue par Darou Khayrou ADB3 (1,58 cm). La largeur des noix se situait entre 1,68 et 2,30 cm pour les autres accessions.



**Figure 2: variation de la largeur des noix de *Anacardium occidentale* selon les accessions**

- **Variation de l'épaisseur des noix**

L'épaisseur des noix a significativement variée en fonction des accessions ( $P < 0,0001$ ). Les noix de Dioubor BDB4 ont été les plus épaisses (1,68 cm). Elles ont été suivies par celles de Diagon DD6 (1,66 cm), Diagon PD1 (1,66cm) et Adéane AGA1 (1,63 cm). La plus petite épaisseur a été obtenue par Darou Khayrou ADB3', en moyenne 1,16. Concernant les autres accessions, l'épaisseur des noix s'est située entre 1,33 et 1,61 cm (figure 3)

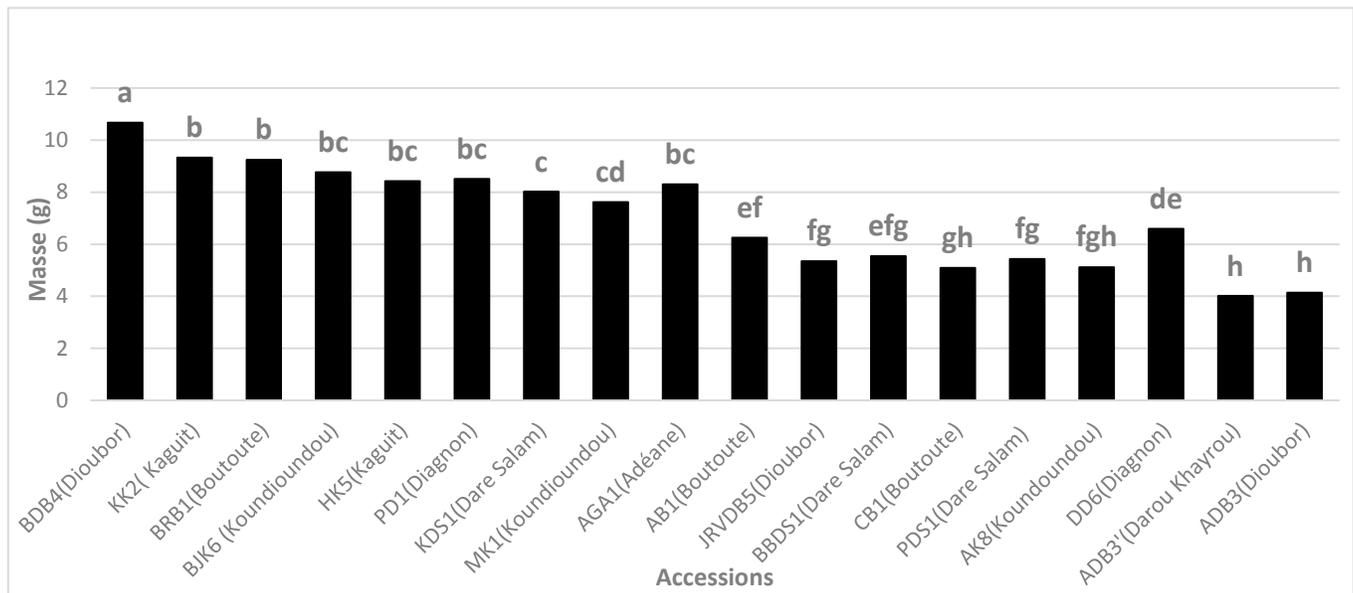


**Figure 3: variation de l'épaisseur des noix de *Anacardium occidentale* selon les accessions**

### 3.1.2. Qualité des noix et amande d'anacarde

- **Variation de la masse des noix de *Anacardium occidentale***

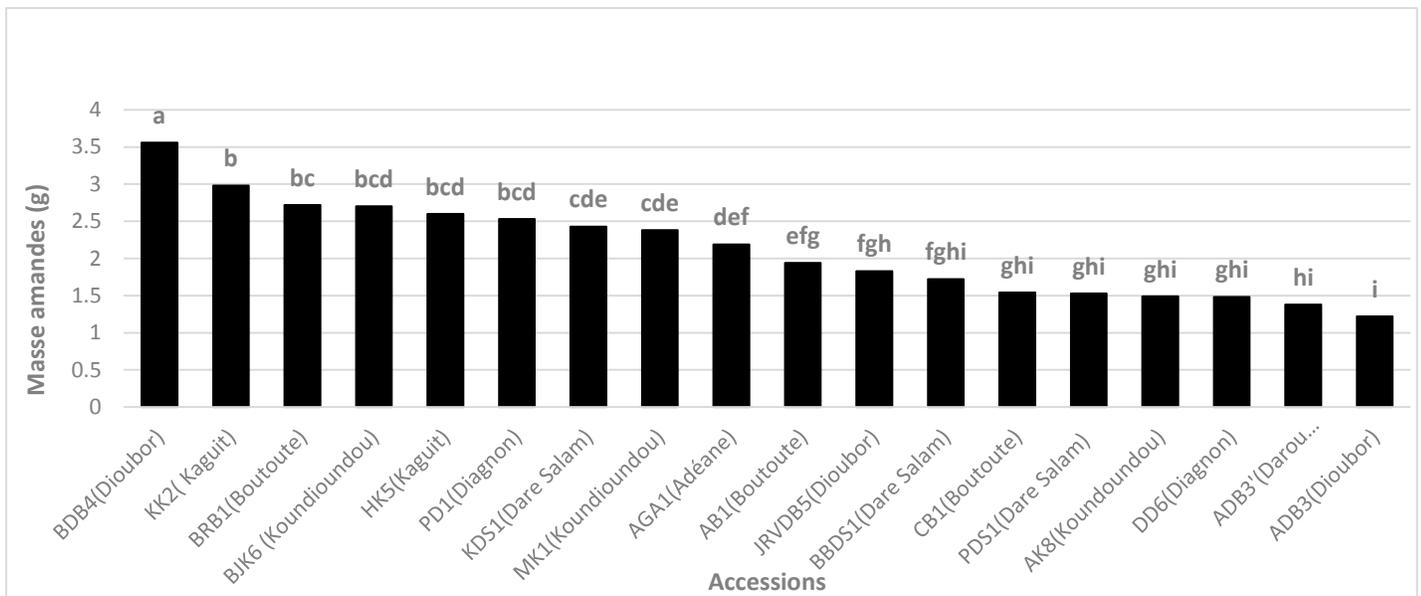
La masse des noix d'anacarde a varié en fonction des accessions ( $P = 0,0002$  ; figure 4). Les noix de Dioubor BDB4 ont été plus lourdes (10,66 g). Elles sont suivies par celles de Kaguit KK2 (9,33 g) et de Boutoute BRB1 (9,25 g). Les plus faibles masses ont été obtenues avec Darou Khayrou ADB3' (4,01 g) et Dioubor ADB3 (4,14 g). Concernant les autres accessions, la masse des noix se situait entre 5,12 g et 8,02 g.



*Figure 4: variation de la masse des noix de Anacardium occidentale selon les accessions*

- **Variation de la masse des amandes de *Anacardium occidentale***

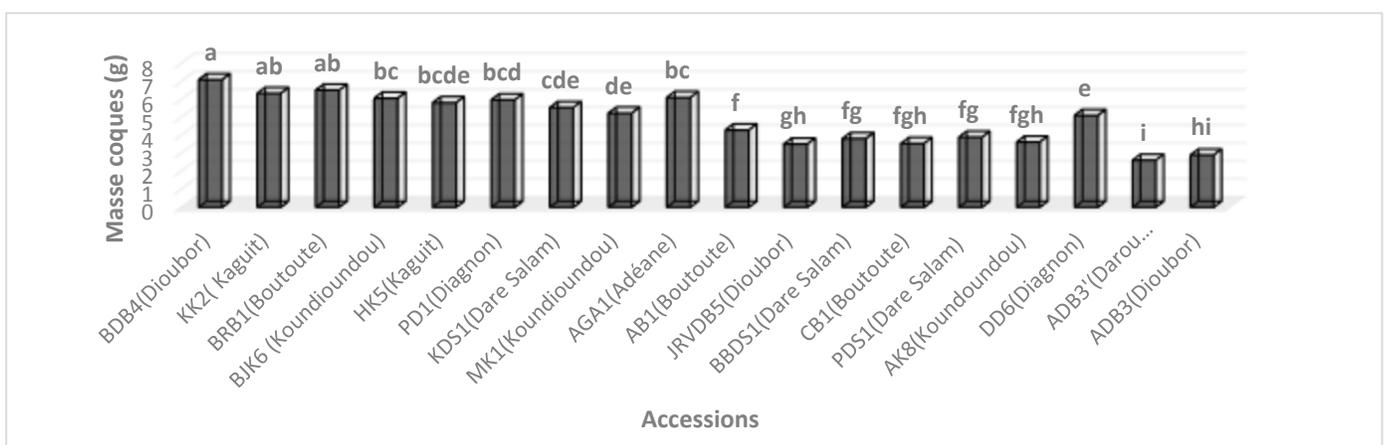
La masse des amandes a significativement varié en fonction des accessions ( $P = 0,0001$  ; figure 5). Les noix Dioubor BDB4 (3,56 g) ont enregistré la plus importante masse d'amande. Elles ont été suivies par celles de Kaguit KK2 (2,98 g). La plus faible masse a été obtenue par Dioubor ADB3 (1,22 g). Pour les autres, la masse des amandes se situait entre 1,38 g et 2,72 g.



**Figure 5: variation de la masse des amandes des noix de *Anacardium occidentale* selon les accessions**

**• Variation de la masse de la coque de *Anacardium occidentale***

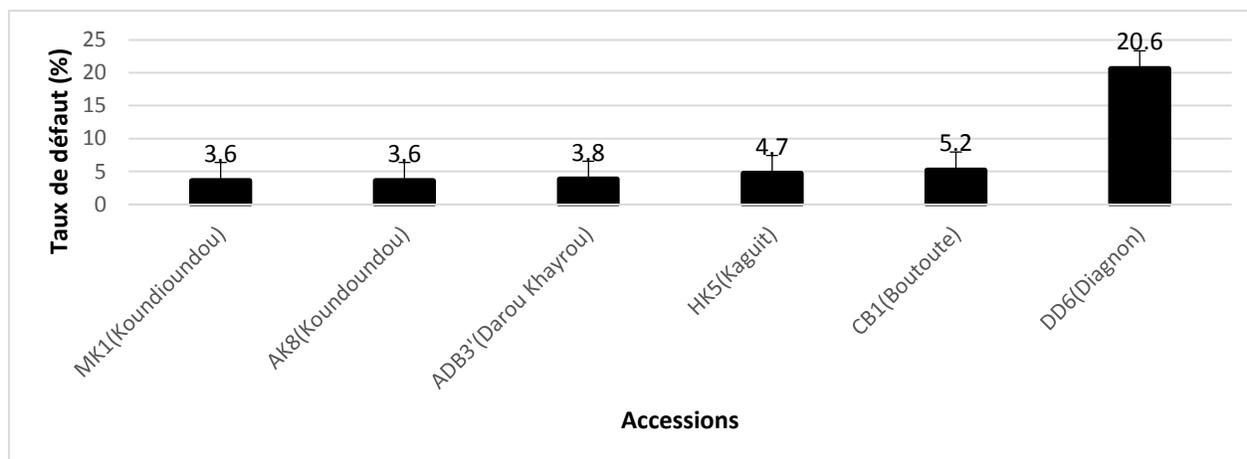
Le masse de la coque a significativement ( $P = 0,0003$  ; figure 6) varié entre les accessions. Les noix de Dioubor BDB4 ont présenté la masse de coque la plus élevée (7,1 g). Elles ont été suivies par celles de Boutoute BRB1 (6,52 g) et de Kaguit KK2 (6,34 g). La plus faible masse de coque a été obtenue par Darou Khayrou ADB3' (2,62 g). La masse de coque se situait entre 2,91 g et 6,11 g pour les autres accessions (figure 6).



**Figure 6: variation de la masse des coques des noix de *Anacardium occidentale* selon les accessions**

- **Variation du taux de défaut des amandes de *Anacardium occidentale***

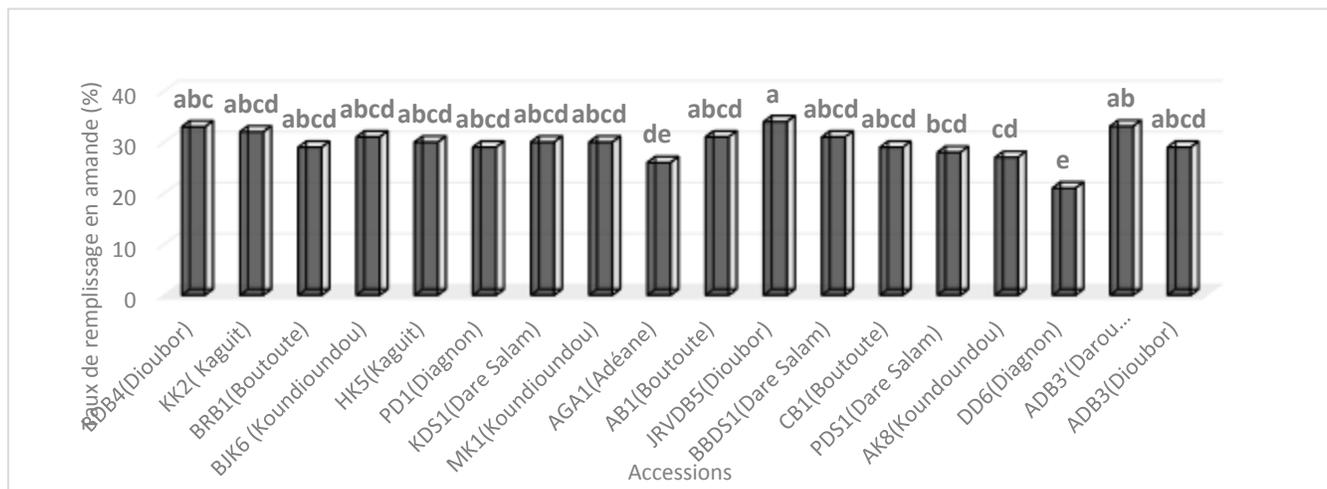
La figure 7 présente le taux de défaut en fonction des accessions. Les noix de Diagon DD6 ont enregistré le taux de défaut le plus élevé (20,6%). Elles sont suivies par celles de Boutoute CB1 avec 5,2%. Cependant, sur les 18 accessions, six ont présentés un défaut de maturité (figure 7).



**Figure 7 : Taux de défaut des noix de *A. occidentale* selon les accessions**

- **Variation du taux de remplissage d'amande de *Anacardium occidentale***

Le taux de remplissage d'amande a varié entre les accessions ( $P < 0,0001$ ). Les noix de Dioubor JRVDB5 ont donné le taux le plus élevé (34%). Elles ont été suivies par celles de Darou Khayrou ADB3 (33,1%). Le taux le plus faible a été obtenu par Diagon DD6 (21%). Pour les autres accessions, le taux de remplissage varie de 26 à 33% (figure 8).



**Figure 8: variation du taux de remplissage en amande des noix de *A. occidentale* selon les accessions**

### 3.1.3. Corrélation entre les variables morpho métriques et les variables qualitatives

Le test de corrélation effectué entre les traits morpho-métriques des noix et les traits relatifs à leur qualité a montré que la masse des noix est positivement corrélée à la masse de la coque ( $r = 0,98$  ;  $P = 0,0003$ ), à la masse de l'amande ( $r = 0,92$  ;  $P < 0,0001$ ) et à la longueur des noix ( $r = 0,90$  ;  $P = 0,0033$ ). Cependant, il est très faiblement corrélé au taux de remplissage en amande ( $r = 0,12$  ;  $P < 0,0001$ ). Le taux de remplissage a été positivement corrélée à la masse des amandes ( $r = 0,42$  ;  $P < 0,0001$ ), à la largeur des noix  $r = 0,01$  ;  $P < 0,0001$ ). Cependant, le taux de remplissage est négativement corrélée à la longueur des noix ( $r = -0,02$  ;  $P < 0,0001$ ), à l'épaisseur ( $r = -0,13$  ;  $P < 0,0001$ ) et à la masse des coques ( $r = -0,05$  ;  $P = 0,0003$ ; tableau 2).

Tableau 2: Corrélation de Pearson entre les variables morpho métriques et les traits qualitatifs

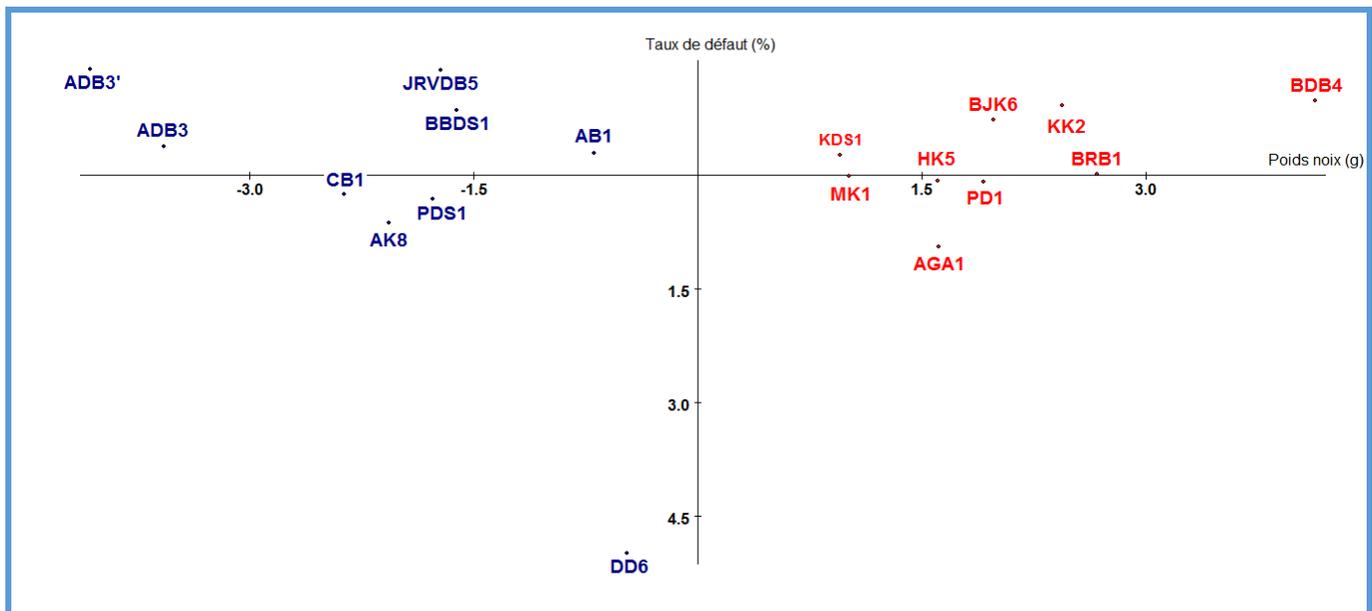
Variables	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)	Masse noix (g)	Masse amande (g)	Taux de remplissage (%)
Largeur (cm)	0,79 ( $< 0,0001$ )					
Epaisseur (cm)	0,19 ( $< 0,0001$ )	0,10 ( $< 0,0001$ )				
Masse noix	0,90 ( $=0,0002$ )	0,80 ( $=0,0003$ )	0,32 ( $=0,0003$ )			
Masse amande	0,79 ( $< 0,0001$ )	0,69 ( $< 0,0001$ )	0,20 ( $< 0,0001$ )	0,92 ( $< 0,0001$ )		
Taux de remplissage	-0,02 ( $< 0,0001$ )	0,01 ( $< 0,0001$ )	-0,13 ( $< 0,0001$ )	0,12 ( $< 0,0001$ )	0,42	
Masse coque	0,90 ( $=0,0003$ )	0,80 ( $=0,0003$ )	0,37 ( $=0,0003$ )	0,98 ( $=0,0003$ )	0,81 ( $=0,0003$ )	-0,05 ( $=0,0003$ )

### 3.1.4. Choix des meilleures accessions par rapport à la masse des noix et des amandes

Les résultats de l'analyse en composantes principales sur la matrice 18 accessions x 07variables (04 morphologiques et 03 de qualité) sont consignées dans la figure 9 qui représente la carte factorielle des accessions dans le plan principal (1 x 2). Il en ressort que les axes 1 et 2 expliquent 88,38% de la variabilité totale.

Toutefois, il est remarquable de noter que l'axe 1 explique à lui seul 64,90% de cette variabilité. C'est pourquoi, notre analyse a porté essentiellement sur cet axe 1. Il discrimine nettement deux groupes d'accessions. Le premier groupe se positionne en abscisses négatives et comprend 9 accessions (ADB3', ADB3, CB1, JRVDB5, BBDS1, PDS1, AK8, DD6 et AB1). Il se caractérise par de faibles valeurs de masses des noix (4,01 - 6,59 g/ accession). Le second groupe se situe en abscisses positives et est composé de 9 accessions (AGA1, MK1, KDS1, PD1, HK5, BJK6, BRB1, KK2 et BDB4). Il se particularise par de

fortes valeurs de masses des noix (7,62 - 10,67 g/accession). L'axe 1 traduirait donc un gradient de masse des accessions.

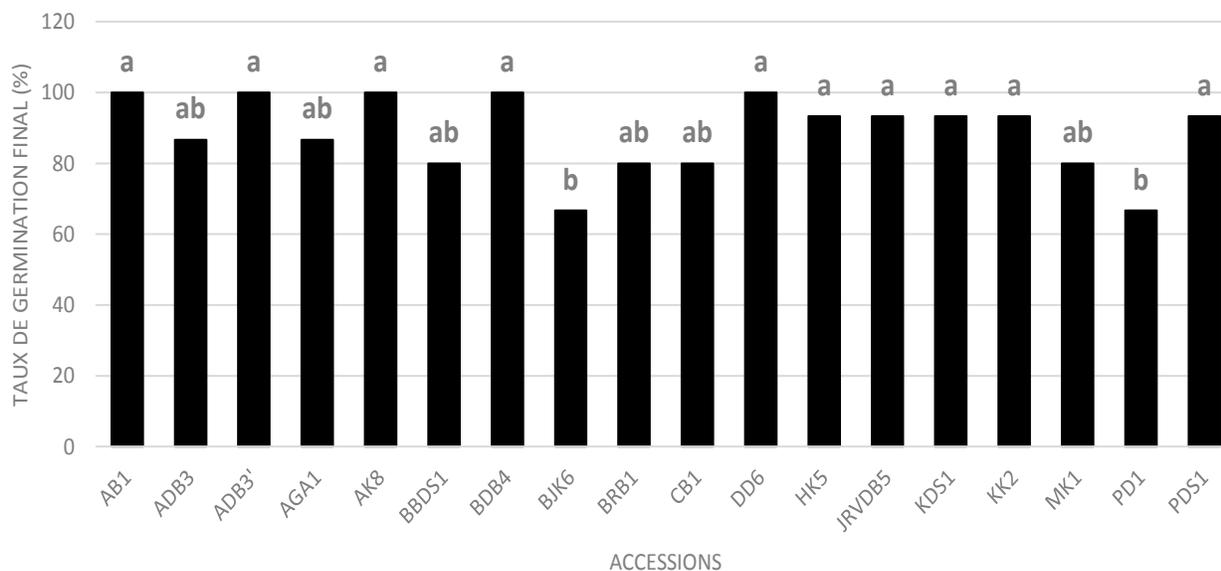


**Figure 9 : Analyse en Composantes Principales (ACP) de la matrice des noix de 18 accessions d'anacardiers x 4 variables morphologiques.**

### 3.1.5. Germination des noix de *Anacardium occidentale*

#### 3.1.5.1. Taux de Germination Final (TGF) des noix

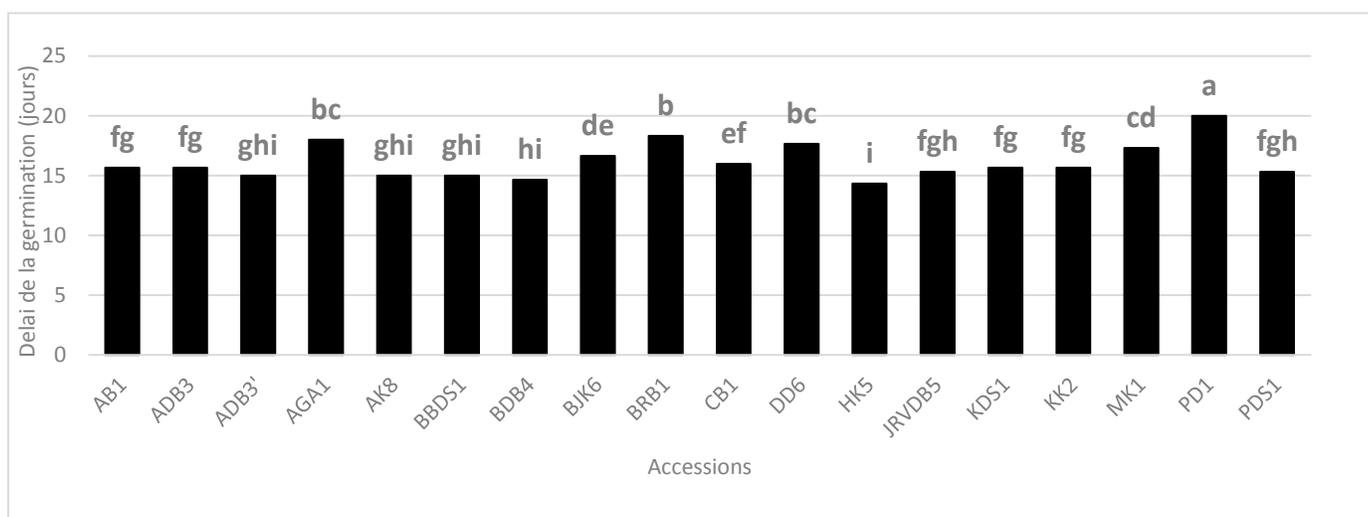
Le taux de germination des noix a été fonction des accessions ( $P = 0,0006$ , figure 10). Les noix de Boutoute AB1, Darou Khayrou ADB3', Dioubor BDB4, Diagon DD6, Kaguit HK5, Dioubor JRVDB5, Daré Salam KDS1, Kaguit KK2, Daré Salam PDS1 et de Koundioundou AK8 ont enregistré les meilleurs taux de germination (93,3% à 100%). Par contre, celles de Diagon PD1 et de Koundioundou BJK6 ont obtenu les taux les plus faibles (71,4%) (figure 10).



*Figure 10: Taux de germination des noix en fonction des accessions*

### 3.1.5.2. Délai de germination

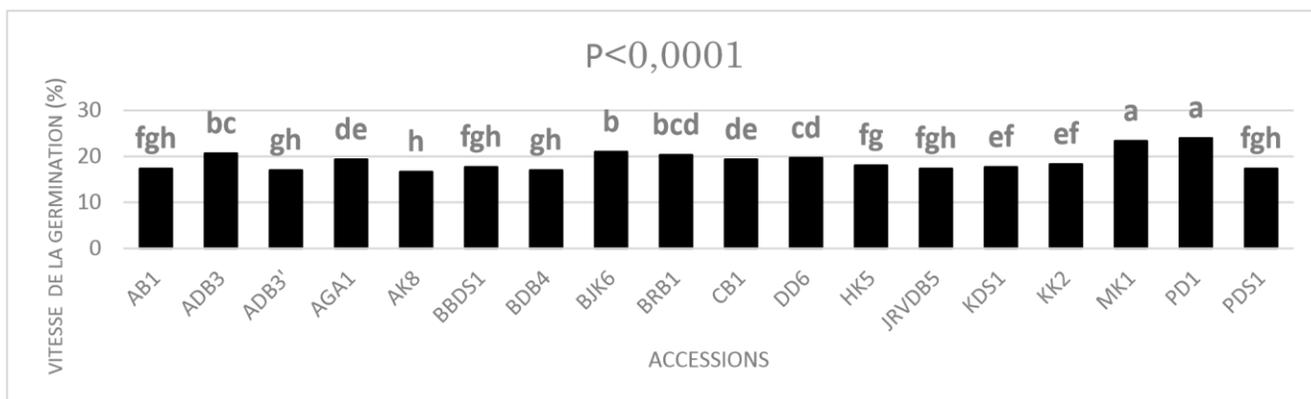
La figure 11 présente le délai de germination en fonction des accessions, avec une différence hautement significative ( $P < 0,0001$ ). Le délai de germination des noix a été de 20 jours pour Diagon PD1. Il a duré moins de 15 jours pour celles de Kaguit HK5 et de Dioubor BDB4 et entre 15 et 18 jours pour les autres accessions (figure 11).



*Figure 11 : Délai de germination en fonction des accessions*

### 3.1.5.3. Vitesse de la Germination (VG)

La vitesse de la germination a varié suivant les accessions ( $P < 0,0001$ ). Les noix de Boutoute AB1, Koundioundou AK8, Daré Salam PDS1, Darou Khayrou ADB3', Dioubor BDB4, Daré Salam BBDS1, Kaguit HK5 et de Dioubor JRVDB5 ont atteint les 50% de germination 17 jours après le semis alors que ceux de Diagon PD1 ont atteint les 50% de germination 24 jours après le semis. Pour les autres accessions, le temps de germination à 50% a varié entre 18 et 23 jours après le semis (figure 12).



*Figure12: Vitesse de la germination après semis en fonction des accessions*

### 3.1.5.4. Corrélations entre les variables morpho métriques des noix et le pouvoir germinatif

Un test de corrélation entre les caractéristiques morphométriques des noix et les pouvoirs germinatifs a montré de faibles corrélations. Ainsi, la longueur des noix a positivement été corrélée à la vitesse de germination ( $r = 0,37$ ;  $P < 0,0001$ ) et au délai de la germination ( $r = 0,25$ ;  $P < 0,0001$ ). Cependant, elle a négativement été corrélée au taux de germination ( $r = -0,04$ ;  $P = 0,0006$ ). Par ailleurs, l'épaisseur des noix a positivement été corrélée au taux de germination ( $r = 0,06$ ;  $P = 0,0006$ ), à la vitesse de germination ( $r = 0,06$ ;  $P < 0,0001$ ) et au délai de la germination ( $r = 0,21$ ;  $P < 0,0001$ ). La largeur des noix a été positivement corrélée au délai de la germination ( $r = 0,21$ ;  $P < 0,0001$ ). Cependant elle a négativement été corrélée au taux de germination ( $r = -0,01$ ;  $P = 0,0006$ ). La masse des noix a été positivement corrélée au délai de la germination ( $r = 0,08$ ;  $P < 0,0001$ ), à la vitesse de la germination ( $r = 0,11$ ;  $P < 0,0001$ ) et au taux de la germination ( $r = 0,05$ ;  $P = 0,0006$ ; tableau 3).

*Tableau 3. : Corrélation de Pearson entre les variables morpho métriques et les traits relatifs à la germination*

Variables	Longueur (cm)	Masse (g)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)
<b>Délai de la germination</b>	<b>0,25</b> ( $< 0,0001$ )	0,08 ( $< 0,0001$ )	0,23 ( $< 0,0001$ )	<b>0,21</b> ( $< 0,0001$ )
<b>Vitesse de la</b>	<b>0,37</b> ( $< 0,0001$ )	0,11 ( $< 0,0001$ )	0,30 ( $< 0,0001$ )	0,06 ( $< 0,0001$ )

---

## Germination

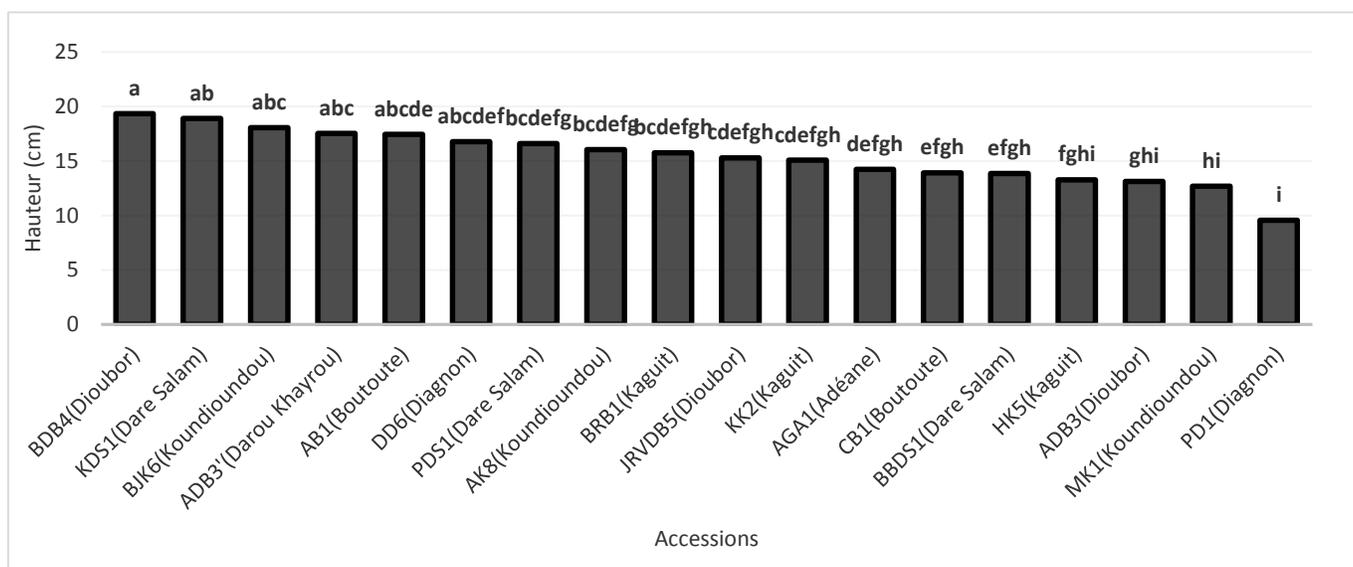
<b>Taux de Germination</b>	<b>-0,04</b> (= 0,0006)	0,05 (= 0,0006)	<b>-0,01</b> (= 0,0006)	<b>0,06</b> (= 0,0006)
----------------------------	-------------------------	-----------------	-------------------------	------------------------

---

### 3.1.6. Croissance et développement des plants de *Anacardium occidentale* en pépinière

#### 3.1.3.1. Variation de la hauteur des accessions

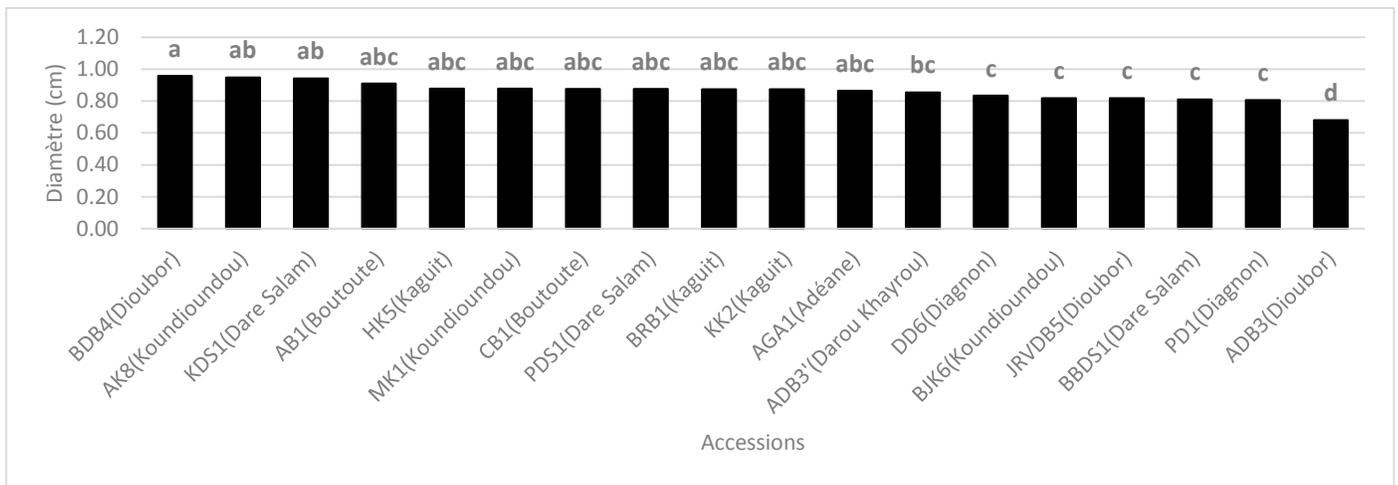
La figure 13 présente la hauteur des plantules, avec une différence significative ( $P < 0,0001$ ) entre les accessions. Le test LSD a permis de les regrouper dans quinze groupes (a, b, ...hi, i) significativement différents. La hauteur la plus importante a été obtenue par Dioubor BDB4 (19,36 cm). Elle a été suivie par celle de Daré Salam KDS1 (18,92 cm). La hauteur la plus faible a été obtenue par Diagnon PD1 (9,55 cm). Concernant les autres accessions, cette hauteur se situait entre 12,68 et 18,07 cm.



*Figure 13 : variation de la hauteur des plantules de A. occidentale selon les accessions*

#### 3.1.3.2. Variation du diamètre des accessions

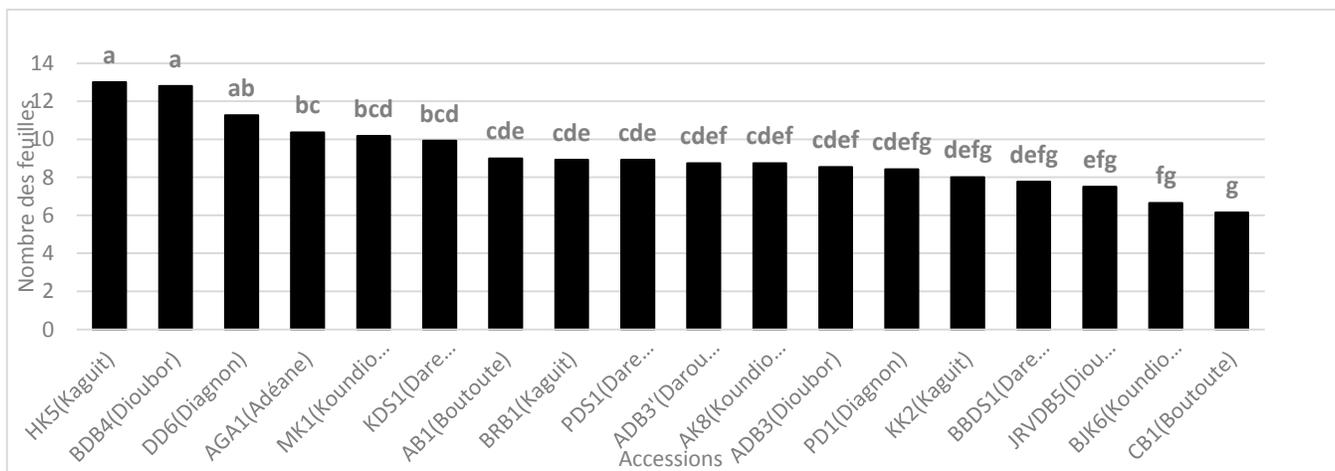
La figure 14 présente le diamètre des plantules en fonction des accessions, avec une différence significative ( $P < 0,0001$ ). Le diamètre le plus grand a été obtenu par Dioubor BDB4 (0,95 cm). Il a été suivi par celui de Koundioundou AK8 (0,95 cm) et de Daré Salam KDS1 (0,94 cm). Le plus faible a été obtenu par Dioubor ADB3 (0,68 cm). Le diamètre des plantules se situait entre 0,80 cm et 0,94 cm pour les autres accessions.



**Figure 14: variation du diamètre des plantules de *Anacardium occidentale* selon les accessions**

### 3.1.3.3. Variation du nombre de feuilles des accessions en pépinière

La figure 15 montre que le nombre de feuilles des plantules a varié significativement en fonction des accessions ( $P < 0,0001$ ). Le nombre de feuilles a été plus élevé chez Kaguit HK5 et Dioubor BDB4 (13 feuilles). Le plus faible nombre a été produit par Boutoute CB1 (6,14 feuilles). Concernant les autres accessions, le nombre se situait entre 7,50 et 12,8 feuilles (Figure 15).



**Figure 15 : variation du nombre de feuilles des plantules de *A. occidentale* selon les accessions**

### 3.1.7. Corrélations entre les variables morpho-métriques des noix et la croissance des plantules

Un test de corrélation entre les caractéristiques morpho-métriques des noix et la croissance des plantules a montré que la masse des noix était positivement corrélée au diamètre ( $r = 0,11$  ;  $P < 0,0001$ ) et au nombre de feuilles ( $r = 0,17$ ;  $P < 0,0001$ ) des plantules (tableau 4). La longueur des noix a également été

positivement corrélée au nombre de feuilles ( $r = 0,23$  ;  $P < 0,0001$ ). Elle était par contre négativement corrélée à la hauteur des plantules ( $r = -0,11$  ;  $P < 0,0001$ ). La largeur des noix a été positivement corrélée au diamètre des plantules ( $r = 0,05$  ;  $P < 0,0001$ ) et au nombre de feuilles des plantules ( $r = 0,12$  ;  $P < 0,0001$ ). Par contre, elle est négativement corrélée à la hauteur des plantules ( $r = -0,06$  ;  $P < 0,0001$ ). L'épaisseur des noix a également été positivement corrélée au diamètre des plantules ( $r = 0,10$  ;  $P < 0,0001$ ) et au nombre de feuilles ( $r = 0,08$  ;  $P < 0,0001$ ). Elle est négativement corrélée à la hauteur des plantules ( $r = -0,06$  ;  $P < 0,0001$  ; tableau 4). Bien que significatives, toutes les corrélations étaient cependant faibles.

**Tableau 4** : Corrélation de Pearson entre les variables morpho métriques et les traits relatifs à la croissance

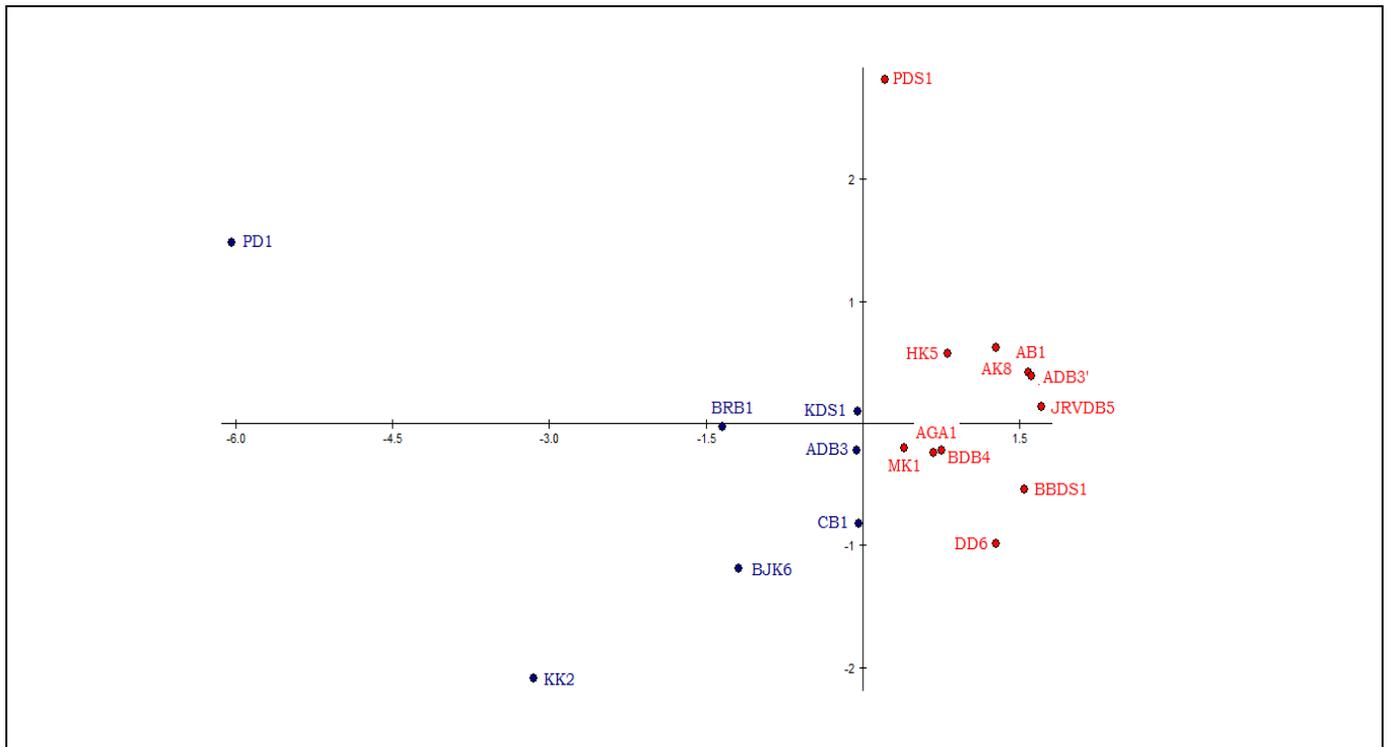
Variabiles	Longueur (cm)	Masse (g)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)
Diamètre	<b>0,05</b> (< 0,0001)	<b>0,11</b> (< 0,0001)	0,05 (< 0,0001)	0,10 (< 0,0001)
Hauteur	<b>-0,11</b> (< 0,0001)	0,04 (< 0,0001)	-0,06 (< 0,0001)	-0,06 (< 0,0001)
Nombre de feuilles	<b>0,23</b> (< 0,0001)	0,17 (< 0,0001)	0,12 (< 0,0001)	0,08 (< 0,0001)

### 3.1.8. Choix des meilleures accessions par rapport à leur aptitude à la germination et à leur croissance

Les résultats de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) sur la matrice 18 accessions x 06 variables (03 de germination et 03 de croissance) sont consignées dans la figure 16 qui représente la carte factorielle des accessions dans le plan principal (1 x 2). Il en ressort que les axes 1 et 2 expliquent 87,27% de la variabilité totale. L'axe 1 explique à lui seul 62,05% de cette variabilité. C'est pourquoi, notre analyse a porté essentiellement sur cet axe 1 qui discrimine nettement deux groupes d'accessions.

Le premier groupe se positionne en abscisses négatives et comprend 7 accessions (KK2, BJK6, CB1, ADB3, BRB1, KDS1 et PD1). Il se caractérise par un taux de germination final (TGF) de 83,84%, un délai de germination de 16,88 jours, une vitesse de germination de 19,69 jours, un diamètre des plantules de 0,83 cm, une hauteur des plants de 14,91 cm et un nombre de 8,08 feuilles.

Le second groupe se situe en abscisses positives et est composé de 11 accessions (DD6, AGA1, BDB4, MK1, BBDS1, JRVDB5, ADB3', AB1, AK8, HK5 et PDS1). Il se particularise par un TGF de 93,28%, un délai de germination de 15,74 jours, une vitesse de germination de 17,93 jours, un diamètre des plantules de 0,87 cm, une hauteur des plantules de 15,72 cm et un nombre de 9,79 feuilles. L'axe 1 traduirait donc un gradient du Taux de Germination Final (TGF) des accessions.



*Figure 16 : Analyse en Composantes Principales (ACP) de la matrice des noix de 18 accessions d'anacardier x 6 variables de germination (3) et de croissance (3).*

## 3.2. Discussion

### 3.2.1. Caractéristique morphologique des noix

La présente étude a montré des différences significatives entre les accessions en ce qui concerne les caractères morpho métriques de leurs noix. L'accession BDB4 de Dioubor se distingue par les plus grosses noix avec une masse moyenne de 10,66 g, une largeur moyenne de 2,52cm et une épaisseur moyenne de 1,68 cm. L'accession HK5 de Kaguit a de son côté présenté la longueur la plus élevée (3,97 cm). Les noix des accessions de Dioubor ADB3 et de Darou Khayrou ADB3' sont plus petites aussi bien en taille qu'en masse. La masse des noix d'anacarde (réniforme) étudiées est comprise entre 4 et 10,6 g, la longueur entre 2,7 et 3,9 cm, la largeur entre 1,5 et 2,5 cm et l'épaisseur entre 1,1 et 1,6 cm.

Ces résultats confirment ceux de Lacroix (2003) selon lesquels, la taille de la noix d'anacarde varie entre 2 et 5 cm pour sa longueur et de 1,5 à 3,5 cm pour sa largeur selon l'accession. Ils sont également en harmonie avec ceux de Niang (2002) qui rapporte que la noix de *A. occidentale* a une longueur moyenne de 2,7 cm, une largeur moyenne de 1,8 cm et une épaisseur moyenne de 1,5 cm. Pour Soro (2012), la masse des noix peut varier de 3 à 10 g, en moyenne 5 g. Selon Lautié *et al.* (2001) certaines noix peuvent atteindre 20 g au Brésil. Enfin Malou (2014) a observé que la masse de la noix de cajou varie entre 3,59 et 12,8 g.

Les corrélations entre la longueur, la largeur et le masse de la noix corroborent les résultats de Malou (2014). Les noix ayant les plus grandes dimensions ont également les masses les plus élevés. En plus il est noté une corrélation forte entre la masse de la noix et celle de l'amande ( $r = 0,92$ ).

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont montré qu'il existe une variation des traits morphologiques des noix des dix-huit accessions de *Anacardium occidentale*. En effet les noix de BDB4 de Dioubor se différencient des autres par des largeurs et des épaisseurs plus importantes mais également par des masses plus élevées.

L'absence de corrélation importante entre les variables morphologiques quantitatives (masse noix) et le taux de remplissage en amande de la noix montre qu'on peut rencontrer de grosses ou de petites noix portant des taux de remplissage en amande faible ou élevé. D'ailleurs c'est le constat fait avec ADB3'avec la plus faible masse (4,01 g) est parmi les meilleures noix présentant un taux de remplissage élevé (33,1%) derrière JRVDB5 avec une masse de noix de 5,35 g pour un taux de remplissage de 34%). Ces résultats confirment ceux de Leakey *et al.* (2005), cité par Bationo *et al.* (2008). Selon ces derniers, il est difficile d'établir des liens nets entre les différents caractères morphologiques.

La distinction des deux groupes a été essentiellement faite à partir de la masse des noix de cajou qui peut être influencée par les conditions du milieu dans lequel vivent les pieds mères. La part du génotype sur l'expression reste à faire. La répartition des noix (petites ou grosses) dans les deux types définis par

l'ACP, montre que chaque type est rencontré dans presque tous les sites. Ce résultat semble important pour identifier des Arbres élités car toute la variabilité est représentée dans chaque site.

Cette répartition des groupes a permis d'identifier les 09 meilleurs accessions par ordre croissant qui ont chacun une masse unitaire de noix comprise entre 7,6 et 10,66 g : il s'agit de Diagon AGA1, Koundioundou MK1, Daré Salam KDS1, Diagon PD1, Kaguit HK5, Koundioundou BJK6, Boutoute BRB1, Kaguit KK2 et de Dioubor BDB4.

### 3.2.2. Germination des noix de *Anacardium occidentale*

Les résultats obtenus laissent apparaître que le taux de germination des noix d'anacarde dépend largement de l'accession. On note cependant que la germination des noix de *Anacardium occidentale* est améliorée par un trempage (36 heures) des noix dans de l'eau de robinet.

Le taux moyen de germination des noix de *Anacardium occidentale* obtenu dans notre étude (88,15%) est inférieur à celui de Malou (2014) qui était de 89,37% mais supérieur à celui de Djaha *et al.* (2010) qui n'était que de 74,15%. Le faible taux obtenu dans notre étude pourrait s'expliquer par une baisse progressive du pouvoir germinatif. En effet, Lefèbre (1966) a montré que le taux de germination des semences d'anacardier oscille habituellement entre 93 et 98% dans les premiers mois après la récolte, puis diminue jusqu'à 55% le 8<sup>ème</sup> mois et à 45% le 12<sup>ème</sup> mois. Nos résultats concordent avec ceux de Lefèbre (1966) car les semences utilisées ont été conservées 7 mois à la température ambiante.

Le taux de germination des noix a varié en fonction des accessions. Aucune différence significative n'a été notée entre les noix des accessions (AB1, ADB3', AK8, BDB4, DD6, HK5, JRVDB5, KDS1, KK2 et PDS1), entre les noix des arbres (BBDS1 et BRB1) et les noix des arbres (BJK6 et PD1). Ces résultats supposent que ces arbres ont des caractères intrinsèques très proches (Djaha, 2010). Toutefois, le taux de germination des noix de *Anacardium occidentale* obtenu est suffisant car supérieur à 50%. En effet selon Lasnier – Lachaise (1973) et Djaha (2010)), c'est à partir de 50% de taux de germination obtenu dans le tiers de temps nécessaire à la germination qu'une énergie germinative est dite suffisante.

Notre étude a montré que les corrélations existant entre la taille des noix et chacun des 03 autres paramètres observés (TGF, vitesse de germination, délai de la Germination) ne sont pas significatives. Ces résultats corroborent ceux de Lefèbre (1966) selon lesquels les grosses noix d'anacarde ou de masses moyennes (3 - 4,5 à 6 g) ont significativement un pourcentage de levée supérieur à celui des petites. Entre noix moyennes et grosses par contre, la différence n'est pas significative

Par contre, plusieurs auteurs notamment Aziz & Shaukat (2010) ont noté un effet significatif de la taille des graines sur le taux de germination de trois espèces (*Cleome viscosa L.*, *Digera muricata Forsk.* et *Ipomoea indica Stapf.*). Selon eux, les graines de grande taille avaient des taux de germination significativement plus importants que celles de taille moyenne ou petite.

Des résultats similaires ont été observés chez des provenances indiennes de *Jatropha curcas* (Ghosh et Singh, 2011) avec des taux de germination des graines de grande, moyenne et petite taille de 76%, 74% et 59% respectivement. Cependant un effet inverse a été noté chez d'autres espèces telles que *Medicago sativa L.* et *Erodium brachycarpum* (Stamp, 1990) et chez *Acacia fistula L.*, *Cassia hybrida L.*, *Acacia holosericea L.* et *Acacia concinna L.* (Swaminatha et Srimathi, 1994) avec des taux de germination plus élevés chez les graines de petite taille.

### **3.2.3. Croissance et développement des plantules de *Anacardium occidentale***

La croissance et le développement des plantules de *A. occidentale* âgées de 30 jours a été évaluée à travers la hauteur des plants, leur diamètre au collet et leur nombre de feuilles. La taille et la masse des graines constituent également des caractéristiques importantes pouvant influencer sur la croissance des jeunes plants (Ly et al., 1997).

Trente (30) jours après la germination, la hauteur des plantules la plus élevée en pépinière était de 15,4 cm, le diamètre de 0,86 cm et le nombre de feuilles de 9,15. La hauteur moyenne (19,3 cm), le diamètre au collet moyen (0,95 cm) et le nombre moyen de feuilles par plant (12,8 cm) de BDB4 étaient plus importants que celle des autres. Les différentes variables (hauteur, diamètre et nombre de feuilles) ont fortement varié en pépinière en fonction des accessions.

Dans le cadre de cette étude, la hauteur (15,4 cm) des plants et le nombre de feuilles (9,15 feuilles) obtenus sont supérieurs aux résultats de Malou (2014) qui avait observé une hauteur de 11,42 cm et un nombre de feuilles de 8 sur des plants d'anacarde de même âge. Cette situation pourrait être due aux conditions environnementales et à la qualité du substrat.

Ces résultats se rapprochent de ceux de Ly et al., (2015) et Aziz et al., (2010) sur *Cleome viscosa L.*, *Digera muricata Forsk* et *Ipomoea syndica Stapf* et de Ghosh et Singh (2011) sur des provenances indiennes de *Jatropha curcas L.* L'effet de la taille et de la masse des graines sur la germination et la croissance des jeunes plants pourrait être attribué à plusieurs causes parmi lesquelles une teneur plus importante en glucides et en d'autres nutriments dans les graines lourdes et de grandes tailles (Lusk, 1995). Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont montré qu'il existe une variation de la croissance des plants des dix-huit accessions de *Anacardium occidentale*. En effet les plants de BDB4 de Dioubor se différencient des autres par des hauteurs, des diamètres au collet et un nombre de feuilles plus importants mais également par des masses plus importantes.

L'ACP a identifié deux groupes en fonction de l'aptitude à la germination des noix et de la croissance des plants de *Anacardium occidentale*. Cette répartition corrobore les études de Lefèbvre (1966) sur l'aptitude à la germination des noix d'anacarde entre les noix moyennes et les grosses noix. Les études de Ly et al., (1997) confirmant également ces résultats.

Les différents groupes ont permis d'identifier les noix des 11 meilleures accessions qui ont une aptitude élevée à la germination ainsi que de bonnes performances. Il s'agit d'Adéane AGA1, de Boutoute AB1, Daré Salam BBDS1, PDS1, Darou Khayrou ADB3', Diagnon DD6, Dioubor JRVDB5, Dioubor BDB4, Kaguit HK5, Koundioundou AK8 et Koundioundou MK1.

Cette différence de taille et de masse ont eu un effet positif sur la germination et la croissance des jeunes plants. Ainsi, il s'avère indispensable d'élargir cette étude à toutes les zones agro-écologiques de la région de Ziguinchor afin de disposer d'informations permettant d'instaurer un programme pérenne de collecte de semences de qualité pour alimenter les programmes de développement dans une perspective d'améliorer la qualité des produits et les rendements des plantations d'anacardiens.

#### **3.2.4. Qualité des noix**

La qualité des noix de *Anacardium occidentale* de la région de Ziguinchor est jugée à travers la masse des noix et des amandes, le taux de défauts et le taux de remplissage des noix. La grosseur de la noix d'anacarde est un facteur important permettant d'atteindre le kilogramme avec un nombre limité de noix.

Dans le cadre de cette étude la masse moyenne des noix de 09 accessions est comprise entre 7,6 et 10,66 g avec des taux de remplissage qui est compris entre 26 et 33%. Ces résultats sont en harmonie avec ceux de Trekpo (2003), qui rapporte que la semence est de bonne qualité lorsqu'elle a une bonne amande pesant au moins 7 g. Pour la revue *Mieux produire l'anacarde au Bénin* (2008), un bon semencier doit produire en quantité (au moins 10 kg/an) et en qualité (noix de taille supérieure à 6 grammes et bien remplie.). Le taux de remplissage des noix en amande doit être d'au moins 25%. Ce taux est très important pour les transformateurs de noix parce qu'il influence la rentabilité et la compétitivité des produits finis de l'anacarde.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'objectif général de notre étude est de contribuer à l'approfondissement des connaissances sur la production et la productivité des plantations d'anacardier de la région de Ziguinchor. Nous avons trouvé qu'il est primordial de caractériser les noix, d'évaluer leur qualité, de déterminer leur aptitude à la germination ainsi que la performance des jeunes plants. Cela a permis de mettre en exergue, les relations existantes entre les différentes variables.

Cette étude menée sur les accessions de *Anacardium occidentale* dans la région de Ziguinchor a montré que la plupart des paramètres agronomiques présentent des particularités intéressantes tant pour les caractères morphologiques, leur germination et sur la performance des jeunes plants.

La taille et la masse des noix de cajou constituent des critères de choix de la compétitivité sur le marché mondial. Donc, la caractérisation morphologique des noix est un paramètre important pour évaluer leur variabilité en termes de masse et de dimension (longueur, largeur et épaisseur) en fonction des accessions de *A. occidentale* L.

Ces résultats obtenus sur la caractérisation morphologique des noix des dix-huit accessions de *Anacardium occidentale* ont permis de tirer comme conclusion que les noix de l'accession BDB4 de Dioubor ont présenté les meilleures caractéristiques du point de vue masse et taille.

Ces différents caractères morphologiques ont influencé les paramètres germinatifs, notamment : le taux de germination, la vitesse de germination, le délai de germination, de croissance et de développement (hauteur, diamètre et nombre de feuilles). Les résultats de la germination des noix de *Anacardium occidentale* montrent qu'elle est fonction des accessions et que les noix de tailles moyennes ou grosses présentent des taux de germination plus élevés.

Du point de vue de la dynamique de croissance et du développement des plants d'anacardiers, il a été observé que la hauteur, le diamètre et le nombre de feuilles des plants varient d'une accession à un autre. Les résultats de cette performance des jeunes plants ont montré que Dioubor BDB4 a la hauteur et le diamètre au collet les plus importants comparativement aux autres accessions.

Les résultats de la caractérisation morpho métrique des noix et de leur qualité ont permis de déceler les meilleures accessions, il s'agit notamment de AGA1 de Adéane, (MK1 et BJK6) de Koundioundou, KDS1 de Daré Salam, PD1 de Diagon, (HK5 et KK2) de Kaguit, BRB1 de Boutoute et BDB4 de Dioubor. Ces noix pèsent au minimum 7,6 g avec un taux de remplissage minimum de 26%.

Les résultats de la germination des noix et de la performance des plants ont permis de montrer les meilleurs noix en terme de levée et de performance, il s'agit notamment de DD6 de Diagon , AGA1 de Adéane , (BDB4 et JRVDB5) de Dioubor, (MK1 et AK8) de Koundioundou , (BBDS1 et PDS1) de Daré Salam, ADB3' de Darou Khayrou, AB1 de Boutoute et HK5 de Kaguit.

L'anacardier connaît de plus en plus de nos jours un regain d'intérêt chez les paysans de la région de Ziguinchor. Outre son intérêt sur le plan forestier, l'anacardier est de plus en plus cultivé pour son fruit qui donne deux produits principaux : la noix cajou et la pomme cajou. En effet, la recherche devrait être orientée sur la valorisation de la noix de cajou de qualité améliorée par le choix des meilleurs producteurs et par la pratique d'une sylviculture appropriée. Il s'agit à terme de:

- ☞ sélectionner les meilleurs accessions suivant la qualité des noix et leur productivité dans toute la zone de production afin d'accroître la production et d'améliorer les revenus ;
- ☞ mettre à la disposition des producteurs des procédés technologiques éprouvés et transférables en sylviculture pour des taux de germination plus élevés ;
- ☞ utiliser des graines de moyennes et/ou de grosses tailles pour obtenir de meilleurs taux de germination.

Pour la suite des recherches ultérieures, il serait intéressant de :

- ☞ faire une caractérisation génétiquement des accessions ;
- ☞ poursuivre les études sur les conditions de germination des noix d'anacarde ;
- ☞ étudier la taille minimale pour le greffage de *A. occidentale* ;
- ☞ procéder à l'établissement d'un parc à bois et de banques de matériel génétique à *A. occidentale* ;
- ☞ étudier la contribution financière des produits de l'anacarde dans le revenu des ménages;
- ☞ organiser les producteurs en coopératives villageoises, voire en fédération inter villageoise pour mieux écouler la production.

Les informations scientifiques générées par cette étude vont permettre d'améliorer les connaissances sur les noix de cajou, d'amorcer une sylviculture appropriée et de gérer durablement cette ressource utile (par ces noix comestibles et oléagineuses).

## BIBLIOGRAPHIE

1. **Abreu, F., Perez A. M., Dornier M. et Reynes M. (2005).** "Potentialités de la microfiltration tangentielle sur membranes minérales pour la clarification du jus de pomme de cajou. "Fruits" 60: 33-40.
2. **Aziz S., Shaukat S. (2010).** Effet of seed mass variations on the germination and survival of three desert annuals. In: Pak.J. Bot., 42(4):2813-2825, 2010, 13p.
3. **Badiane S., Sy P.B.A. (2005).** Manuel de sylviculture de l'anacardier (*Anacardium occidentale*).30p.
4. **Bationo P., Zongo J. D., Nanema R. K., Traore E.R. (2008).** Etude de la variation de quelques caractères morphologiques d'un échantillon de *Sclerocarya birrea* au Burkina Faso. In : *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2(4): 549-562, 2008, 14p.
5. **Bama J.W. (2014).** Typologie des systèmes agroforestiers à manguier et anacardier dans le terroir de Kotoudeni (Kenedougou). Impact sur la production agricole. Mémoire de Master: Gestion et Aménagement des écosystèmes forestiers: Ziguinchor (Sénégal) : Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (UPB), X – 51 p. + annexes
6. **Baumer M. (1995).** Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidental. Dakar (Sénégal). In : Enda-Editions, series études et recherches n° 168-169-170, p.27-31.
7. **Bayarassou Z. (2011).** Effet du stress salin sur la germination de l'*Atriplex canescens* et de l'*Atriplex halimus*, 49p.
8. **Benmahioul B., Khelil B., Kaid-harche M., Daguin F. (2010).** Etude de la germination et de l'effet du substrat sur la croissance de jeunes semis de *Pistacia vera L.*, In : *Acta Botanica Malacitana* 35. 107-114, 8p.
9. **Berhaut J. (1974).** Flore illustrée du Sénégal. Tome 2. ClairAfrique (édit.), Dakar, Sénégal, 695p.
10. **Bomisso E.L., Kone D., Ake S. (2009).** Caractérisation morphologique et physiologique des grains de 40 génotypes de *Milicia spp.* issus du Sud et du Nord de la Côte d'Ivoire. Laboratoire de physiologie Végétale, UFR Bioscience, Abidjan (Côte d'Ivoire), Université de Cocody, 10p.
11. **CCIAZ. (2011).** Termes de références atelier filière Anacarde à Ziguinchor, 6 pages. P2.
12. **Come D. (1970).** Les obstacles à la germination. Masson et Cie.162pp.
13. **Commercialisation collective de l'anacarde au Nord-Bénin.** 12-13 octobre 2004, Bohicon (Bénin). Union départementale des producteurs de l'Atacora Donga, 11p.
14. **Cisse D. (2014) :** Étude diagnostique de la chaîne de valeur d'anacarde à Ziguinchor et stratégies d'organisation et de professionnalisation. Mémoire d'ingénieur agronome : Economie Rurale : Thiès (Sénégal) : Université de Thiès : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), X - 54p. + annexes
15. **Das S., Jha T.B., Jha S., (1996).** In vitro propagation of cashewnut. *Plant Cell Reports*, 15(8):615-619; 21 ref.

16. **Degué P., Koné F.R., Koné G. (2003).** Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricole des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles. Cahiers Agricultures 12 (4) : 267 – 273
17. **Diallo A. M. (2010).** Caractérisation des peuplements et de la variabilité morphologique des gousses et des graines de provenances locales de *Acacia senegal* (L.) Willd. Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 44p.
18. **Diarra A.M. (2014).** Typologie et caractérisation de systèmes agroforestiers à base de *Anacardium occidentale* dans la Communauté Rurale de Niaguis. Mémoire de Master: Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers: Ziguinchor (Sénégal), Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), X - 56p. + annexes
19. **Djaha J.B., N'guessan A.K., Ballo C.K., Ake S. (2010).** Germination des semences de deux variétés d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) élites destinées à servir de porte-greffe en Côte d'Ivoire. In: *Journal of Applied Biosciences*, **32**: 1995-2001,7p.
20. **Djaha J.B., N'da H.A., Koffi K.E., N'da adopo A., Ake S. (2010).** Diversité morphologique des accessions d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) introduit en Côte d'Ivoire. In : *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, **23** (2014) 244 – 258, 15p.
21. **Gauthier J. (1991).** Notions d'agriculture. Le sol, les cultures, les élevages, l'économie et la gestion, 118-123p.
22. **Gaye A., Danthu P. (1993).** Evaluation préliminaire d'un essai de descendances de *Anacardium occidentale*. F0000266. Dakar (Sénégal), Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), 9p.
23. **Giffard P.L. (1969).** L'enquête sur les peuplements d'*Anacardium occidentale* du Sénégal, 22p
24. **Giffard PL. (1971).** Evolution des peuplements forestiers au Sénégal, 59 p. p6.
25. **Ghosh L., Singh L. (2011).** Variation in seed and seedling characters of *Jatropha curcas* L with varying zones and provenances. *Trop Ecol* 52: 113-122
26. **Ginwal H.S., Phartyal S.S., Rawat P.S. (2005).** Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. In central india. *Forestry Commonwealth Bulletin*, N°.45:16-17, London.
27. **Goudiaby A.O.K. (2014).** Etude de la croissance, de la mycorhization de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en pépinière et de son effet sur la fertilité du sol. Mémoire de Master : Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers : Ziguinchor (Sénégal), Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), ii – 33 p. + annexes
28. **Goujon P., Lefévre A., Leturcq P., Marcellesi A.P, Praboran J.C. (1971).** Etudes sur l'anacardier. *Bois et Forêts des Tropiques* 151 :27-53

29. **Gorse J. (1960).** Les plantations de *Anacardium occidentale* aux Indes: Division des Recherches des Eaux et Forêts. Arbres Utiles au Sénégal. In: *Bois et Forêts des Tropiques*, 113-120 p.
30. **Gorse J. (1972).** Les plantations de Darcassou (*Anacardium occidentale*) au Sine-Saloum. In: *Bois et Forêts des Tropiques* 86 :19-26
31. **Groupe Alliance Ingénierie. (2015).** Etude de Marché de la filière Anacarde, 42p. [**En ligne**]. Disponible sur : <<http://www.padec.sn>> (consulté le 03/10/2015).
32. **ICA. (2012).** Apprécier la qualité des noix de cajou brutes (Anacarde). Manuel technique, 23p.
33. **IRD. (2012).** Les bases de la filière cajou : Projet d'amélioration de la chaîne de valeurs du cajou dans le Bassin du Fleuve Gambie (CEP). In : *International relief and development*, 36p.
34. **Jovanovic M. (1960).** L'influence de la grosseur des graines du Pin noir (*Pinus Nigra* Arn.) sur la germination et le développement des semis pendant la première année de végétation. In : *Revue Forestière Française*, n°05, 8p.
35. **Jurado E., Westoby M., (1992).** Seedling growth in relation to seed size among species of arid Australia. In: *Journal of Ecology*. Vol.80, n°3, p.407-416.
36. **Ki-zerbo F. (2004).** Les femmes rurales et l'accès à l'information et aux institutions pour la sécurisation des droits fonciers. Etudes de cas au Burkina Faso, 50p.
37. **Koochaki A. (1991).** Farming Plant Germination Physiological Fundamentals. Astane Ghodse Razavi Publication.
38. **Kouakou T.H., Koné M., Koné D., Kouadio Y.J., et Zouzou M. (2008).** Réponse physiologique au stade juvénile du génotype R495-2000 de cotonier (*Gossypium hirsutum* L.) au déficit hydrique induit par le polyéthylène glycol. Article original. *Sciences et Nature*, 5 (1) : 81-87.
39. **Lacaze J.F. (1978).** Study on Eucalyptus biological adaptation; study of provenances with *Eucalyptus camaldulensis* in the Mediterranean countries. Disponible sur : <<http://www.fao.org/library/library-home/home/en/>>(consulté le 20/09/2015).
40. **Lacroix E. J. (2003).** Les Anacardiens, les noix de Cajou et la Filière Anacarde à Bassila et au Bénin. [en ligne]. Hambourg (Allemagne) : GFA Terra Systems, 75p. Disponible sur : <<http://www.gfa-bassila.com/>>(consulté le 20/09/2015).
41. **Lautié E., Dormiera M., De souza Filhoc M. et Reynes (2001).** Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Fruits* 56 (4) 235-248.
42. **Lasnier-Lachaise L. (1973).** *Agronomie nouvelle ? La terre*. Flammarion, Editeur, 26, rue Racine Paris : 21-34.
43. **Leakey R. (1996).** « Definition of agroforestry revisited. In : *Agroforestry Today* », 57p.
44. **Lefèbvre A. (1966).** Technologie et culture de l'anacardier à Madagascar. In : *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, n°108, 21p.

45. **Lusk C.H. (1995).** Seed size, establishment sites and species co-existence in a Chilean rain forest. *Journal of Vegetation Science*, 6: 249-256.
46. **Ly M. O., Diouf M., Kumar D., Diop T. (1997).** Traits morphologiques des graines et vigueur des jeunes plants de deux provenances de *Jatropha curcas* L. au Sénégal. In: *Journal of Applied Biosciences* 88:8249– 8255ISSN 1997–5902, 6p.
47. **Malou G. (2014).** Caractérisation et germination des semences de quatre variétés de *Anacardium occidentale* L. : Bénin jaune, Costa Rica, Henry et James. Mémoire de Master : Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers : Ziguinchor (Sénégal), Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), VIII – 39 p. + annexes
48. **Marien B., Beaud J.P. (2003).** Guide pratique pour l'utilisation de la statistique en recherche : le cas des petits échantillons. In : *Réseau sociolinguistique et dynamique des langues*, 47p.
49. **Niang D. (2002).** Etude de la biologie de la reproduction chez *Anacardium occidentale* L. (*Anacardiaceae*). Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies : Département de Biologie Végétale : Dakar (Sénégal) : Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), X - 56p. + annexes
50. **Olosoumai I.F., Agbodja F. A. (2001).** Plantation d'anacardier (*Anacardium occidentale*) : production et commercialisation de noix cajou a Igbomakro dans la sous-préfecture de Bassila. Mémoire de DEA : Foresterie : Bassila (Bénin) : Lycée Agricole Medji de Sékou, 43p.
51. **RONGAED. (2009).** Service d'Information et d'Accompagnement sur le Marché. [en ligne], 24p. Disponible sur : < <http://www.e-agriculture.org/sites/default/files/uploads/media/Service sur le marché de l'anacarde-RONGEAD.pdf>. > (Consulté le 27/09/2015).
52. **Roussel J. (1995).** Pépinières et plantations forestières en Afrique tropicale sèche. Manuel (A l'usage des techniciens et ingénieurs responsables des pépinières de production), Centre National de Recherches forestières (CNR/ISRA, Sénégal), 425p.
53. **Sardinha R.M de A. (1964).** Relatório anual de Brigada da Guiné. In : Relatório anual das Brigadas territoriais. MEAU. Comunicações N° 49 pp 19-57
54. **Samb C.O. (2015).** Etude de la levée de dormance et de la germination de cinq provenances de *Tamarindus indica* L.en condition de stress hydrique au Sénégal. Mémoire de Master : Foresterie et Environnement pour une Gestion Durable des Ressources Naturelles : Thiès (Sénégal) : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), VIII - 26p.
55. **Sane S. (2014).** Méthodes et techniques d'analyses statistiques de Base: Analyse de variance. Département de Biologie Végétale : Dakar (Sénégal) : Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), 56p.

56. **Sarr M. B. (2002).** Analyse du secteur de l'anacarde : situation actuelle et perspective de développement. [en ligne]. CNUCED/OMC (CCD), 34p. Disponible sur :<<http://www.unctad.info/upload/Infocomm / Docs/cashew/senegal.pdf>> (consulté le 01/10/2015).
57. **Scott S.J., Jones R.A., Willans W.A. (1984).** Review of data analysis methods for seed germination. *Crop science*, 24 (6): 1192-1199.
58. **Sedjro M.M.A. (2002).** Analyse du secteur de l'anacarde: situation actuelle et perspective de développement : Bénin, 38p.
59. **Stamp N.E (1990) :** Production and effect of seed size in a grassland annual(*Erodium brachycarpum*, Geraniaceae). In : *American Journal of Botany*, vol.77,N°7, pp.874-882
60. **Somaiah M. (1960).** Les plantations de *Anacardium occidentale* aux Indes. In : Division des Recherches des Eaux et Forêts. Arbres utiles au Sénégal. Dakar, *Bois et Forêts des Tropiques*, 107-112 p.
61. **Soro, D. (2002).** Optimisation de la production des amandes entières blanches de cajou. Département Génie Chimique et Agro-alimentaire. Yamoussoukro, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny. Mémoire d'ingénieur des Industries Agro-Alimentaires: 62 pages.
62. **Soro, D. (2008).** Concentration par microfiltration tangentielle et caractérisation d'extraits caroténoïdiques de pomme de cajou. Institut des régions chaudes. Montpellier, SupAgro. Master Recherche Naval: 67 p.
63. **Soro D. (2012).** Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits. Thèse de doctorat : Génies des procédés, Université de Montpellier Sup Agro, 156 p.
64. **Swaminathan C., Srimathi P. (1994).** Importance of seed management on germination and seedling growth of four tropical legumes. *Range Management and Agroforestry*, 15(1):43-47.
65. **Tandjiekpon A. M. (2005).** Caractérisation du Système agroforestier à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en zone de savane au Bénin. Mémoire de Diplômes d'Etudes Approfondies (DEA) : Environnement et Développement Durable : Abomey-Calavy (Bénin), Université d'Abomey-Calavy (UAC), 122p.
66. **Tandjiekpon A. M. (2005).** Mieux produire l'anacarde au Bénin. In : INRAB : Cotonou (Bénin), 80p.
67. **Thiakane E.H. (2012).** Analyse des impacts sociaux, économiques et spatiaux environnementaux de la production de l'anacarde : cas des acteurs de Keur Samba Gueye. Mémoire de diplôme d'Études Supérieures Spécialisées en Aménagement, Décentralisation et Développement Territorial (ESEA) : Dakar (Sénégal) : Ecole Nationale Economie Appliquée (ENEA), 86p.
68. **Touré MA, Samba A.N, Dramé A, Wade M, Gaye A, Niang D, Gassama Y.K, 2009.** *Sterculia setigera* Del : germination et propagation végétative. *Journal des sciences et technologies*. 8 (1), 35 -44.

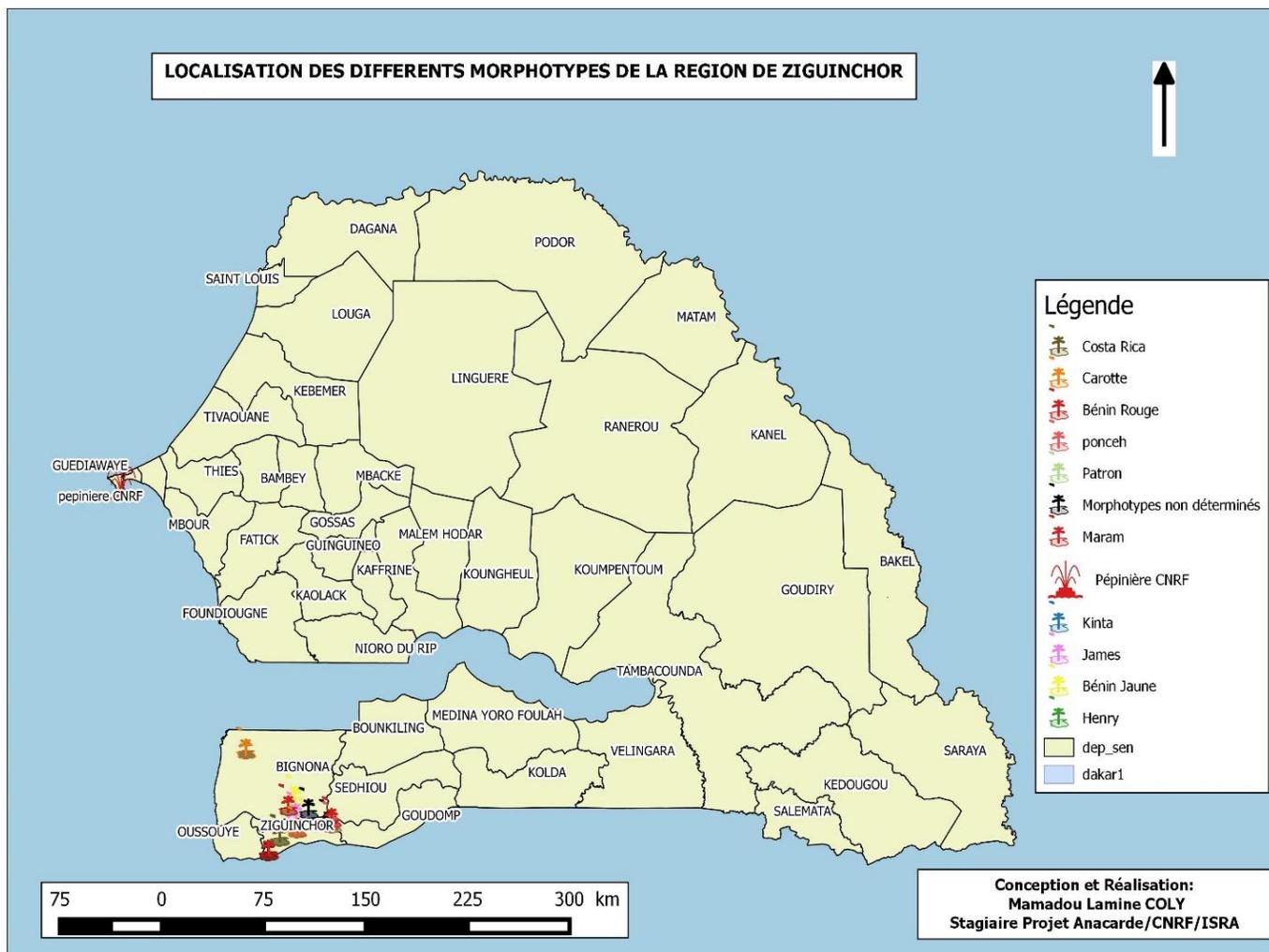
69. **Topper C.P., Kasuga L.J. (2003).** Knowledge transfer for sustainable tree crop development. A case history of the Tanzania Integrated Cashew Management Programme. Disponible sur : [www.cabdirect.org](http://www.cabdirect.org) (consulté le 28/09/2015)
70. **Trekpo P, 2003.** La culture de l'anacardier dans la région de Bassila au Nord du Bénin. Projet de restauration de ressources forestières, République du Bénin. GTZ, 53p.
71. **USAID (2006).** Analyse de la chaîne de valeur anacarde au Sénégal: Analyse et cadre stratégiques d'initiatives pour la croissance de la filière. [en ligne], 78 p. Disponible sur : [www.value-chains.org/dyn/bds/docs/602/CajouVCASenegal.doc](http://www.value-chains.org/dyn/bds/docs/602/CajouVCASenegal.doc) (consulté le 28/09/2015)

## ANNEXES

**Annexe 1:** Localisation des meilleures accessions par rapport à la caractérisation morphométrique de leurs noix

Zone	Commune	Nom des villages	Accessions	Position des villages		Nom du producteur
				X	Y	
Ziguinchor	Adéane	Adéane	AGA1	390514	1392740	Antoine Gomis
Ziguinchor	Ziguinchor	Boutoute	BRB1	367165	1387693	Malang Bamba
Ziguinchor	Ziguinchor	Boutoute	AB1	367114	1387772	Malang Bamba
Ziguinchor	Ziguinchor	Boutoute	CB1	367150	1387706	Malang Bamba
Ziguinchor	Daré Salam	Daré Salam	KDS1	354521	1381775	Bacary Bodian
Ziguinchor	Daré Salam	Daré Salam	BBDS1	354472	1382138	Monsieur DIEME
Ziguinchor	Daré Salam	Daré Salam	PDS1	354499	1381807	Bacary Bodian
Ziguinchor	Adéane	Diagon	PD1	392999	1391131	Seyny Dianghaly
Ziguinchor	Adéane	Diagon	DD6	393046	1390980	Seyny Dianghaly
Ziguinchor	Koubalan	Dioubor	BDB4	375763	1401038	Ansoumana Badji
Ziguinchor	Koubalan	Dioubor	JRVDB5	37579	1401042	Ansoumana Badji
Ziguinchor	Koubalan	Dioubor	ADB3	375766	1401030	Ansoumana Badji
Ziguinchor	Kataba	Darou Khayrou	ADB3'	329615	1442784	Chérif Aidara
Ziguinchor	Niassya	Kaguit	KK2	346713	1372358	Ansou Dramé
Ziguinchor	Niassya	Kaguit	HK5	346254	1372457	Ansoumana Sagna
Ziguinchor	Adéane	Koundioundou	BJK6	346261	1372461	Ndiamo Diana
Ziguinchor	Adéane	Koundioundou	MK1	392679	1394517	Ndiamo Diana
Ziguinchor	Adéane	Koundioundou	AK8	392682	1394513	Ndiamo Diana

## Annexe 2: Localisation des meilleures accessions au niveau du Sénégal



**Annexe 3:** Localisation des meilleures accessions au niveau de la région de Ziguinchor

