

Caractérisation structurale, morphométrique et phénotypique de trois morphotypes d'anacardiers (*Anacardium occidentale* L.) dans le Bassin arachidier au Sénégal

Khady NDOUR*, Elhadji FAYE, Mamoudou Abdoul TOURE et Oumy SENHOR

*Université Alioune Diop de Bambey (UADB), Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR),
Département Productions Forestières, Laboratoire de l'ISFAR, BP 30 x Bambey, Sénégal*

(Reçu le 09 Décembre 2021 ; Accepté le 14 Février 2022)

* Correspondance, courriel : khadyndour1@hotmail.fr

Résumé

Les plantations d'anacardier (*A. occidentale* L.) au Sénégal, notamment dans le Bassin Arachidier constituent un levier de développement socio-économique. En effet, peu de travaux ont réalisé l'approche holistique partant de la description des morphotypes, l'étude du mode de régénération, la densité, la structure des plantations et la production. L'objectif de cette étude est d'analyser la situation actuelle des plantations d'anacardier à Bambadala Tiako et Keur Babou Diouf et d'effectuer la caractérisation morpho-phénotypique des morphotypes. L'inventaire floristique effectué a révélé des plantations pures mono-spécifiques constituées de deux à trois morphotypes. La plantation de Bambadala Tiako âgée de 35 ans compte 167 pieds de *A. occidentale* contre 138 pour celle de Keur Babou Diouf de 29 ans d'existence sur des superficies respectives de 1,5 ha et 1,2 ha. Les effectifs les plus importants pour la hauteur des arbres sont concentrés dans la classe] <6 m] et] 50-60 cm] pour le diamètre à Bambadala Tiako contre] ≥ 12m] et] <30 cm] pour la hauteur et le diamètre à Keur Babou Diouf où les meilleurs paramètres dendrométriques ont été notés. En revanche, la caractérisation des morphotypes à Bambadala Tiako a révélé une nette diversité génétique et agro-morphologique appréciables. La longueur, la largeur et le poids des pommes les plus élevés sont observés chez le morphotype Jaune (J) tandis que le poids des noix, la grande et la petite épaisseurs les plus importants ont été notés chez les morphotypes Jaune et Intermédiaire (J et I) avec les mêmes valeurs : 0,5 g, 2 cm et 1,2 cm. La forme oblongue-ellipsoïde (obe) des noix (96,3 %), la forme cylindrique des pommes (53,9 %), la couleur grise de l'écorce (82,4 %), la forme obovale (obo) des feuilles (39,7 %) et l'aspect rugueux de l'écorce (RU) (99 %) se sont révélés dominants à Bambadala Tiako. Le rendement à Keur Babou Diouf enregistré est de 500,2 kg.ha⁻¹ contre 544 kg.ha⁻¹ à Bambadala Tiako. Les arbres les plus performants en noix (I et J) constitueront des têtes de clones pour la production de plants par greffage ou bouturage.

Mots-clés : *Anacardium occidentale*, plantations, inventaire, morphotypes, caractérisation, diversité, Bassin Arachidier, Sénégal.

Abstract

Structural, morphometric and phenotypic characterization of three cashew tree (*Anacardium occidentale* L.) morphotypes in the peanut basin of Senegal

Cashew (*A. occidentale* L.) plantations in Senegal, particularly in the peanut basin, constitute a lever for socio-economic development. Indeed, few works have realized the holistic approach starting from the description of the morphotypes, the study of the mode of regeneration, the density, the structure of the plantations and the production. The objective of this study is to analyze the current situation of cashew plantations in Bambadala Tiako and Keur Babou Diouf and to carry out the morpho-phenotypic characterization of morphotypes. The floristic inventory revealed pure mono-specific plantations consisting of two to three morphotypes. The 35-year-old Bambadala Tiako plantation has 167 plants of western *A. occidentale* compared to 138 for the 29-year-old Keur Babou Diouf plantation, which covers 1.5 ha and 1.2 ha respectively. The largest numbers for tree height are concentrated in the class] <6 m] and] 50-60 cm] for diameter at Bambadala Tiako versus] ≥ 12m] and] <30 cm] for height and diameter at Keur Babou Diouf where the best dendrometric parameters were noted. In contrast, characterization of morphotypes at Bambadala Tiako revealed appreciable genetic and agro-morphological diversity. The highest length, width and weight of apples were observed in the Yellow morphotype (J) while the highest nut weight, large and small thickness were noted in the Yellow and Intermediate morphotypes (J and I) with the same values: 0.5 g, 2 cm and 1.2 cm. The oblong-ellipsoid (obe) shape of the nuts (96.3 %), the cylindrical shape of the apples (53.9 %), the gray color of the bark (82.4 %), the obovate (obo) shape of the leaves (39.7 %) and the roughness of the bark (RU) (99 %) were found to be dominant at Bambadala Tiako. The yield at Keur Babou Diouf was 500.2 kg.ha⁻¹ compared to 544 kg.ha⁻¹. The trees with the highest nut yields (I and J) will be used as head clones for the production of seedlings by grafting or cuttings.

Keywords : *Anacardium occidentale*, plantations, inventory, morphotypes, characterization, diversity, peanut basin, Senegal.

1. Introduction

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est une culture tropicale issue des zones désertiques, disposant d'un fort potentiel de croissance économique [1] en raison des multiples atouts qu'offre son fruit. Au Sénégal, les premières introductions par l'administration Française datent de 1939 [2]. De cette période à 1945, l'espèce a été disséminée dans le Cap-vert, le Sine-Saloum et une partie de Thiès. Malgré tous ces efforts, la production est demeurée faible avec 47 000 t, soit 1,4 % de la production mondiale [3]. Cette faible production ne favorise pas l'émergence rapide de la filière anacarde au Sénégal conséquence d'une absence de sélection variétale du matériel végétal et une méconnaissance des caractéristiques des différentes morphotypes par les planteurs. Cependant, force est de reconnaître que l'émergence de la filière passe inéluctablement par une connaissance des traits supérieurs, des pratiques culturales, d'amélioration variétale et des inventions sylvicoles [4, 5]. Un accompagnement technique des acteurs pourrait améliorer la qualité de la production et la compétitivité du label sénégalais sur le marché des noix et de ses dérivés et rehausser le niveau de revenus et de vie des populations démunies [6]. Les travaux de recherches sur l'anacardier sont axés essentiellement sur la réponse aux techniques de clonage, la séquestration du carbone et l'influence de la flore associée dans la production des parcs à *A. occidentale* L. [7] mais les études sur la caractérisation et la description des morphotypes ainsi que la sélection et l'amélioration des plantes l'ont été moins. C'est dans cette perspective que l'étude intitulée « Caractérisation structurale, morphométrique et phénotypique de trois morphotypes d'anacardiers (*Anacardium occidentale* L.) dans le Bassin arachidier au Sénégal » a été entreprise. L'objectif

général de la présente étude est de contribuer à la création de nouvelles variétés d'anacardiers ayant un fort potentiel de rendement et une qualité technologique adéquate. Spécifiquement, il s'agit de :

- étudier la situation des plantations d'anacardiers dans le Bassin arachidier, leurs performances et contraintes de gestion ;
- caractériser le pool de morphotypes des plantations d'anacardiers dans les deux sites à travers la description phénotypique ;
- déterminer la variabilité des pommes, noix, feuilles et écorce sur les variables quantitatives et qualitatives étudiées ;
- évaluer le rendement en noix des plantations

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation des sites d'études

L'étude entreprise a été effectuée dans deux sites à Bambadala Tiako et à Keur Babou Diouf situés dans la région de Fatick $14^{\circ}42'N$ et $16^{\circ}41'O$ au centre du Sénégal (**Figure 1**). Ils sont localisés dans le département de Foundiougne, arrondissement de Toubacouta et respectivement dans les communes de Keur Saloum Diané et Toubacouta. Dans ces sites, plusieurs provenances de *A. occidentale* ont été mises en place par le projet Anacardier Sénégal-Allemand (PASA). Le village de Keur Babou Diouf est situé à 60 km au Sud-Ouest de la région de Fatick. La pluviométrie moyenne de cette zone varie entre 400 à 600 mm [8]. Le sol est de type Dior à texture légère, sablonneuse et avec une faible teneur en humus. La végétation est moins dense constituée de l'anacardier (*Anacardium occidentale*), le Kadd (*Faidherbia albida*), le manguier (*Mangifera indica*), d'autres arbres et arbustes et une végétation dominée par de grands arbres, c'est le cas des caillécdrats (*Khaya senegalensis*), des gangs (*Ficus sycomoris*) et des palmiers à huile (*Elaeis guineensis*).

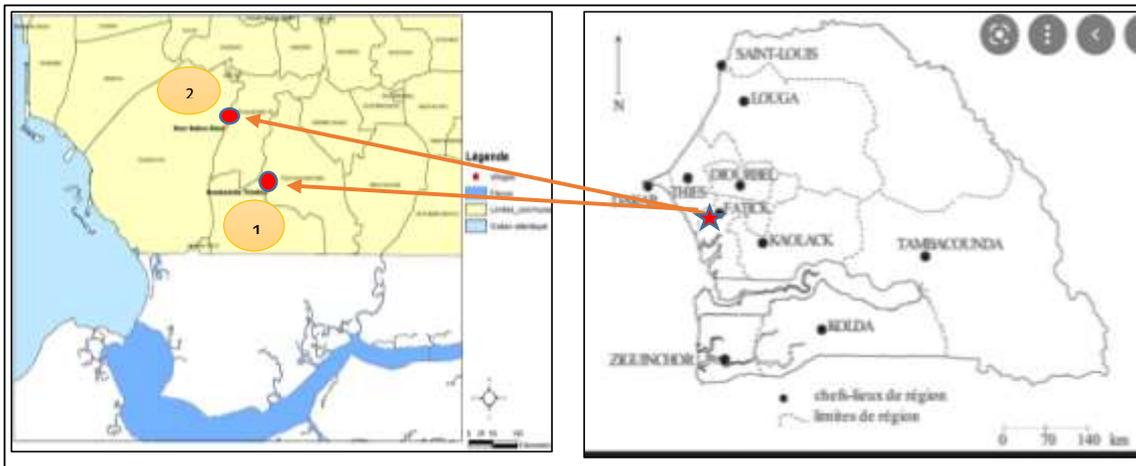


Figure 1 : Situation de la zone d'étude

2-2. Méthode d'inventaire des plantations

L'inventaire des plantations à Bambadala Tiako et à Keur Babou Diouf dans la région de Fatick a reposé sur une approche participative impliquant les producteurs détenteurs des plantations. En effet, la prospection effectuée au préalable a permis d'avoir une vue d'ensemble des plantations (sol, état végétatif, état sanitaire, âge, technologies utilisées et rendement). Les variables dendrométriques (**Figure 2**) ont été mesurées telles

que la hauteur totale de l'arbre (HPL), le diamètre (DM) à hauteur d'homme à 1,3 m, le houppier (HP) (Est-Ouest et Nord-Sud), le nombre de branches charpentières (NBC) et l'écartement entre arbre (EA). La hauteur totale a été mesurée à l'aide d'un Blum-leiss [9], le diamètre à hauteur d'homme à 1,3 m par un compas forestier, le nombre de branches charpentières par comptage, les diamètres du houppier suivant les directions Est-Ouest et Nord-Sud de même que la distance entre arbre par un ruban mètre.

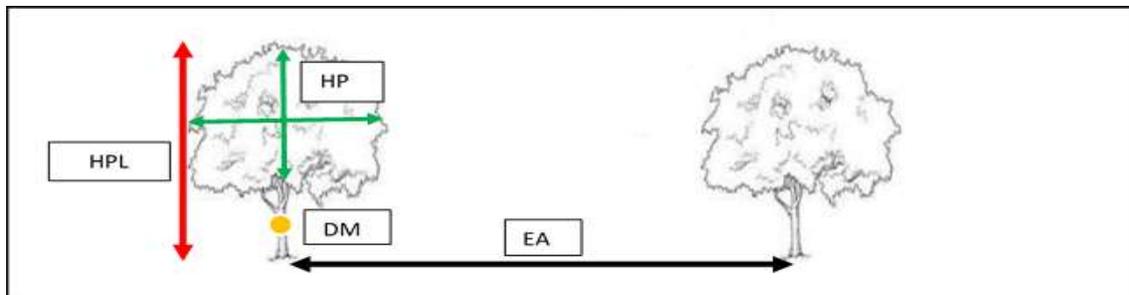


Figure 2 : Mesure dendrométrique (HPL = hauteur total, HP = houppier, DM = diamètre tronc, EA = distance entre arbre)



Figure 3 : Plantation à Bambadala Tiako (a) et Keur Babou Diouf (b)

2-3. Présentation des morphotypes

Trois morphotypes présentant des caractéristiques agronomiques et organoleptiques intéressantes ont été identifiés à Bambadala Tiako que sont : morphotypes à faux fruit rouge vif, morphotypes à faux fruit jaune et morphotypes à faux fruit intermédiaire (**Figure 4**). Cependant à Keur Babou Diouf (**Figure 5**), deux cultivars ont été retrouvés (morphotypes à faux fruit rouge et à faux fruit jaune).



Figure 4 : Morphotypes à Bambadala Tiako



Figure 5 : Morphotypes à Keur Babou Diouf

2-4. Composition des plantations dans les deux sites

A Bambadala Tiako comme à Keur Babou Diouf (*Tableau 1*), la composition des plantations se présente comme suit : les rouges et les jaunes dominent l'intermédiaire ; le rouge est plus nombreux à Bambadala Tiako qu'à Keur Babou Diouf ; 6 individus sont non identifiés.

Tableau 1 : synthèse des données de l'inventaire (nombre de pieds)

Morphotypes	sujets	
	Bambadala Tiako	Keur Babou Diouf
Rouge (R)	78	68
Jaune (J)	63	70
Intermédiaire (I)	20	-
Non identifié	6	-
Total	167	138

2-5. Matériel Végétal pour la caractérisation des morphotypes

Des prélèvements de feuilles et fruits (pomme + noix) ont été effectués sur 102 pieds d'anacardier au niveau de la plantation de Bambadala Tiako constitués de trois morphotypes. Sur chaque pied, 20 feuilles et 20 fruits soit 5 unités par point cardinal et sur des rameaux différents ont été prélevés en partant de l'apex. Ce qui fait au total 2040 feuilles, 2040 noix et 2040 pommes. Ces différents organes ont été caractérisés suivant les 20 variables présentées dans le *Tableau 2*. Les relations entre les facteurs qualitatifs étudiés (la nature (NE) et la couleur de l'écorce (CE), la forme des feuilles (FF), la couleur de la noix (CN), la forme (FP) et la couleur de la pomme (CP), la forme des noix (FN)) et les différentes caractéristiques quantitatives des feuilles, des pommes et des noix ont été recherchées et mises en évidence. L'accent a été mis sur le lien entre morphotypes et caractéristiques foliaires et fruitière (pomme + noix) de l'anacardier.

Tableau 2 : variables morpho-phénotypiques étudiées

LP = Longueur pomme	PN = Poids de la noix	FF = Forme feuille
IP = Largeur pomme	FP = Forme pomme	CP = Couleur pomme
PP = Poids pomme	FN = Forme noix	CN = Couleur noix
LN = Longueur de la noix	LI = Longueur du limbe	Ra = Ratio (pomme/noix) frais
IN = largeur de la noix d'anacarde	LI = Largeur du limbe	NE = Nature écorce de l'arbre
GeN = Grande épaisseur de la noix	NPNL = Nombre de paires de nervures latérales	CE = Couleur écorce de l'arbre
PeN = Petite épaisseur de la noix	Lp = Longueur pétiole	

2-6. Méthode de caractérisation foliaire

L'étude de la morphologie foliaire a été effectuée sur l'ensemble des anacardiés étudiés, en raison de 20 feuilles par pied, collectées suivant les quatre directions (Est, Ouest, Nord et Sud) du houppier de l'arbre, soit 5 feuilles par point cardinal. La méthode de collecte consiste à sélectionner les feuilles en partant du méristème apical sur des rameaux différents afin de comparer des feuilles de même âge. Le choix des rameaux a été fait au hasard sur chaque arbre. La variable qualitative évaluée est la forme de la feuille à l'aide du descriptif de l'anacardier (IPBGR, 1986). Quant aux variables quantitatives, les mensurations effectuées à l'aide d'une règle graduée, ont porté sur la longueur du pétiole, la longueur et la largeur du limbe. Le nombre de paires de nervures latérales par feuille est obtenu par comptage.

2-7. Méthode de caractérisation morpho-pondérale des pommes d'anacarde

Le choix des pommes a été fait au hasard à raison de 5 pommes par point cardinal. Pour chaque pomme les mesures suivantes ont été relevées : la longueur et la largeur ont été déterminées à l'aide d'un pied à coulisse digital ; le poids de la pomme fraîche a été déterminé à l'aide d'une balance de précision (0,001 g) METTLER (PJ3600) ; la couleur à travers l'observation visuelle de la peau ; et la forme déterminée en utilisant le descriptif de l'anacardier (IPBGR, 1986).

2-8. Méthode de caractérisation morpho-pondérale de la noix d'anacarde

Une description morpho-pondérale des noix a été réalisée par arbre. Les dimensions (longueur, largeur, épaisseur) ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse digital ; le poids a été déterminé à l'aide d'une balance de précision (0,001 g) METTLER (PJ 3600); la forme de la noix a été identifiée grâce au descriptif de l'anacardier (IPBGR, 1986); la couleur par observation visuelle et le ratio pomme/noix (Ra) a été calculé.

2-9. Méthode de collecte et saisie des données

La collecte des données a été réalisée à l'aide d'une fiche. La saisie et la transformation des données de comptage ont été assurées par les tableurs Word et Excel version 2013. L'analyse de la variance, l'analyse descriptive et la comparaison des moyennes ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistix version 8.

3. Résultats

3-1. Caractérisation structurale des plantations : Analyse de variance

Les 3 morphotypes représentés par les arbres inventoriés au niveau de la plantation à Bambadala Tiako (**Tableau 3**) présentent des effets significatifs sur l'ensemble des variables mesurées notamment le diamètre à hauteur d'homme (DM) ($P < 0,008^{***}$), le houppier (HP) ($P < 0,0005^{***}$), la hauteur (HPL) ($P < 0,01^{***}$) et le nombre de branches charpentières (NBC) ($P < 0,007^{***}$) à l'exception de l'écartement entre arbre (EA) avec ($P < 0,51$). Cependant à Keur Babou Diouf, aucune différence significative n'a été observée (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Analyse de variance des données d'inventaire

Source	Diamètre (DM)					Ecartement entre arbre (EA)				Houppier (HP)				Hauteur (HPL)				Nombre Branches charpentière (NBC)			
	Ddl	SC	CM	F	P	SC	CM	F	P	SC	CM	F	P	SC	CM	F	P	SC	CM	F	P
Bambadala Tiako																					
Morphotypes	2	212 6,5	708,8	4,1	0,008	22,5	7,5	0,77	0,5	117,8	39,3	6,2	5E-04	41, 1	13,7	3,9	0,009	11,3	3,8	4, 2	0,007
Error	163	2831 6,7	173,7			1586	9,8			1029,5	6,3			568 ,8	3,5			147,6	0,9		
Keur Babou Diouf																					
Morphotypes	1	3,9	3,9	0,02	0,89	2,03	2,03	0,09	0,8	20,03	20,3	3,18	0,08	8,6	8,6	1,2	0,27	4,1	4,1	2, 2	0,14
Error	136	2681 6,2				136	3178,8	23,4		857,6	6,3			99, 3	7,1			253,4	1,8		

Ddl = degré de liberté, SC = sommes des carrés, CM = carré moyen, P = probabilité, F = Fischer.

3-2. Caractérisation structurale des plantations : Variabilité des paramètres d'inventaire

A Bambadala Tiako, les arbres inventoriés (**Tableau 4**) ont une hauteur moyenne de $6,7 \pm 7,3$ m, un diamètre moyen de $29,6 \pm 30,4$ cm, le houppier a présenté $9,4 \pm 6$ m de diamètre avec un minimum de 2 m et un maximum de 15,4 m, le nombre moyen de branches charpentières tourne autour de 2 ± 4 tandis que l'écartement moyen est estimé à $6,5 \pm 18,5$ m. Par ailleurs, à Keur Babou Diouf (**Tableau 4**), les arbres ont une hauteur moyenne de $10,7 \pm 7,3$ m, un diamètre moyen à hauteur d'homme de $46,4 \pm 37,1$ cm, le houppier a présenté $11,9 \pm 5,8$ m de diamètre avec un minimum de 5,4 m et un maximum de 17,7 m, le nombre moyen de branches charpentières tourne autour de 2 ± 4 tandis que l'écartement moyen est estimé à $8,9 \pm 23,1$ m.

Tableau 4 : Variabilité des paramètres d'inventaire Bambadala Tiako et Keur Babou Diouf

Variables	Ddl	Min	Max	Moy
Bambadala Tiako				
EA	166	2,9	25,0	6,5
HP	166	2,0	15,4	9,4
HPL	166	1,8	14,0	6,7
NBC	155	1,0	6,0	2,0
DM	158	3,0	60,0	29,6
Keur Babou Diouf				
EA	137	1,0	32,0	8,9
HP	137	5,4	17,7	11,9
HPL	137	5,0	18	10,7
NBC	137	1,0	6,0	2,0
DM	137	15,0	83,5	46,4

3-3. Caractérisation structurale des plantations : Structure verticale

La distribution des individus par classe de hauteur au niveau de la plantation de Bambadala Tiako présente une structure verticale multi-étagée (**Figure 6a**) correspondant à une courbe exponentielle négative ou en « J renversé ». En effet, les arbres inventoriés sont plus concentrés dans les classes $] < 6 \text{ m}]$, $] 6 - 8 \text{ m}]$ et $] 8 -$

10 m] avec respectivement 72 , 69 et 23 individus. Cependant les classes de hauteur] 10 – 12 m] et] ≥ 12 m] ont donné les plus faibles effectifs à savoir 2 et 1 individus. Ces résultats montrent que les effectifs diminuent au fur et à mesure que la classe de hauteur augmente. Par contre Keur Babou Diouf, la distribution des individus par classe de hauteur (**Figure 6b**) traduit une courbe exponentielle positive ou en « J ». Les arbres inventoriés sont plus concentrés dans les classes de hauteur] ≥ 12 m] ,] 8 – 10 m] ,] 10 - 12 m] et] 6 – 8 m] respectivement 40 , 36, 34 et 23 individus. En effet, la classe de hauteur] < 6 m] a donné le plus faible effectif soit 5 pieds. Ces résultats traduisent que les effectifs augmentent au fur et à mesure que la classe de hauteur augmente à l'exception de la classe] 10 - 12 m].

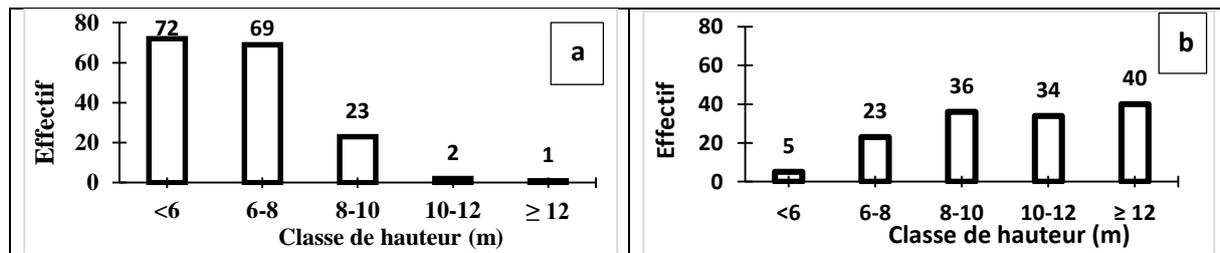


Figure 6 : Répartition des individus par classe de hauteur à Bambadala Tiako (a) et Keur Babou Diouf (b)

3-4. Caractérisation structurale des plantations : Structure horizontale

La **Figure 7a** présente la structure horizontale de la plantation d'anacardier à Bambadala Tiako. La distribution des individus par classe de diamètre correspond à une courbe exponentielle négative ou en « J renversé ». L'effectif diminue graduellement au fur et à mesure que la classe de diamètre augmente. Les effectifs les plus élevés sont observés dans les classes] < 30 cm] et] 30 – 40 cm] avec respectivement 89 et 53 pieds. Toutefois, des individus de diamètre compris entre] 40 - 50 cm] et] 50 - 60 cm] ont été recensés mais ont révélé les plus faibles effectifs soit 19 et 6 individus ; par contre aucun individu n'a été noté pour la classe de diamètre ≥ 60 cm. Cependant, la **Figure 7b** met en relief la structure horizontale de la plantation à Keur Babou Diouf dont la distribution des individus par classe de diamètre reflète une courbe exponentielle positive ou en « J ». L'effectif croit de manière significative au fur et à mesure que la classe de diamètre augmente à l'exception de la classe] ≥ 60 cm]. Les effectifs les plus élevés sont enregistrés dans les classes] 50 - 60 cm] ,] 40 - 50 cm] et] 30 - 40 cm] avec respectivement 40, 33 et 26 individus. Toutefois, des individus de diamètre] < 30 cm] et] ≥ 60 cm] ont été répertoriés mais ont montré les effectifs les plus faibles soit respectivement 19 et 20 pieds.

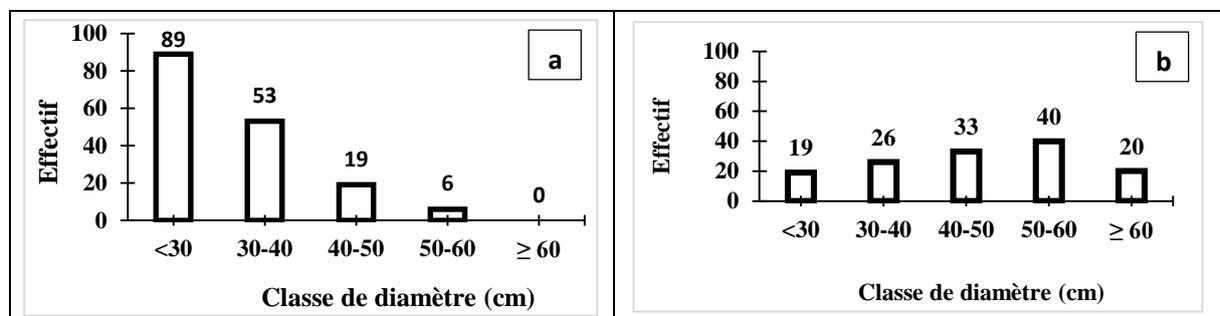


Figure 7 : Répartition des individus par classe de diamètre à Bambadala Tiako (a) et Keur Babou Diouf (b)

3-5. Caractérisation structurale des plantations

3-5-1. Variabilités des paramètres physiologiques des morphotypes à Bambadala Tiako

La *figure 8* met en évidence la variabilité des trois morphotypes inventoriés à Bambadala Tiako suivant les variables mesurées. Pour le diamètre moyen des arbres (*Figure 8a*), le morphotype rouge (R) a présenté la valeur la plus élevée soit 44,9 cm suivi du morphotype intermédiaire avec 39,9 cm et le jaune vient en dernière position avec 37,9 cm. Cependant, pour la hauteur moyenne (*Figure 8b*), les morphotypes rouge et jaune (R et J) ont donné les mêmes performances soit 6,9 m contre 6,3 m pour l'intermédiaire (I). Concernant le houppier (*Figure 8c*), le diamètre le plus important est observé chez le morphotype rouge (R) avec 10,2 m par rapport au jaune et intermédiaire ayant tous 9,2 m. S'agissant de l'écartement entre arbre (*Figure 8d*), les pieds rouge sont espacés entre eux de 6,3 m contre 6,2 m pour intermédiaire et 6,4 m pour le jaune. Le nombre de branches charpentières (*Figure 8e*) est similaire pour les trois morphotypes et est égal à 2.

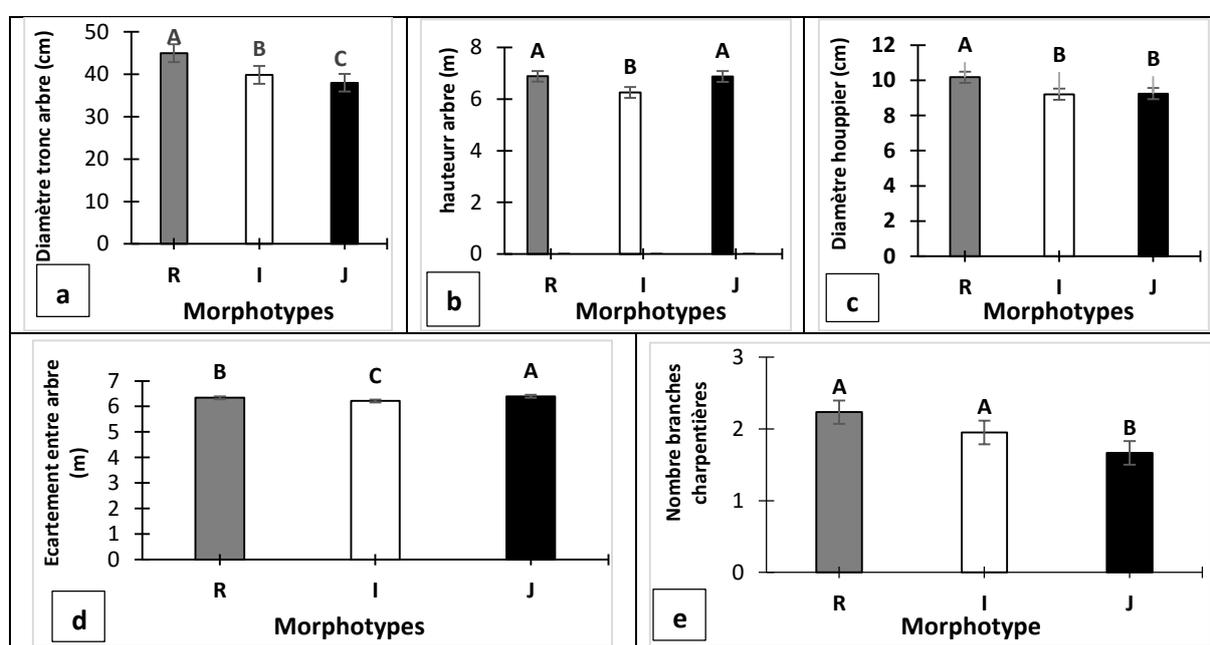


Figure 8 : Variabilité des morphotypes sur diamètre(a), hauteur(b), diamètre(c), écartement entre arbre (d) et nombre branche charpentièr(e) à Bambadala Tiako

3-5-2. Variabilités des morphotypes à Keur Babou Diouf

La *Figure 9* révèle la variabilité des deux morphotypes inventoriés à Keur Babou Diouf suivant les variables mesurées. Pour le diamètre moyen des arbres (*Figure 9a*), les morphotype rouge (R) et jaune (J) ont présenté des valeurs presque similaires soit respectivement 46,3 cm et 46,6 cm de même que la hauteur totale des arbres (*Figure 9b*) soit 10,4 m pour (R) et 10,9 m pour (J). Concernant le houppier (*Figure 9c*), le diamètre le plus important est observé chez le morphotype jaune avec 12,2 m par rapport au rouge ayant 11,5 m mais la différence n'est pas significative. S'agissant de l'écartement entre arbre (*Figure 9d*), les pieds jaune sont espacés entre eux de 9,1 m contre 8,9 m pour le rouge. Le nombre de branche charpentièr (*Figure 9e*) enregistré est similaire pour les deux morphotypes et est égal à 2.

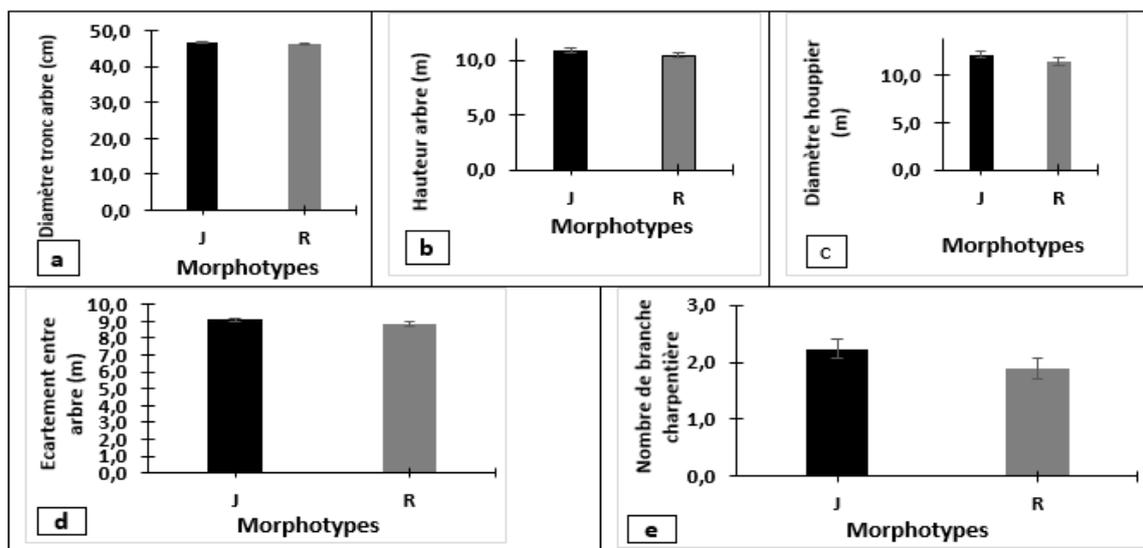


Figure 9 : Variabilité des morphotypes selon le diamètre (a), la hauteur (b), le diamètre du houppier (c), l'écartement entre arbre (d) et le nombre de branches charpentières (e) à Keur Babou Diouf

3-6. Analyse de variance des facteurs étudiés sur les pommes, noix, limbe, pétiole et paires de nervures

Le **Tableau 5** met en relief un effet très hautement significatif des morphotypes sur la longueur de la pomme ($P < 0,001$), la largeur de la pomme ($P < 0,001$) et le poids des pommes ($P < 0,001$). Ces résultats traduisent la forte variabilité entre les pommes. Par ailleurs cette même dynamique des morphotypes a été enregistrée sur la longueur des noix ($P < 0,0005$), la largeur des noix ($P < 0,001$), la grande épaisseur des noix ($P < 0,001$), le poids des noix ($P < 0,001$), et la petite épaisseur de la noix ($P < 0,001$). Cela montre la diversité des critères qui sont influents sur les caractéristiques des noix. En outre, les morphotypes ont révélé également une différence très significative sur la largeur du limbe ($P < 0,001$), le nombre de paires de nervure latérale ($P = 0,0251$) et le ratio pomme/noix ($P < 0,001$).

Tableau 5 : Analyse de variance sur les pommes, noix, limbe, pétiole et paires de nervures

Source	Longueur pomme					Largeur pomme					Poids pomme														
	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P										
Morphotypes	2	54,7	27,4	76,6	0,0000	2	43,0	21,5	69,5	0,0000	2	557,1	278,6	151,6	0,0000										
Source	Longueur noix					Largeur noix					Grande épaisseur noix					Petite épaisseur noix					Poids noix				
	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P
Morphotypes	2	8,1	4,0	7,6	0,0005	2	4,7	2,4	34,7	0,0000	2	58,2	29,1	242,8	0,0000	2	4,5	2,3	31,8	0,0000	2	3,9	1,9	14,8	0,0000
Source	Longueur limbe					Largeur limbe					Nombre paires nervure latérale					Longueur pétiole					Ratio (R)(pomme/noix)				
	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P	Ddl	SC	CM	F	P
Morphotypes	2	2,6	1,3	0,9	0,4241	2	89,8	44,9	10,2	0,0000	2	24,9	12,4	3,7	0,0251	2	0,8	0,4	1,0	0,386	2	1761,9	880,9	66,2	0,0000

Ddl = degré de liberté, SC = sommes des carrés, CM = carré moyen, p = probabilité, F = Fischer

3-7. Variabilité des morphotypes pour les variables morpho-métriques quantitatives

3-7-1. Variation de la longueur, la largeur et le poids des pommes

La **Figure 10** met en relief la variation de la longueur, largeur et poids des pommes en fonction des morphotypes. En effet, la longueur moyenne la plus importante pour les pommes (**Figure 10a**) a été obtenue par le morphotype Jaune (J) soit 3,7 cm contre 3,4 cm pour le rouge (R) et 3,3 cm pour l'intermédiaire (I). Cette même tendance est notée sur la largeur (**Figure 10b**) soit 3,8 cm pour (J), 3,5 cm pour (I) et (R) et sur le poids des pommes (**Figure 10c**) soit respectivement 4,7 g, 3,7 g et 3,5 g.

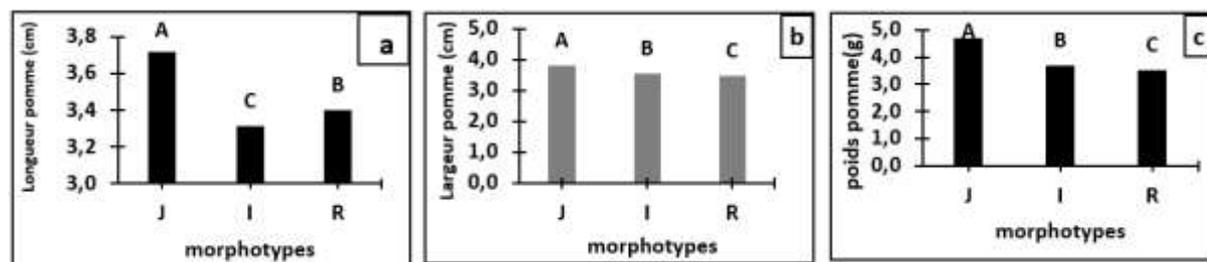


Figure 10 : Variation de la longueur (a), largeur (b) et poids (c) des pommes

3-7-2. Variation de la longueur, largeur, poids, grande épaisseur et petite épaisseur des noix

La **Figure 11** met en relief la variation de la longueur, largeur, poids, grande et petite épaisseur des noix en fonction des morphotypes. En effet, la longueur moyenne la plus élevée pour les noix (**Figure 11a**) a été obtenue par les morphotypes intermédiaire (I) et rouge (R) soit 2,6 cm contre 2,5 cm pour le morphotype Jaune (J). Cependant, la largeur des noix est dominée par le rouge (**Figure 11b**) soit 1,5 cm contre 1,4 cm pour Jaune et Intermédiaire. Pour le poids des noix (**Figure 11c**), J et I ont présenté la même valeur soit 0,5 g contre 0,4 g pour le Rouge. La grande épaisseur (**Figure 11d**) a révélé une moyenne de 2 cm pour (J et I) contre 1,7 cm pour R. Dans la même dynamique, pour la petite épaisseur (**Figure 11e**), J et I ont eu 1,2 cm de moyenne contre 1,1 cm pour (R).

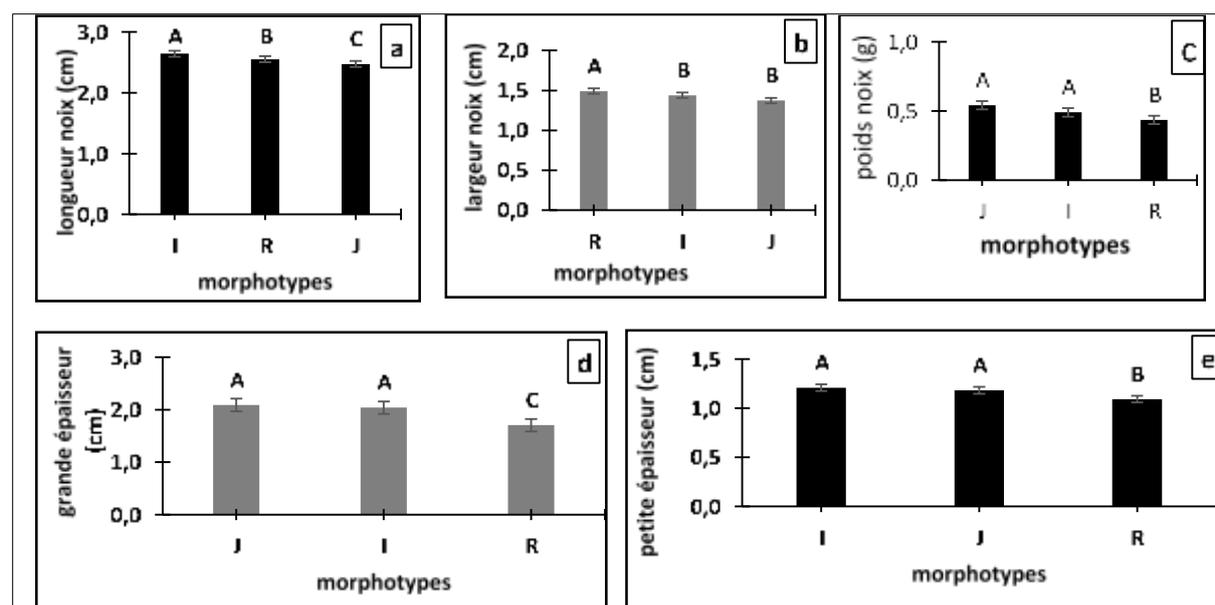


Figure 11 : Variation de la longueur (a), largeur (b), poids (c), grande épaisseur (d), petite épaisseur (e) des noix

3-7-3. Variation de la longueur du pétiole, la longueur-largeur du limbe, le nombre de nervures latérales

La **Figure 12** montre la variation de la longueur du pétiole, la longueur et la largeur du limbe et le nombre de paires de nervures latérales en fonction des morphotypes. En effet, la longueur moyenne la plus élevée pour le pétiole (**Figure 12a**) a été obtenue par le morphotype Jaune (J) et rouge (R) soit 1,4 cm contre 1,3 cm pour intermédiaire (I). Cependant, la longueur du limbe est dominée par (R) (**Figure 12b**) soit 8,9 cm contre 8,8 cm pour (J et I). Pour la largeur du limbe (**Figure 12c**), le morphotype (J) arrive en tête avec 13,4 cm contre 13 cm pour I et R. Concernant le nombre de nervures latérales (**Figure 12d**), une similarité pour les trois morphotypes a été notée avec 9 paires.

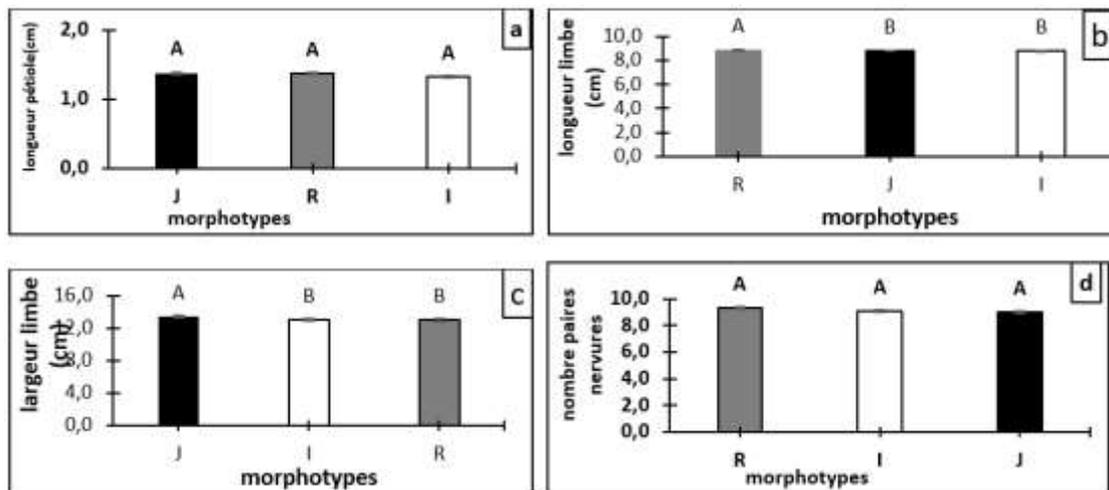


Figure 12 : Variation de la longueur pétiole (a), longueur limbe (b), largeur du limbe (c), nombre de nervure latérale (d)

3-8. Variabilité des morphotypes pour les variables morpho-métriques qualitatives

Pour les variables qualitatives, la forme cylindrique (cy) des pommes domine avec 53,9 % et la forme ronde (rd) est créditée de 46,1 % (**Figure 13a**). Les 2 formes sont retrouvées chez tous les morphotypes. Par ailleurs, pour la nature de l'écorce (**Figure 13b**), une présence au niveau des trois morphotypes de l'aspect rugueux (RU) à 99 % est notée tandis qu'un seul individu présentant l'aspect lisse (L) soit 1 % est observé exclusivement chez le morphotype jaune. S'agissant de la forme des noix (**Figure 13c**), la forme oblongue-ellipsoïde (obe) est créditée à 96,3 % et la forme réniforme (Ni) a donné 3,7 %. Quant à la couleur de l'écorce (**Figure 13d**), la couleur grise occupe 82,4 % et celle brune présente 17,6 %. Concernant la nature des feuilles (**Figure 13e**), la forme obovale (obo) est dominante avec 39,7 % contre 24,1 % pour ovale (ova) et 36,3 % pour oblongue (obl). Ces différentes formes sont présentes chez tous les morphotypes.

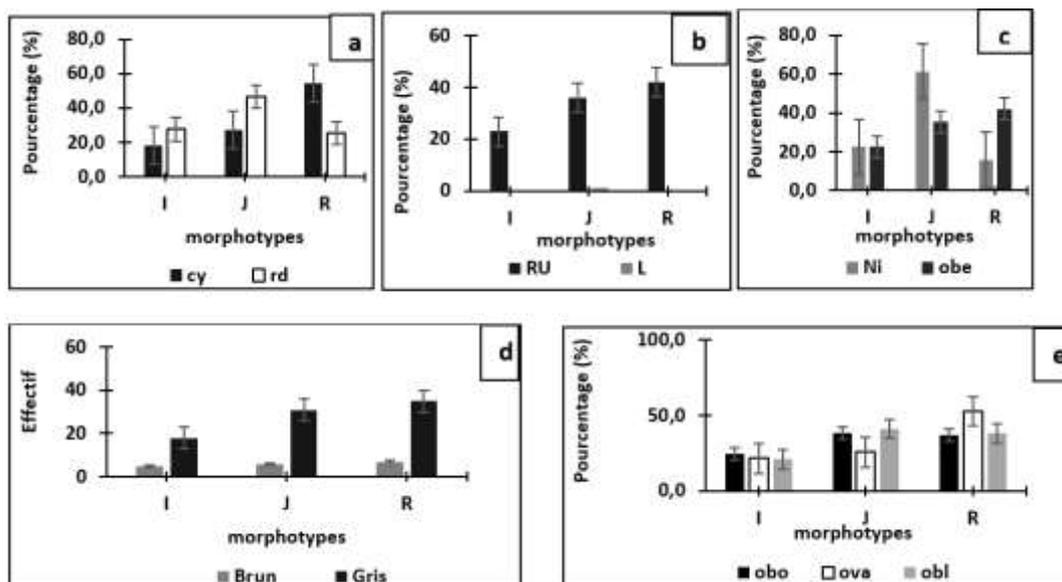


Figure 13 : Variabilité des morphotypes pour la forme de la pomme(a), la nature de l'écorce(b), la forme de la noix(c), la couleur de l'écorce(d) et la forme de la feuille (e)

3-9. Variation du rendement en fonction de l'âge des arbres

3-9-1. Variation du rendement Bambadala Tiako

La **Figure 14** met en évidence le rythme d'évolution du rendement (Rdt) d'anacardier à Bambadala Tiako en fonction de l'âge de la plantation. Quatre ans après plantation des pieds d'anacardier, une première production est observée et évalué à 240 kg.ha⁻¹. De la 4^e à la 15^e année, la production augmente de façon significative passant de 240 à 510 kg.ha⁻¹ et atteint un pic de 544 kg.ha⁻¹ à 16 ans. A partir de cette période, la production devient quasi-stationnaire jusqu'à 20 ans et décroît progressivement jusqu'à 348 kg.ha⁻¹ à la 35^e année. Ces résultats montrent que la productivité de l'anacardier diminue au fur et à mesure que l'âge de la plante augmente d'où la nécessité de renouvellement de la plantation.

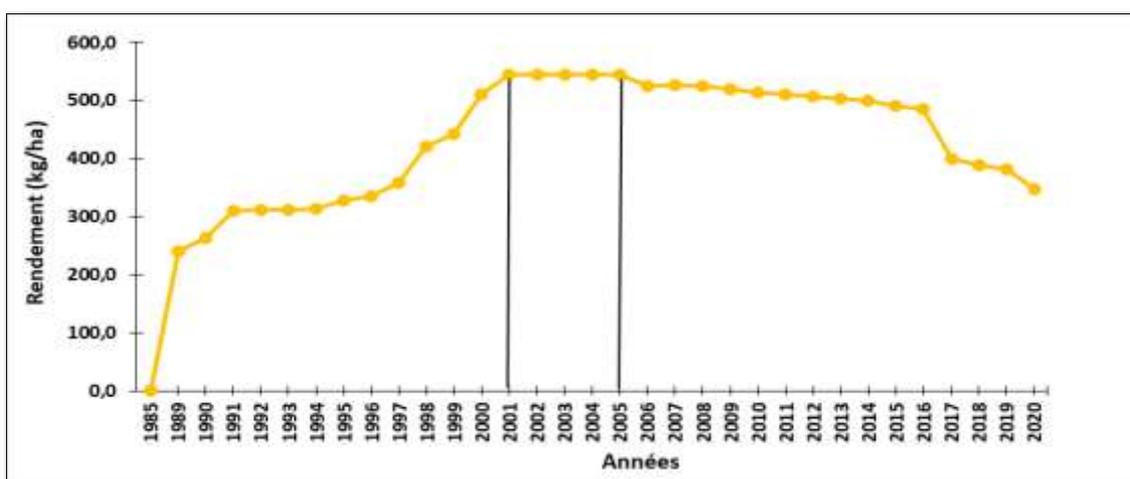


Figure 14 : Tendence évolutive des rendements de l'anacardier en fonction de l'âge des arbres

Source (Enquête du producteur à Bambadala Tiako)

3-9-2. Variation du rendement à Keur Babou Diouf

La **Figure 15** traduit la dynamique d'évolution du rendement (Rdt) de la plantation d'anacardier à Keur Babou Diouf en fonction de l'âge de la plantation. Six ans après semis direct, une première production a été enregistrée et évalué à $210 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. De la 6^e à la 16^e année après semis, la production augmente de manière exponentielle passant de 210 à $461 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ et atteint un pic de $500,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ à la 17^e année. A partir de cette période, la production devient constante jusqu'à 20 ans et décroît graduellement jusqu'à $322 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ à la 29^e année. Au regard des résultats obtenus, la productivité de l'anacardier diminue avec l'âge de la plante d'où la nécessité de renouvellement de la plantation.

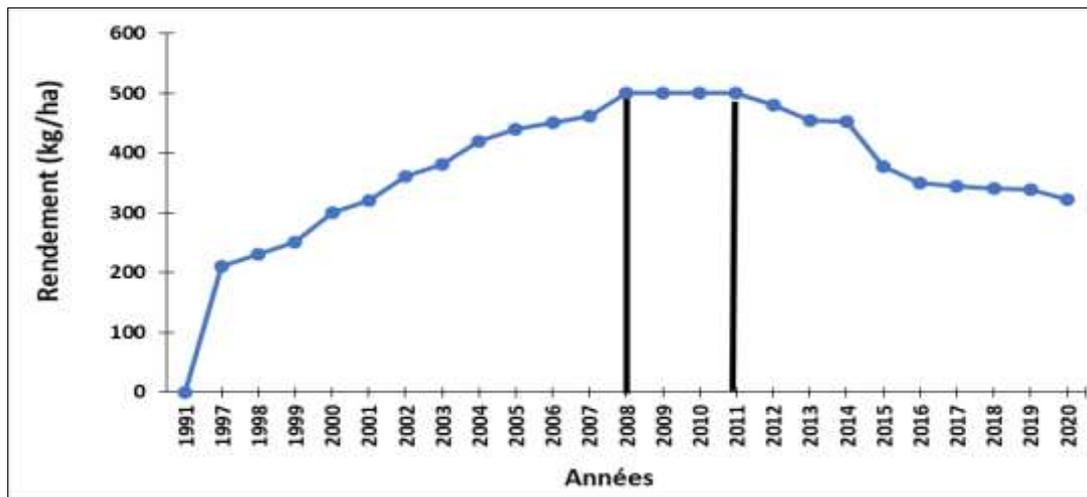


Figure 15 : *Tendance évolutive des rendements de l'anacardier en fonction de l'âge des arbres*

Source (Enquête du producteur à Keur Babou Diouf Mars 2021)

4. Discussion

4-1. Caractérisation structurale des plantations

Une forte variabilité entre les pieds d'anacardier sur le diamètre à hauteur d'homme (DM), le houppier (HP), la hauteur (HPL) et le nombre de branches charpentières (NBC) à l'exception de l'écartement entre arbre (EA) avec ($P = 0,51$) a été notée à Bambadala Tiako. Cette situation pourrait s'expliquer par la forte variabilité entre les pieds due à l'absence d'intervention sylvicole à savoir l'éclaircie et l'élagage depuis sa mise en place en 1985 et la densité de plantation. Cependant à Keur Babou Diouf, aucune différence significative n'a été observée sur ces paramètres. Ceci serait lié à l'âge, à la densité et l'élagage effectué tous les deux ans au niveau de la plantation. La densité des plantations étudiée dans cette étude tourne autour de 100 pieds/ha et sont similaires à ceux de [10] selon qui la densité optimale, tant pour le développement du houppier que pour la couverture du sol, doit être de 100 arbres/ha. Les faibles densités impactent positivement et significativement sur la survie, la productivité de l'espèce et détermine les scénarii sylvicoles [11 - 13]. La taille moyenne de ces plantations étudiées d'anacardier ne dépasse pas 2 ha et sont inférieure à celle trouvée au Burkina Fasso soit 3,13 ha [14]. Cette situation traduit les difficultés d'acquisition des terres et les contraintes foncières qui amènent les producteurs à conserver les espèces à fortes valeurs ajoutées dans leur parcelle.

4-2. Distribution des individus par classe de hauteur dans les deux sites

Les arbres inventoriés à Bambadala Tiako sont plus concentrés dans les classes $] < 6 \text{ m}]$, alors qu'à Keur Babou Diouf, les arbres sont plus représentés dans les classes $] \geq 12 \text{ m}]$. Les différences dans les classes de hauteur observées des deux sites s'expliqueraient par l'âge, l'élagage et la densité. La taille des anacardiers pourrait être influencée par les fortes densités entraînant une compétition intra-spécifique des individus [15, 16]. Or, l'anacardier est une espèce héliophile qui réclame le plein découvert pour fructifier abondamment [17]. L'écartement plus faible à Bambadala Tiako qu'à Keur Babou Diouf justifierait plus de concurrence par rapport à la lumière et donc plus de croissance verticale. Cependant, les classes de hauteur les plus hautes (10-12 m et $\geq 12 \text{ m}$) sont mieux représentés dans la plantation de Keur Babou Diouf, pourtant plus jeune et moins dense. Des pieds d'anacardier de plus de 8m de hauteurs ont été observés dans les deux sites, on parle d'arbres mésophanérophyles à mégaphanérophyles.

4-3. Distribution des individus par classe de diamètre dans les deux sites

A Bambadala Tiako, les effectifs les plus élevés sont observés dans la classe de diamètre $] < 30 \text{ cm}]$. Par contre, à Keur Babou Diouf, les effectifs les plus élevés sont retrouvés dans la classe $] 50 - 60 \text{ cm}]$. Ces résultats montrent que les effectifs des diamètres à Bambadala Tiako décroît graduellement au fur et à mesure que la classe de diamètre augmente et inversement à Keur Babou. L'écartement plus fort à Keur Babou Diouf qu'à Bambadala Tiako signifie plus d'espace inter-individus et donc plus de croissance latérale. Cette situation pourrait s'expliquer par la densité de plantation et l'élagage. Toutes choses étant égale par ailleurs, c'est normal que les individus de Keur Babou Diouf soient plus gros bien que plus jeunes. La comparaison entre les paramètres dendrométriques des deux sites montre que les résultats attendus pour la hauteur de même que le diamètre eu égard à l'écartement plus fort à Keur Babou Diouf qu'à Bambadala Tiako ne sont atteints pour le diamètre et non pour la hauteur. Cela voudrait dire qu'au-delà de la lumière, un ou d'autres facteurs interviendraient effectivement dans la croissance des anacardiers tels que le sol.

4-4. Variabilité des morphotypes inventoriés dans les deux sites en fonction des variables mesurées

L'ensemble des paramètres dendrométriques évalués ont montré une dominance nette à Keur Babou Diouf par rapport à Bambadala Tiako. Cette grande variabilité serait liée à des caractères génétiques et physiologiques des morphotypes et des facteurs d'ordre spatiotemporel associés à la modification de certains paramètres climatiques notamment la pluviométrie, la température, le régime des vents particuliers entraînant ces spécificités sur le plan floristique et physiologique. Ces résultats confirment ceux de [18] selon qui, la culture optimale de l'anacardier dépend des caractéristiques du sol, du milieu d'étude, des conditions climatiques et des précipitations. Dans la présente étude, les résultats obtenus révèlent une grande diversité morphologique des arbres sélectionnés comme observée dans la population d'anacardiers de Côte d'Ivoire [19]. Bien que les caractéristiques morphologiques soient très utiles, elles sont fortement influencées par les effets environnementaux ou le stade de développement de l'arbre d'où très souvent leur faible héritabilité [20].

4-5. Caractérisation des pommes à Bambadala Tiako

La longueur moyenne des pommes ($P < 0,001$) la plus importante a été obtenue par le morphotype Jaune (J). Cette même tendance est notée sur la largeur ($P < 0,001$) soit 3,8 cm et sur le poids des pommes ($P < 0,001$) soit 4,7 g par rapport au rouge (R) et intermédiaire (I). Cette variabilité serait justifiée par la nature allogame de l'espèce et l'utilisation de la noix en semis directs pour la création des vergers, en lieu et place de plants greffés [21]. Cette étude a mis en exergue une dominance des pommes de couleur jaune par rapport aux autres. La largeur des pommes est supérieure à leur longueur pour tous les morphotypes, cette situation pourrait s'expliquer par l'existence de la forme ronde caractérisée par une forte grosseur horizontale des pommes.

4-6. Caractérisation des noix à Bambadala Tiako

La longueur moyenne la plus élevée pour les noix ($P = 0,0005$) a été obtenue par le morphotype intermédiaire (I) et le rouge (R) soit 2,6 cm. Cependant, la largeur des noix ($P < 0,001$) est dominée par (R) soit 1,5 cm. Pour le poids des noix, la grande épaisseur et la petite épaisseur ($P < 0,001$), Jaune et Intermédiaire ont présenté respectivement la même valeur soit 0,5 g puis 2 cm ensuite 1,2 cm. L'un des critères majeurs de sélection de l'anacardier est la taille ou le poids moyen de la noix. Ce caractère a été discriminant pour les arbres étudiés comme dans la collection évaluée par [22]. Le poids de la noix est beaucoup influencé par la densité de semis. Plus elle est importante plus le poids de la noix diminue. Cette situation peut s'observer dans les plantations âgées qui ne bénéficient pas d'entretien. Dans ce cas, la qualité de la noix diminue avec la compétition entre arbres non taillés [23]. Ces résultats corroborent ceux de [24] qui affirment que la longueur, la largeur et le poids des noix de *Anacardium occidentale* varient suivant les variétés.

4-7. Caractérisation du pétiole, limbe et nervure à Bambadala Tiako

La longueur moyenne du pétiole la plus élevée a été obtenue par le morphotype Jaune (J) et rouge (R) soit 1,4 cm. Cependant, la longueur du limbe est dominée par R soit 8,9 cm. Pour la largeur du limbe ($P < 0,001$), le morphotype (J) arrive en tête avec 13,4 cm. Cela suggère que la surface des feuilles joue un rôle important dans la production de matière sèche pendant le développement du fruit et que les génotypes à grandes feuilles ont tendance à produire de gros fruits [25]. Concernant le nombre de paires de nervures latérales, une similarité pour les trois morphotypes a été notée soit 9 paires. Ces résultats sont en accord avec ceux de [25], observant des dimensions comprises entre 7 à 18 cm pour la longueur du limbe sur 5 à 12 cm pour sa largeur et portées par des pétioles dont la taille est comprise entre 1 à 2 cm environ.

4-8. Caractérisation des paramètres qualitatifs à Bambadala Tiako

Pour les paramètres qualitatifs, la forme cylindrique des pommes 53,9 % domine celle ronde (rd). Ces résultats diffèrent de ceux de [26], qui a montré que la forme de la pomme est ronde ou cordiforme (forme de cœur). La forme cylindrique pourtant dominante dans notre collection a été absente de la collection étudiée par [27, 28]. Cette forme est courante pour les variétés brésiliennes dites Jumbo du fait de la grosseur du fruit complet, à savoir la pomme et la noix [29]. L'importance de la variabilité phénotypique observée pourrait être imputable à divers facteurs tels que la provenance de la semence, la sélection variétale et l'acclimatation aux nouvelles conditions agro-écologiques. Il faut cependant noter que ces caractères pourraient être expliqués soit par leur potentiel génétique soit par l'environnement. Ces résultats confortent ceux de [30] dans son rapport portant sur l'analyse du secteur anacarde, situation actuelle et perspective de développement. S'agissant de la forme des noix, la forme oblongue-ellipsoïde (96,3 %) et réniforme (3,7 %) sont retrouvées chez tous les morphotypes. Ces résultats sont en désaccord avec de ceux de [31, 32] qui n'ont observé que la forme réniforme. Cette différence de formes observée serait due à l'introduction de noix tous venant aux caractères non maîtrisés et au caractère allogame de l'espèce. Par contre, deux familles de couleurs sont observées sur la noix et de l'écorce des pieds d'anacarde (gris et brun) ce qui corroborent ceux obtenus par [33]. L'aspect rugueux (RU) représente 99 % contre 1 % pour l'aspect lisse. Pour la nature des feuilles, les formes obovale dominante (39,7 %), ovale (24,1 %) et oblongue (36,3 %) ont été notées. Ces résultats diffèrent de ceux de [34] selon qui les feuilles d'anacardiers étudiées présentaient seulement la forme obovale. Cette différence s'expliquerait par l'introduction et la valorisation des noix de diverses origines dans la zone de Fatick.

4-9. Variation du rendement en fonction de l'âge des arbres dans les deux sites

A Bambadala, Tiako, le rendement atteint un pic de 544 kg.ha⁻¹ à 16 ans après plantation puis diminue progressivement jusqu'à 348 kg.ha⁻¹ à la 35^e année alors qu'à Keur Babou Diouf, le rendement optimal est évalué à 500,2 kg.ha⁻¹ à la 17^e année après semis et décroît jusqu'à 322 kg.ha⁻¹ à la 29^e année. Ces résultats obtenus montrent que la productivité de l'anacardier dans les deux sites diminue au fur et à mesure que l'âge de la plante augmente d'où la nécessité de renouvellement de la plantation. En effet, les rendements enregistrés dans les deux sites d'étude dépassent la moyenne mondiale évaluée à 500 kg.ha⁻¹ [35]. En outre, la performance de ces arbres dépasse également celle enregistrée chez les Arbres Potentiel Elites (APEs) de Keur Aliou Gueye et Touba Barya (Sénégal) avec une production moyenne avoisinant respectivement 288,6 et 143,3 kg.ha⁻¹ [36]. En revanche, les études menées au Malawi ont montré une moyenne de production inférieure à nos résultats soit 153 kg.ha⁻¹ [37].

5. Conclusion

La présente étude a été réalisée pour évaluer la diversité des plantations d'anacardier dans deux sites à Bambadala Tiako et Keur Babou Diouf/Fatick au cœur du Bassin Arachidier. L'inventaire floristique effectué a mis en évidence trois morphotypes à Bambadala Tiako (Rouge, Jaune et Intermédiaire) sur une superficie de 1,5 ha constituée 167 sujets contre deux à Keur Babou Diouf (Jaune et Rouge) composé de 138 sujets sur une superficie de 1,2 ha. Les meilleurs diamètres, hauteurs et longueurs des couronnes ont été notées au niveau de la plantation de Keur Babou Diouf (29 ans) par rapport à Bambadala Tiako (35 ans). En revanche, une diversité agro-morphologique et une nette variabilité génétique appréciable des morphotypes à travers la forme, le calibre, la couleur de la pomme, noix, feuille, écorce et rendement ont été révélées à Bambadala Tiako. Pour les pommes, le morphotype Jaune (J) est dominant pour la longueur, largeur et le poids tandis que la grande épaisseur, la petite épaisseur et le poids des noix les plus élevés ont été notés chez J et I. La forme oblongue-ellipsoïde des noix (96,3 %), la forme cylindrique des pommes (53,9 %) ; la couleur grise de l'écorce (82,4 %), la forme obovale des feuilles (39,7 %), l'aspect rugueux de l'écorce (RU) (99 %) se sont montrés dominants au niveau de la plantation de Bambadala Tiako. En revanche, le rendement en noix obtenue à Keur Babou Diouf est évalué à 500,2 kg.ha⁻¹ contre 544 kg.ha⁻¹ à Bambadala Tiako. A cet effet, une étude moléculaire et phylogénétique permettrait de suivre ces différents groupes définis afin d'étudier la part des gènes dans la variation des performances phénotypiques et de production des anacardiens.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Directeur de l'Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale pour son soutien moral, technique et financier. Ils remercient aussi le Staff administratif dudit institut qui a bien voulu faciliter les déplacements. Les remerciements vont également à l'endroit de tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de cette étude.

Références

- [1] - ESCA. DEDEHOU, J. DOSSOU, M. M. SOUMANOU, *Etude diagnostique des technologies de transformation de la pomme de cajou en jus au Bénin*, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (1) (2015) 371 - 387
- [2] - P. GOUJON, A. LEFEBVRE, P. H. LETURCQ, A. P. MARCELLESI, J. C. PRALORAN, *Etudes sur l'anacardier*, *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, N°151, Septembre - Octobre (1973) 27 - 29
- [3] - RONGEAD, *L'out turn ou comment mesurer la qualité de l'anacarde*, INADES-Formation, Cote d'Ivoire, (2015) 36 p.
- [4] - J. O. LAWAL, O. O. ODUWOLE, T. R. SHITTU and A. A. MUYIWA, *Profitability of value addition to cashew farming households in Nigeria*, *Afr. Crop Sci. J.*, 19 (2010) 49 - 54
- [5] - I. BALOGOUN, A. SAÏDOU, E. L. AHOTON, L. G. AMADJI, C. B. AHOHUENDO, I. B. ADEBO, S. BABATOUNDE, D. OUGOUROU, H. ADOUKONOU-SAGBADJA et A. AHANCHEDE, *Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture au Bénin*, *Agronomie Africaine*, Vol 26, N°1 (2014)
- [6] - K. NDOUR, E. FAYE, M. A. TOURE et O. SENGHOR, *Caractérisation structurale, morphométrique et phénotypique de morphotypes d'anacardier dans le Bassin arachidier au Sénégal*, (2021) 26 p.
- [7] - M. M. CHARAHABIL, M. DIATTA, O. NDIAYE et S. NDIAYE, *Influence de la flore ligneuse associée dans la production des parcs à A. occidentale L. dans la communauté rurale de Djibanar (Casamance/Sénégal)*, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (2) (2017b) 585 - 596
- [8] - N. KADE, *Sélection d'ennemies et de produits naturels pour la lutte biologique contre Tétranychus evansi Baker et Pritchard et Turticea Koch (Acari : Tetranychidae), dans les Niayes (Région de Dakar) et à Keur Babou Diouf (Région de Fatick) au Sénégal*, Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop (UCAD), (2013) 116 p.
- [9] - J. B. D. AKADIE, A. N. HUGUES, E. K. KOUABLAN, N. A. ACHILLE et A. SEVERIN, *Diversité morphologique des accessions d'anacardier (Anacardium occidentale L.) introduits en Côte d'Ivoire*. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 23 (2014) 244 - 258
- [10] - S. BADIANE, *Gestion des plantations d'anacardiens et leur impact sur l'environnement dans la région de Kolda*, *Projet d'Appui à l'Entreprenariat Forestier de Kolda, Sénégal*, (2005) 10 p.
- [11] - D. I. REUKEMA, *Fifty-year development of Douglas-Fir stands planted at various spacings*. USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-253. Pacific Northwest Forest and Range. Experiment Station, Portland, Oregon, (1979) 21 p.
- [12] - W. M. STIELL, *Fifteen year growth of tamarack planted at six spacings on an upland site*. Information Report PI-X-62, Canadian Forestry Service, *Natural Resources Canada*, (1986) 22 p.
- [13] - D. BOWLING, *Twenty-year slash pine spacing study: What to optimize ?* General Technical Report SE-42, U.S.D.A. Forest Service, (1987) 300 - 304
- [14] - J. W. K. BAMA, *Typologie des systèmes agro-forestiers à manguier et anacardier dans le terroir de Kotoudeni (Kenedougou) : impact sur la production agricole*, Institut du Développement rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), (2014) 79 p.
- [15] - R. JOBIDON, *Light threshold for optimal black spruce (Picea mariana) seedling growth and development under brush competition*. *Canadian Journal of Forest Research*, 24 (1994) 1629 - 1635
- [16] - R. G. WAGNER, *Competition and critical-period thresholds for vegetation management decisions in young conifer stands*. *The Forestry Chronicle*, 76 (2000) 961 - 968
- [17] - FAO, *Espèces fruitières forestières - fiches techniques*, (1982) 205 p.
- [18] - D. SORO, *Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme et impacts sur la qualité des produits*. Thèse de doctorat, École doctorale Sciences des Procédés Montpellier Supagro, (2012) 156 p.

- [19] - N. ZOUMAROU WALLIS, M. A. BAGNAN, A. Y. AKOSSOU, C. B. KANLINDOGBE, Caractérisation morphologique d'une collection de fruits d'anacardier provenant de la commune de Parakou (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (6) (2016) 2413 - 2422
- [20] - R. C. JENA, K. C. SAMAL, A. AJANTAA PAL, B. K. DAS, P. K. CHAND, Genetic diversity among some promising Indian local selections and hybrids of cashew nut based on morphometric and molecular markers. *International Journal of Fruit Science*, 16 (1) (2016) 69 - 93
- [21] - A. J. B. DJAHA, H. A. N'DA, S. AKE, K. E. KOFFI, A. N'DA ADOPO, Diversité morphologique des accessions d'anacardier (*A. occidentale* L.) introduites en Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 23 (2014) 244 - 258
- [22] - JK. HOREA, DK. MURMU, N. HATTOPADHYAY, K. ALAM, Evaluation of Cashew Germplasms in West Bengal. In *Acta Hort.*, 1080 (2015) 135 - 142
- [23] - O. MENDES, Agroclimatologie de la production de l'anacardier en Guinée-Bissau. *Centre région AGRHYMET*, (2007)
- [24] - G. MALOU, Caractérisation et germination des semences de quatre variétés de *Anacardium occidentale* L. : Bénin jaune, Costa Rica, Henry et James. Centre Nationale de Recherche Forestière-Dakar-Sénégal, (2014) 53 p.
- [25] - O. M. ALIYU, Characterization and Compatibility Studies in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) : Ph.D. Thesis, University of Ilor, (Nigeria), (2004) 268 p.
- [26] - E. J. LACROIX, Les Anacardiens, les noix de Cajou et la Filière Anacarde à Bassila et au Bénin. [en ligne]. Hambourg (Allemagne) : GFA Terra Systems, (2003) 75 p. (Consulté le 05/01/2021)
- [27] - M. L. COLY, Etudes des caractéristiques morphologiques et de la germination des noix de *Anacardium occidentale* L. de la région de Ziguinchor, Ecole Nationale Supérieur d'Agriculture (Thiès-Sénégal), (2016) 57 p.
- [28] - E. O. IBUKUN, U. E. JACKSON, Variation studies of morphological characters of cashew trees (*A. occidentale* L.) on Kogi State University Campus, Anyigba, Kogi State, Nigeria. *GSC. Biological and Pharmaceutical Sciences*, 08 (03) (2019) 017 - 022
- [29] - O. M. ALIYU, J. A. AWOPETU, *Variability Study on Nut Size and Number Trade-Off Identify a Threshold Level for Optimum Yield in Cashew*(*A. occidentale* L.). *International Journal of Fruit Science*, 11 (2011) 342 - 363
- [30] - M. B. SARR, *Analyse du secteur de l'anacarde situation actuelle et perspective de développement*, (2002) 34 p.
- [31] - E. LAUTIE, M. DORNIERA, F. M. DE SOUZA et M. REYNES, Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Cirad. Fruits*, 56 (4) (2001) 235 - 248
- [32] - O. M. ALIYU, Phenotypic correlation and path coefficient analysis of nut yield and yield components in cashew (*A. occidentale* L.) <https://www.researchgate.net/publication/267721077>, (2005) 19 - 24 p.
- [33] - E. LAUTIE, M. DORNIERA, F. M. DE SOUZA et M. REYNES, Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Cirad. Fruits*, 56 (4) (2001) 235 - 248
- [34] - E. J. LACROIX, Les Anacardiens, les noix de Cajou et la Filière Anacarde à Bassila et au Bénin. [en ligne]. Hambourg (Allemagne) : GFA Terra Systems, (2003) 75 p. (Consulté le 05/01/2021)
- [35] - I. MAFTEI, Le marché international de la noix de cajou et les pays africains : évolution et perspectives, (2014)
- [36] - L. NDIAYE, Identification et caractérisation des différentes variétés d'anacardiens (*A. occidentale* L.) cultivés dans le Balantacounda, (2019) 25 - 46 p.
- [37] - F. M. CHIPOJOLA, W. F. MWASE, M. B. KWAPATA, J. M. BOKOSI, J. P. NJOLOMA et M. F. MALIRO, Morphological characterization of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in four populations in Malawi. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 8 (20) ISSN 1684 - 5315© 2009 *Academic Journals*, (2009) 5173 - 5181 p.