

## **Caractérisation morphologique et phénotypique des pieds d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) dans le département de Goudomp (Sénégal)**

***Landing Ndiaye,***

***Mouhamed Mahamoud Charahabil,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

***Daouda Ngom,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

Laboratoire d'Ecologie et d'Eco-hydrologie

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar-Fann, Sénégal

***Malayeni Diatta,***

Centre national de recherche forestière,

Institut Sénégalaise de Recherche Agricole (CNR/ISRA)

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p364 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p364](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p364)

---

### **Résumé**

L'objectif principal de la présente étude est de déterminer l'hétérogénéité phénotypique des anacardiens cultivés dans le département de Goudomp, dans la région de Sédhiou, au sud du Sénégal. **Méthodes d'études** : La description standard des critères phénotypiques des anacardiens a été faite grâce à la méthode IPBGR, (1986). Les mesures effectuées sur 150 individus ont porté sur les feuilles, l'inflorescence, les fleurs, les fruits ainsi que la taille des arbres. La production en noix a été évaluée sur le terrain durant la période de 2012 à 2018. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) et une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont permis de ranger les anacardiens étudiés en différents phénotypes bien distincts. **Résultats** : Trois types d'anacardiens ont été identifiés. Un premier groupe constitué d'arbres de taille moyenne avec Ht = 9,63 m, moyennement caulescent (Hbr = 61,83 cm) un ratio floral assez intéressant (R1 = 8,1) et une production moyenne de 920 Kg/ha. Un deuxième groupe constitué d'arbres de petite taille avec Ht = 8,36 m, caulescent (Hbr = 86,96 cm), pourvus d'un faible ratio floral (R1 = 5,6) et une production moyenne de 580 Kg/ha. Un troisième groupe comprenant des arbres de grande taille avec Ht = 14,5 m, caulescent (Hbr = 83

cm) un important ratio floral ( $R1 = 12,7$ ) et une bonne production évaluée à 5600 Kg/ha. **Conclusion :** Une hétérogénéité phénotypique a été mise en évidence dans les plantations d'anacardiens du département de Goudomp. L'étude a montré une importante variabilité génétique au sein des anacardiens étudiés de même que des corrélations intra et inter-phénotypique significatives entre les paramètres dendrométriques, foliaires, florales, morpho-pondérales de la noix d'anacarde et de la production. Ainsi des études moléculaires et phylogénétiques devront suivre pour permettre de fixer la variabilité génétique du matériel végétal utilisé.

---

**Mots clés :** Morphologies, Phénotypes, *Anacardium Occidentale* L., Cultivées, Goudomp, Casamance

---

## **Morphological and Phenotypic Characterization of Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L.) in the Department of Goudomp (Senegal)**

***Landing Ndiaye,***

***Mouhamed Mahamoud Charahabil,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

***Daouda Ngom,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

Laboratoire d'Ecologie et d'Eco-hydrologie

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar-Fann, Sénégal

***Malayeni Diatta,***

Centre national de recherche forestière,

Institut Sénégalaise de Recherche Agricole (CNR/ISRA)

---

### **Abstract**

The main objective of the present study is to determine the phenotypic heterogeneity of cashew trees grown in the department of Goudomp in the region of Sédhiou in southern Senegal. **Methods of study:** The standard description of phenotypic criteria for cashew trees was made using the IPBGR method, (1986). Measurements on 150 individuals included leaves,

inflorescence, flowers, fruit, and tree size. Nut production was assessed in the field during the period 2012-2018. Principal Components Analysis (PCA) and Hierarchical Ascending Classification (CAH) allowed cashew trees to be categorized into distinct phenotypes. **Results:** Three types of cashew were identified. A first group consisting of medium-sized trees with Ht = 9.63 m, moderately caulescent (Hbr = 61.83 cm) with a rather interesting floral ratio (R1 = 8.1) and an average production of 920 kg / ha. A second group consisting of small trees with Ht = 8.36 m, caulescent (Hbr = 86.96 cm), with a low floral ratio (R1 = 5.6) and an average production of 580 Kg / ha. A third group comprising large trees with Ht = 14.5 m, caulescent (Hbr = 83 cm) with a high floral ratio (R1 = 12.7) and good production estimated at 5600 kg / ha. **Conclusion:** Phenotypic heterogeneity has been demonstrated in cashew plantations in the department of Goudomp. The study showed significant genetic variability within the cashew trees studied as well as significant intra and interphenotypic correlations between the dendrometric, leaf, floral, morpho-weight parameters of the cashew nut and production. Molecular and phylogenetic studies will have to be followed to determine the genetic variability of the plant material used.

---

**Keywords:** Morphology, Phenotype, *Anacardium Occidentale* L., Crop, Goudomp, Casamance

## 1. Introduction

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.), de la famille des *Anacardiaceae* est une espèce ligneuse originaire d'Amérique du Sud, plus précisément de la région de Ceara au nord-est de la côte du Brésil (Olher, 1979 ; Trévian *et al*, 2005). C'est une plante à intérêt multiple et varié (Ainan, 1996). Aujourd'hui, l'exploitation de sa noix et sa pomme est devenue l'activité agricole la plus rentable dans certaines zones du Sénégal comme le département de Goudomp dans la région de Sédhiou (Ndiaye, 2019). Dans cette région, les producteurs d'anacardiers rencontrent d'énormes difficultés dues à plusieurs facteurs tels que l'encadrement technique insuffisant, l'utilisation de variétés peu productives et de sources inconnues (Sarr, 2002, Charahabil *et al.*, 2017a).

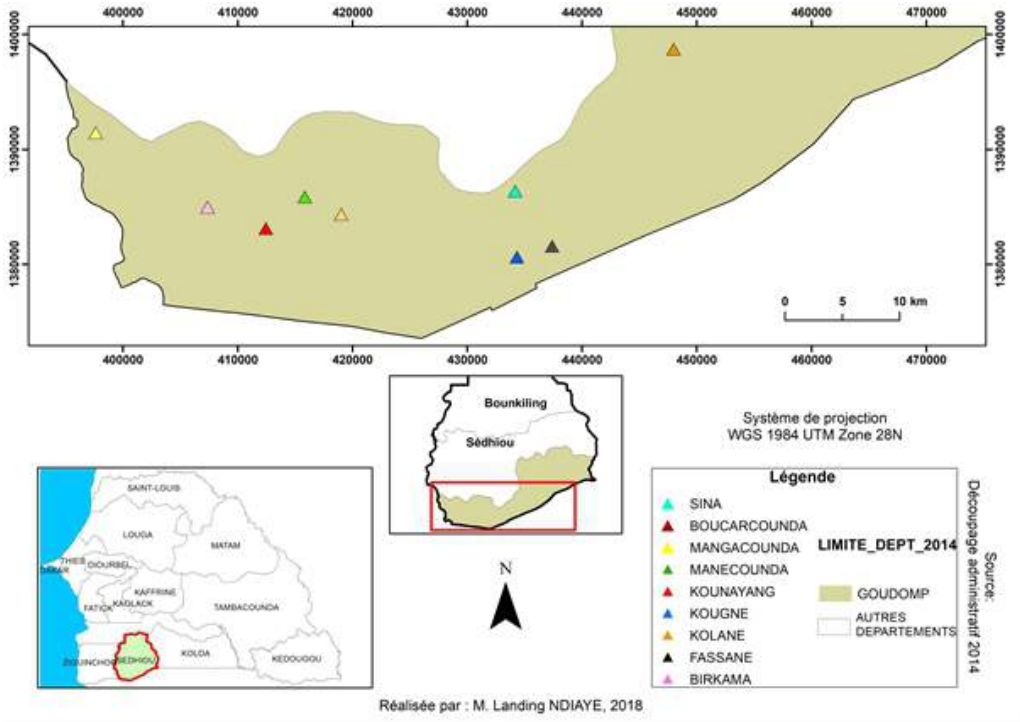
Les travaux de recherches sur l'anacardier au Sénégal ont concerné essentiellement la description des morphotypes, la comparaison de leurs capacités germinatives (Malou, 2014 ; Coly, 2016 ; Niang, 2016), la caractérisation des plantations (Charahabil *et al*, 2017a) et l'influence de la flore associée dans la production des parcs à *Anacardium occidentale* L. dans la communauté rurale de Djibanar (Casamance/Sénégal) (Charahabil *et al*, 2017b). Les études portant sur la caractérisation des variétés utilisées par les paysans et leurs rendements respectifs suivant les zones de production sont

rare et disparates. Sachant qu'une amélioration de la productivité de l'espèce passe nécessairement par une bonne connaissance et une bonne gestion du matériel végétal utilisé, il est important de caractériser davantage les variétés cultivées par le paysan pour mieux accompagner les travaux d'amélioration de la productivité de l'anacarde au Sénégal et ainsi rehausser le niveau de vie des populations démunies du département de Goudomp. C'est dans ce contexte que le projet Fonds D'Impulsion de la Recherche Scientifique et Technique (FIRST), financé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation du Sénégal accompagne les filières porteuses et en trait avec les objectifs de développement du pays, par ricochet celle anacarde, constituant le centre d'intérêt de la présente étude. L'objectif de la présente étude est de caractériser le pool variétal des plantations d'anacardières du département de Goudomp à travers la description phénotypique.

## **2. Matériel et Méthodes**

### **2.1. Zone d'étude**

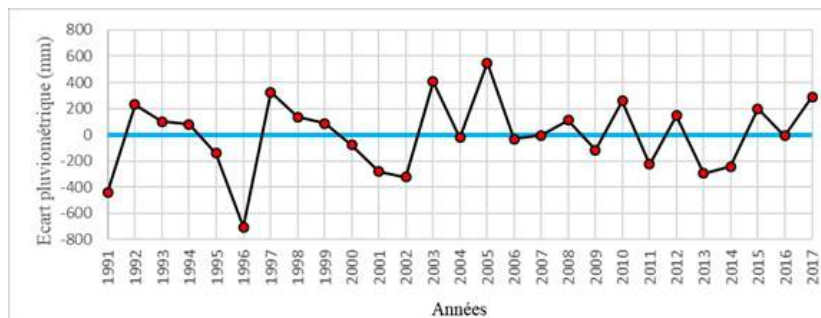
La présente étude a été conduite dans la zone agro-écologique de la Casamance, plus précisément dans le département de Goudomp. Le département de Goudomp est situé entre les longitudes 16°68' et 16°08' Ouest et les latitudes 12°61' et 12°26' Nord. Il couvre une superficie de 1 756 km<sup>2</sup> soit 23,9 % de la superficie totale de la région de Sédhiou (ARDS, 2016). L'étude a eu lieu dans les villages de Birkama, Boucarounda, Fassane, Kolane, Kounayang, Kougne, Mangacounda, Manécounda et Sina (Figure 1), situés à l'extrême sud de la région de Sédhiou. Le choix de ces sites se justifie par le fait que ces neuf villages abritent les gros producteurs de noix d'anacarde identifiés par le Programme d'Appui pour le Développement Economique de la Casamance (PADEC).



**Figure 1:** Localisation de la zone d'étude

### 2.1.1. Climat

Le climat de la Casamance est caractérisé par deux éléments essentiels qui confèrent à cette région son statut de « grenier vert » du Sénégal. Il s'agit d'une part de sa situation en domaine climatique soudanien atlantique à pluviométrie relativement importante et d'autre part, l'alternance sur cet espace de trois flux de vents (alizé maritime, harmattan et mousson) dont le déplacement est facilité par la platitude du relief (Sagna, 2005). La région a connu au cours de ces quarante dernières années, une forte variabilité pluviométrique à l'instar des pays de l'Afrique de l'Ouest (Leroux, 1982 ; Sagna, 2006). Les précipitations moyennes annuelles de la région de Sédhiou varient entre 655,8 mm et 1644,3 mm. La zone présente une pluviométrie moyenne annuelle de 1095,3 mm. Une succession d'année excédentaire et déficitaire en eau pluviale est observée à la figure 2. Ainsi, à partir l'année 2000 un retour à la normale de la précipitation est noté avec quelque année déficitaire d'au maximum 300mm.



**Figure 15:** Variation de l'écart à la moyenne pluviométrique de la région de Sédhio de 1991 à 2017 (ANACIM, 2018)

A l'image de tous les domaines soudano-guinéens deux saisons bien marquées sont notées, il s'agit de :

- ✚ une saison sèche qui s'étale sur environ huit mois allant de novembre à juin ;
- ✚ une saison des pluies qui dure quatre mois s'étendant de juillet à octobre.

Les rendements des vergers d'anacardiens varient fortement selon les variétés, les conditions d'entretien, l'âge des plantations et les caractéristiques édapho-climatiques du milieu physique. D'ailleurs l'anacardier préfère des précipitations annuelles comprises entre 1000 à 2000 mm et une saison des pluies qui dure entre quatre à six mois pour assurer une production optimale (Coly, 2016). Les aléas du climat (pluviométrie et les temps nuageux) peuvent affecter la production (Ohler *et al.*, 1979 ; Nambiar *et al.*, 1990). Susmentionné, les paramètres pluviométriques avec une moyenne annuelle de 1095,3 mm comprise dans l'intervalle décrit par Coly en 2016 et leurs répartitions annuelles dans le département de Goudomp permet d'assurer une production optimale.

Les températures moyennes mensuelles des vingt-six dernières années de la station de Sédhio montrent un maximum de 41,3°C enregistré au mois d'avril et deux minimums de 14,5°C enregistré aux mois de janvier et décembre. La courbe (figure 3) des maximas de température présente une évolution bimodale caractérisée par un maximum principal qui intervient au mois d'avril (41,3°C) et un maximum secondaire observé au mois de mars (40,1°C). L'écart maximal des températures moyennes mensuelles est observé au mois de février, soit une valeur de 20,9°C contre 8,7°C pour l'écart minimal des températures moyennes mensuelles noté au mois d'août et une température moyenne mensuelle maximale de 36,40°C et minimale de 20,92°C soit une moyenne mensuelle de 28,66°C.

L'anacardier se comporte mieux à une température moyenne annuelle comprise entre 12 et 32°C (Olosoumaï *et al.*, 2001). Les fleurs apparaissent là où le soleil atteint les bourgeons (Olosoumaï et Agbodjaf, 2001 ; Lacroix, 2003). La température moyenne mensuelle annuelle de la station de Goudomp

comprise entre 12 et 32°C permet l'apparition et l'épanouissement floral par ricochet une bonne production en noix d'anacarde.

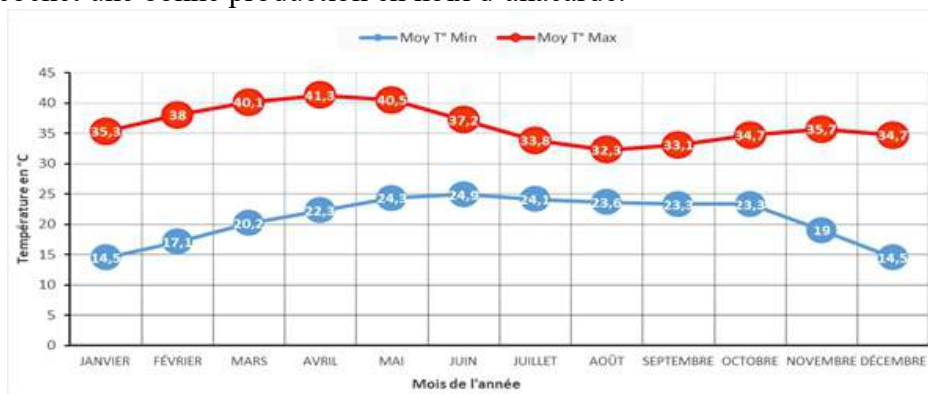


Figure 16: Variabilité de la température moyenne mensuelle de la région de Kolda de 1991 à 2017 (ANACIM, 2018)

### 2.1.2. L'occupation du sol

La zone d'étude est subdivisée en cinq faciès naturels à savoir : la forêt dense, la forêt claire, les rizières, la savane arborée et le plateau (Charahabil *et al.*, 2017a). La zone fluviale constituant la partie Nord de celle-ci, représente 30% de la superficie. Son relief décline en pente vers le fleuve. Les types de sols dominants sont les sols ferrugineux tropicaux peu évolués à texture argilo-sableuse. On note également la présence de sols hydromorphes sur matériaux alluvial et colluvial dans cette partie de la commune. L'anacardier 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 tolère les conditions de sols légèrement acides à neutres, un pH compris entre 6,3 et 7,3 (Gupta, 1993 et Nambiar *et al.*, 1990). Le substrat du département de Goudomp aux multiples faciès est favorable au développement de l'anacardier. La zone frontalière du département de Goudomp (République de Guinée Bissau) correspondant à la partie Sud de la Commune, est caractérisée par la présence de la forêt classée de Bafata. La structure de la végétation fait apparaître dans la strate arborée des essences de bois d'œuvre telles que : *Pterocarpus erinaceus* (Poir.), *Khaya senegalensis* (Juss.), *Azelia africana* (Smith.), selon Sambou (2004) en plus des espèces précitées, d'autres espèces sont rencontrées à savoir : *Daniella oliveri* (Hutch. et Dalz.), *Cordyla pinnata* (Miln. et Red.), *Parkia biglobosa* (Benth.), *Adansonia digitata* L., *Faidherbia albida* (Del.), *Bombax costatum* (Pell. et Vuill.) et le *Bambusa vulgaris* (Schrad.) (ARDS, 2016). L'impact favorable de la flore associée aux parcs à base d'anacardier dans le département de Goudomp (Charahabil *et al.*, 2017b) favorise l'amélioration de la productivité des plantations d'anacardières de la zone d'étude dont la densité et la diversité floristique est notée.

## 2.2. Méthode de collecte des données

### 2.2.1. Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon a été déterminée à partir de la formule ci-dessous au seuil de signification ( $\alpha$ ) égale à 5 % (Tableau 1).

Tableau 5 : Détermination de la taille de l'échantillon ( $n^t$ ).

<b>Erreur acceptable</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>5 %</b>
<b>Taille de l'échantillon théorique imputable à l'erreur</b>	$n$	$n = \frac{1}{\alpha^2}$ 400
<b>Taille de l'échantillon du projet pour les zones concernées</b>	<b>N</b>	240
<b>Taille de l'échantillon de l'étude</b>	$n^t$	$\frac{Nn}{N+n}$ 150

$\alpha$  : erreur acceptable ; **N** : taille de l'échantillon du projet pour les zones concernées ; **n** : taille de l'échantillon théorique imputable à l'erreur.

Un taux de sondage de 40 % a été appliqué aux arbres de chaque localité pour déterminer le nombre de pieds à caractériser (Tableau 2).

Tableau 2 : Répartition des anacardiens hauts producteurs étudiés.

<b>Localité</b>	<b>Effectif total d'arbre haut producteur</b>	<b>Effectif des arbres caractérisés par localité</b>
<b>Birkama</b>	50	20
<b>Boucarounda</b>	20	8
<b>Fassane</b>	23	9
<b>Kolane</b>	70	28
<b>Kounayang</b>	50	20
<b>Kougne</b>	33	13
<b>Manécounda</b>	53	21
<b>Mangacounda</b>	33	13
<b>Sina</b>	45	18
<b>Taille de l'échantillon de l'étude</b>		<b>150</b>

Un total de 150 anacardiens a été choisis parmi lesquels 72 préalablement définis par le PADEC.

### 2.2.2. Caractérisation Dendrométrique

Une caractérisation dendrométrique a permis d'évaluer et de distinguer la diversité morphométrique des pieds d'anacardiens étudiés. Les 150 individus étudiés ont d'abord été marqués puis localisés. Sur chaque site, les paramètres dendrométriques des arbres que sont la hauteur totale (Ht), la hauteur de la première branche (Hbr), le diamètre du fût à 30 cm du sol, l'épaisseur de l'écorce, les diamètres des frondaisons ont été mesurés et le nombre de branches charpentières compté. La hauteur totale a été mesurée à l'aide d'un blum-leiss (Akadié *et al.*, 2014). L'appareil (blum-leiss) comporte 4 échelles de lecture des hauteurs : 15, 20, 30 et 40 m. La valeur sur l'échelle qui correspond à la distance d'éloignement choisie par rapport à l'anacardier est lut. Pour déterminer la hauteur de l'anacardier, il faut se mettre à la distance



d'une des échelles de lecture de hauteur ; pour ce présent travail 20 m, viser successivement le sommet et le pied de l'anacardier, puis effectuer les lectures correspondant à l'échelle de distance choisie en ajoutant les 2 valeurs si elles se situent de part et d'autre du zéro des échelles, sinon soustraire la plus petite valeur de la plus grande. La hauteur de la première branche (Hbr), longueur de la partie rectiligne comprise entre le collet de l'arbre et la première ramification, a été mesurée à l'aide d'un double décimètre en ruban. Le diamètre du tronc à 30 cm du sol a été mesuré à l'aide d'un compas forestier. L'épaisseur de l'écorce a été mesurée à l'aide d'une règle graduée de 15 cm. L'opération consiste à faire des écorchures dans les quatre côtés basaux du tronc de l'arbre à l'aide d'une machette, en raison d'une entaille par côté et mesurer l'épaisseur de l'écorce. La nature et la couleur de l'écorce ont été définies. Le nombre de branches charpentières a été obtenu par comptage. Les diamètres du houppier suivant les sens Est-Ouest et Nord-Sud ont été mesurés à l'aide d'un double décimètre en ruban. Enfin, les facteurs (âge et provenance) de chaque anacardier ont été déterminés

### **Caractérisation foliaire**

L'étude de la morphologie foliaire a été effectuée sur l'ensemble des anacardiens étudiés, en raison 40 feuilles par pied, collectées suivant les quatre directions (est, ouest, nord et sud) du houppier de l'arbre, soit 10 feuilles par point cardinal. La méthode de collecte consiste à sélectionner la cinquième feuille en partant du méristème apical sur dix rameaux différents afin de comparer des feuilles de même âge (Sankharé., 2018). Le choix des rameaux a été fait au hasard. Les paramètres qualitatifs évalués sont la base, l'apex, la marge, la forme du limbe et la couleur de la feuille sur la base de la méthode (IPBGR, 1986) et du petit lexique de botanique à l'usage du débutant (Douzet, 2007). Quant aux paramètres quantitatifs, les mensurations ont porté sur la longueur du pétiole, la longueur et la largeur du limbe. Enfin, le nombre de paires de nervures latérales par feuille est compté manuellement, de même que le type de nervation définie.

#### **2.2.3. Caractérisation de l'inflorescence**

La caractérisation qualitative consiste à définir son type et sa taille ; sa densité est appréciée par le comptage du nombre de fleurs de chaque lobe et de l'inflorescence. Le principal paramètre étudié dans cette partie est le ratio floral (R1) qui est un facteur déterminant pour la production et dont la formule proposée par l'IPBGR (1986) est la suivante.

Un échantillon de quatre inflorescences par arbre est collecté de manière aléatoire, correspondant à une panicule par côté. D'autres paramètres ont été étudiés, à savoir le nombre de lobes par inflorescence, ainsi que celui des fleurs mâles et bisexués par lobe quantifiés, de même que le nombre de

fleurs totales par lobe. La distinction des sexes de la fleur est basée sur la présence ou non de stigmate.

#### **2.2.4. Caractérisation du fruit (noix et pomme)**

##### **2.2.4.1. Caractérisation morpho-pondérale des pommes d'anacarde**

Les pommes d'anacarde ont été prélevées sur les individus étudiés, en raison de 30 pommes par pied, soit un total de 4500 pommes. Le choix des pommes a été fait au hasard. Pour chaque pomme les observations ci-dessous ont été faites :

- la longueur et la largeur ont été déterminé 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 ;
- la couleur à travers l'observation visuelle de la peau (planche1);
- la forme déterminée en utilisant le descriptif de l'anacardier (IPBGR, 1986);
- la présence ou l'absence de crête vérifiée à travers l'observation visuelle de la peau.



Planche 1 : Les morphotypes de pommes d'anacarde

##### **2.2.4.2. Caractérisation de la noix d'anacarde**

Une description morpho-pondérale a été réalisée sur les noix associées au 30 pommes étudiées par arbre :

- les dimensions (longueur, largeur, épaisseur) mesurées à l'aide d'un pied à coulisse digital ;
- la masse unitaire déterminée à l'aide d'une balance de précision ;
- la forme de la noix identifiée grâce au descriptif de l'anacardier (IPBGR, 1986) (planche 2). Après ces observations le ratio Pomme/Noix (R2) a été calculé.



Planche 2 : Noix réniforme (A) et oblongue ellipsoïde (B) d'anacarde

### **2.2.5. Évaluation de la production en noix d'anacarde**

Avant la campagne de production de l'année 2018, des sacs en jute ont été distribués à tous les propriétaires des pieds d'anacardiens sélectionnés. Les mêmes numéros ont été gravés à la fois sur le sac et sur le pied de l'arbre à évaluer. Sur le terrain, la quantité totale de noix d'anacarde produite par l'arbre a été pesée. L'importance pondérale des noix d'anacarde des différents individus a été évaluée grâce à la prise de poids unitaire des 30 noix étudiées lors de la caractérisation des noix et de la pomme. Par contre, la production a été quantifiée pour tous les 150 arbres dont 72 gros producteurs localisés et suivi par le PADEC en six années partant de 2012 à 2017. Ceci, non seulement pour connaître leurs caractéristiques, mais aussi pour avoir la production en noix de ces anacardiens.

### **2.2.6. Méthode de traitement et d'analyses de données**

Les données quantitatives des variables dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la pomme et noix collectées ont fait l'objet d'analyses descriptives. Ainsi, les valeurs moyennes, minimales, maximales, l'écart type de la moyenne et le coefficient de variation ont été déterminés pour l'ensemble des variables quantitatives étudiées. Toutes ces analyses ont été faites à l'aide du logiciel XLSTAT version 7.0 au seuil de 5 %.

Ces données ont été ensuite soumises à une Analyse en Composantes Principales (ACP) et à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) dans l'optique d'identifier les différents prototypes d'anacardiens. Le coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé pour mesurer le degré d'associations linéaires entre deux variables.

Les données qualitatives phénotypiques ont été traitées via l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD).

Les données ont fait l'objet de traitement. Le diamètre quadratique moyen de l'anacardier (MDq) a été déterminé par la méthode utilisée par Saïdou et al. (2012) pour dégager une donnée unique par arbre pour les individus multicaules. Ainsi il a été calculé un diamètre moyen (D) du

houppier à partir des deux mesures prises au niveau de chaque arbre mesuré, avec la formule proposée par Rondeux (1999). La superficie couverte (S) par le houppier de chaque arbre a été calculée. Le ratio floral (R1) a été par la formule proposée par l'IPBGR (1986). Le ratio pomme/noix (R2) a aussi fait l'objet de calcul.

$$MDq = \sqrt{(d1^2 + d2^2 + \dots + dn^2)} \quad D = \sqrt{(D1^2 + D2^2) \div 2} \quad S = \frac{(\pi D2)}{4}$$

$$R1 = \frac{\text{Nombre de fleurs biséxués}}{(\text{Nombre de fleurs hermaphrodites} + \text{Nombre de fleurs mâles})}$$

$$R2 = \frac{Mp}{Mn}$$

**R2** : ratio pomme/noix ; **Mp** : masse de la pomme d'acajou ; **Mn** : masse de la noix d'anacarde

### 3. Resultats

#### 3.1. Description des paramètres phénotypiques et morphologiques

La statistique descriptive a permis de présenter la distribution des paramètres dendrométriques, florales, foliaires et morfo-pondérales des pommes et noix d'anacardes autour de la moyenne. Les résultats expérimentaux sont consignés dans le tableau 3. L'analyse du tableau a montré que la hauteur totale (Ht) et la hauteur de la première branche (Hbr) des anacardiens ont des valeurs comprises respectivement entre 5,20 et 14,80 m, avec une moyenne de 8,96 m et 10 à 232 cm, soit une moyenne de 75,14 cm. L'envergure du houppier oscille de 7,21 à 27,07 m soit une moyenne de 12,90 m. Le diamètre du tronc à 30 cm du sol est compris entre 18,60 et 105,68 cm, avec une moyenne de 45,53 cm. Quant au descripteur branches charpentières une variabilité de 2 à 11 a été notée, soit une moyenne de 3,74, etc. Comptant pour les descripteurs foliaires, la longueur du limbe est comprise entre 11,75 et 19,71 cm soit une moyenne de 14,88 cm. La largeur du limbe oscille entre 6,58 et 11,56 cm soit 8,61 cm en moyenne. L'inflorescence est une panicule dont la taille est comprise entre 6,72 et 17,47 cm avec une moyenne de 10,50 cm. Elle est composée de fleurs mâles et hermaphrodites. Le nombre moyen de fleurs hermaphrodites observée oscille entre 0 à 2,89, alors que le nombre moyen de fleurs mâles par lobe varie entre 2,85 et 17,93, soit une moyenne paniculaire de 8,91. L'importance de la production dépend du ratio floral (R1) qui tourne en moyenne au tour de 6,63 %. Organisée en lobe, l'inflorescence présente une variation moyenne de 2,50 à 5,75 lobes soit une moyenne paniculaire de 4,02. Les fleurs composant cette inflorescence évolueront pour donner la noix d'anacarde (fruit) et le réceptacle support de ses dernières, le faux fruit (pomme). Le fruit affiche les informations suivantes : une longueur comprise entre 24,61 et 44,82 mm, soit une moyenne de 32,43 mm. Quant à la largeur de la noix, la variation de 18,69 à 84,92mm est obtenue, soit une

moyenne de 24,53 mm. L'épaisseur de la noix oscille entre 13,76 et 73,70 mm avec une moyenne de 17,56 mm. Le poids de la noix varie entre 3 et 11,33 g, soit 6,51 g en moyenne. Enfin la production en noix d'anacarde par pied est comprise entre 0 et 5600 kg/ha, soit une production moyenne de 740 kg/ha. Le ratio (R2) varie entre 2,57 à 20,61, soit une moyenne de 9,15. Ces résultats montrent l'hétérogénéité de la zone d'étude aux multiple faciès naturels et la diversité floristique qui caractérise cette dernière.

**Tableau 3 : variabilité phénotypique des anacardiers hauts producteurs étudiés**

Variables	Nb. d'observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type (n)	Ecart-type (n-1)	Coefficient de variation	Ecart-type de la moyenne
Dt (m)	150	18,60	105,68	45,55	13,48	13,53	<b>0,30</b>	1,10
EE (mm)	150	5,00	47,50	19,47	9,73	9,76	<b>0,50</b>	0,80
Ht (m)	150	5,20	14,80	8,96	2,07	2,08	<b>0,23</b>	0,17
Hbr (cm)	150	10,00	232,00	75,14	42,71	42,85	<b>0,57</b>	3,50
Df (m)	150	7,21	27,07	12,90	2,93	2,93	<b>0,23</b>	0,24
SC (m)	150	13,66	575,24	110,10	67,89	68,11	<b>0,62</b>	5,56
NBC	150	2,00	11,00	3,74	1,74	1,75	<b>0,47</b>	0,14
TI (cm)	150	6,72	17,47	10,50	1,70	1,71	<b>0,16</b>	0,14
NFI	150	19,00	153,00	72,56	22,98	23,05	<b>0,32</b>	1,91
NLI	150	2,50	5,75	4,02	0,67	0,67	<b>0,17</b>	0,06
NFL	150	7,60	36,00	18,00	4,58	4,59	<b>0,25</b>	0,38
NFHL	150	0,00	2,81	0,61	0,56	0,56	<b>0,92</b>	0,05
NFML	150	2,85	17,93	8,91	3,05	3,06	<b>0,34</b>	0,25
R1	150	0,00	30,61	6,63	5,98	6,00	<b>0,90</b>	0,50
Ll (cm)	150	11,75	19,71	14,88	1,65	1,66	<b>0,11</b>	0,14
lg1 (cm)	150	6,58	11,56	8,61	0,90	0,90	<b>0,10</b>	0,07
Tp (cm)	150	0,54	2,28	1,37	0,31	0,31	<b>0,23</b>	0,03
NPNL	150	10,05	16,50	12,79	1,04	1,05	<b>0,08</b>	0,09
LN (cm)	150	24,61	44,82	32,43	3,84	3,85	<b>0,12</b>	0,33
lgN (cm)	150	18,69	84,92	24,53	5,78	5,80	<b>0,23</b>	0,49
EN (cm)	150	13,76	73,70	17,54	5,13	5,14	<b>0,29</b>	0,44
PN (g)	150	3,00	11,33	6,51	1,84	1,84	<b>0,28</b>	0,16
R2	150	2,57	20,61	9,15	3,32	3,36	<b>0,36</b>	0,51
P(Kg/ha)	150	0,00	5600	741	7,60	7,62	<b>1,02</b>	0,62

NFHL= Nombre de fleurs hermaphrodites par lobe	P= Production par pied
Hbr= Hauteur première branche	PN= Poids de la noix d'anacarde
NBC= Nombre de branches charpentières	EN= Epaisseur de la noix d'anacarde
NLI= Nombre de lobes par inflorescence	lgN= Largeur de la noix d'anacarde
NFL= Nombre de fleurs par lobe	Tp= Taille du pétiole
NFML= Nombre de fleurs mâles par lobe	Ll= Longueur du limbe
NPNL= Nombre de paires de nervures latérales	lgl= Largeur du limbe
NFI= Nombre de fleurs par inflorescence	SC= Superficie couverte par le houppier
R1= Ratio fleurs	Df= Diamètre de la frondison
R2= Ratio poids fraîche (pomme/noix)	Dt= Diamètre du tronc
TI= Taille de l'inflorescence	Ht= Hauteur totale
	EE= Epaisseur de l'écorce

Ces quantifieurs (épaisseur de l'écorce, hauteur de la première branche, superficie couverte, nombre de fleurs hermaphrodites par lobe, ratio floral et la production en noix d'anacarde) étudiés ont présenté des coefficients de variation très élevés sur l'ensemble des variables des caractères dendrométriques foliaires, florales et morfo-pondérales des pommes et noix d'anacarde.

L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a montré que 68% individus caractérisés sont pourvus d'écorce de nature rugueuse contre 32% de nature lisse. L'écorce de ces anacardiens présente deux couleurs. Il s'agit de la couleur brune (57,33%) et celle grise (42,67%).

La feuille des anacardiens caractérisés est dotée d'une nervation de type penné, d'un limbe avec une marge (bordure) entière. La couleur verte claire est représentée par 43,26% des individus alors que celle sombre est à hauteur de 56,74%. Quant à la forme de la feuille, l'apparence obovale a été notée avec 86,49% suivi de celle ovale avec 13,51%.

L'inflorescence est de type paniculaire. Ainsi, pour la couleur de la fleur, deux grandes familles ont été notées avec des disparités. Il s'agit notamment de la couleur blanche striée (rose, rouge foncé, rouge claire et rouge violacée), de la couleur blanche et rouge violacée avec respectivement 7,53% ; 10,96% ; 2,05% ; 14,38% ; 0,68% et 63,01%.

Pour ce qui est de la noix d'anacarde, deux formes ont été identifiées. Il s'agit, de la réniforme représentée à hauteur de 98,55% et de la forme oblongue-ellipsoïde de l'ordre de 1,45%. Quant à la couleur de la noix, deux sont identifiées. Il s'agit notamment de la couleur grise (40,70%) avec ces

variantes (cendre et jaunâtre) avec respectivement (52,75% et 4,36%) et de celle brune avec 2,18%.

La pomme est caractérisée par trois couleurs, à savoir jaune, orange ou rouge. Ainsi, les couleurs jaune et rouge ont des variantes. La forme cylindrique (2,27%), conique-obovale (84,09%) et ronde (11,36%) ont été observées.

### **3.2. Structuration de la diversité phénotypique**

La diversité phénotypique a été déterminée grâce au test de l'Analyse en Composante Principale (ACP) et de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

#### **3.2.1. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)**

L'analyse structurale de la variabilité phénotypique observée a permis de ranger les 150 anacardiens dans trois groupes significativement distincts (Tableau 4 et 5).

Le groupe I qui rassemble 37,33 % de l'effectif total est constitué d'individus repartis dans tous les villages à l'exception de Boucarounda et Mangacounda. La moyenne d'âge des anacardiens de ce groupe est de 09 ans. Le groupe comporte des arbres de moyenne grandeur avec  $Ht = 9,63$  m, moyennement caulescent ( $Hbr = 61,83$ ), pourvus d'un nombre moyen de branches charpentières ( $NBC = 4$ ), d'envergure moyenne ( $Df = 14,12$  m) et d'un grand diamètre ( $Dt = 50,91$  cm). Ces individus ont des feuilles de grande taille avec une longueur moyenne de 15,06 cm. Les caractéristiques des noix d'anacardes sont intéressantes. La longueur moyenne de la noix est estimée à 32,79 mm avec un poids moyen de 6,75 g. Ces arbres ont un indicateur de production assez intéressant ( $R1 = 8,06$  %) avec une production moyenne estimée à 916 Kg/ha (photo 1).

Le groupe II représente 50 % de l'échantillon et est constitué d'anacardiens issus de toutes les localités. L'âge moyen de ces sujets est de 13 ans. Ce groupe contient des arbres de petite taille avec  $Ht = 8,36$  m, caulescent ( $Hbr = 86,96$  cm), ayant un diamètre moyen ( $Dt = 41,35$  cm), un nombre moyen de branche charpentière ( $NBC = 3,41$ ), et une envergure moyenne ( $Df = 12,03$  m). Les dimensions des feuilles de ces arbres sont assez intéressantes avec une longueur moyenne de 14,71 cm. La noix d'anacarde présente une longueur moyenne ( $LN = 32,156$  mm), largeur moyenne ( $lgN = 24,573$  mm) avec un poids moyen de 6,336 g. Ce groupe présente des arbres qui ont un ratio floral assez faible avec  $R1 = 5,598$  % et une production moyenne de 579 kg/ha (photo 2).

Le groupe III qui regroupe 0,67 % de l'effectif total est constitué d'arbres d'une seule provenance à savoir le village de Sina. L'âge moyen de ce prototype est de 26 ans. Ce groupe comprend des arbres de grande taille



avec  $Ht = 14,5$  m, pourvus d'une grande frondaison ( $Df = 27,07$  m), d'un grand diamètre ( $Dt = 90,72$  cm), avec beaucoup de branches charpentières ( $NBC = 6$ ) et d'un fût élancé estimé à 83cm. Le groupe se particularise à la fois par des arbres ayant un indice de production (ratio floral) et un indice de rendement en noix d'anacarde très importants estimés respectivement à  $R1 = 12,72\%$  ;  $P = 5600$  kg/ha (photo 3).

Classe	Dt	EE	Ht	Hbr	Df	SC	NBC	TI	NFI	NLI	NFL	NFHL	NFML	R1	LI	Lgl	Tp	NPNL	LN	lgN	EN	PN	P (Kg/ha)
<b>1</b>	50,9	19,5	9,6	61,8	14,1	159,2	4,0	10,9	70,4	3,9	18,1	0,7	8,5	8,1	15,1	8,7	1,4	12,6	32,8	24,5	17,3	6,8	920
<b>2</b>	41,3	18,6	8,4	87,0	12,0	73,9	3,4	10,4	76,6	4,2	18,4	0,5	9,2	5,6	14,7	8,6	1,3	12,9	32,2	24,6	17,7	6,3	580
<b>3</b>	90,7	47,5	14,5	83,0	27,1	575,2	6,0	8,4	55,5	3,5	15,9	0,5	3,4	12,7	14,1	8,6	1,0	12,7	28,8	21,5	15,2	4,7	5600

**Tableau 4 :** caractéristiques des variétés d'anacardiens cultivées dans le département de Goudomp.

**Tableau 5 : Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) des 150 individus d’anacardiens.**

Classe	1	2	3
Objets	56	75	1
Somme des poids	56	75	1
Variance intra-classe	4284,591	4253,821	0,000
Distance minimale au barycentre	29,594	20,264	0,000
Distance moyenne au barycentre	59,048	59,716	0,000
Distance maximale au barycentre	193,633	162,722	0,000
	KNY 1	KNY 14	SIN 31
	KNY 2	KOL 4	
	KNY 3	KOL 6	
	KNY 4	KOL 8	
	KNY 5	KOL 10	
	KNY 6	KOL 12	
	KNY 7	KOL 15	
	KNY 8	KOL 16	
	KNY 9	KOL 18	
	KNY 10	KOL 19	
	KNY 11	KOL 20	
	KNY 12	KOL 21	
	KNY 13	KOL 22	
	KNY 15	KOL 27	
	KNY 16	KGN 4	
	KNY 17	KGN 6	
	KNY 18	KGN 8	
	KNY 19	KGN 14	
	KNY 20	SIN 259	
	KOL 1	SIN 265	
	KOL 2	FAS 12	
	KOL 3	FAS 13	
	KOL 5	FAS 15	
	KOL 7	FAS 17	
	KOL 9	FAS 18	
	KOL 13	BKM 1	
	KOL 14	BKM 2	
	KOL 17	BKM 3	
	KOL 23	BKM 4	

KOL 24	BKM 5
KOL 26	BKM 6
KOL 28	BKM 7
KGN 5	BKM 8
KGN 7	BKM 9
KGN 10	BKM 10
KGN 12	BKM 11
KGN 13	BKM 12
SIN 12	BKM 13
SIN 249	BKM 14
SIN 250	BKM 16
SIN 251	BKM 17
SIN 252	BKM 18
SIN 253	BKM 19
SIN 254	BKM 20
SIN 255	MCD 51
SIN 256	MCD 52
SIN 257	MCD 53
SIN 258	MCD 54
SIN 260	MCD 55
SIN 267	MCD 58
FAS 11	MCD 60
FAS 14	MCD 61
FAS 16	MCD 62
BKM 15	MCD 64
MCD 56	MCD 66
MCD 59	MCD 67
	MGCD 1
	MGCD 2
	MGCD 3
	MGCD 4
	MGCD 5
	MGCD 6
	MGCD 8
	MGCD 9
	MGCD 10
	MGCD 11

MGCD 12

MGCD 13

BCD 1

BCD 2

BCD 3

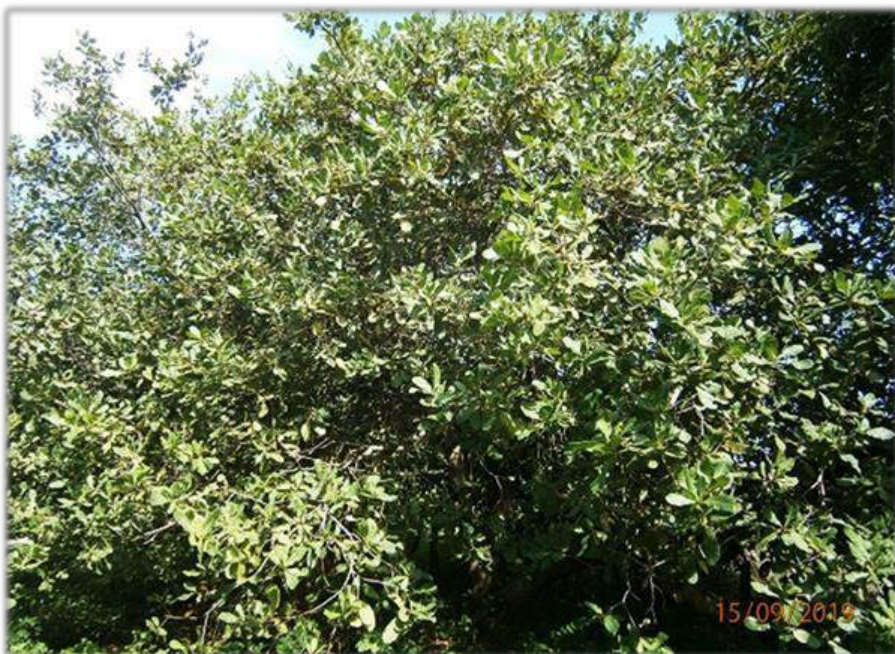
BCD 4

BCD 5

BCD 6

BCD 7

---



**Photo 1:** prototype numéro 1 des anacardiens cultivés dans le département de Goudomp



**Photo 2:** prototype numéro 2 des anacardiers cultivés dans le département de Goudomp



**Photo 3:** prototype numéro 3 des anacardiers cultivés dans le département de Goudomp

### **3.2.2. Corrélation entre les variables phénotypiques et la production**

Le test de corrélation entre les variables phénotypiques et la production. Les résultats de ce test sont présentés dans le (Tableau 6). L'analyse indique qu'il existe une forte corrélation entre les variables

phénotypiques et la production en noix. Pour les descripteurs dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix, des corrélations intra et inter phénotypiques ont été observées. Concernant les corrélations intra-phénotypiques des données dendrométriques, les variables hauteur totale, diamètre du fût, diamètre de la frondaison, épaisseur de l'écorce et la superficie couverte par le houppier de l'arbre ont été fortement corrélées. Le diamètre du tronc est à la fois corrélé à la hauteur totale, au diamètre de la frondaison et à la superficie couverte, avec respectivement  $R = 0,67$  ;  $0,74$  ;  $0,48$ . Par ailleurs, le nombre de branches charpentières est corrélé à la hauteur totale ( $R = 0,20$ ), à l'envergure ( $R = 0,27$ ) et à la superficie couverte avec  $R = 0,22$ . Quant au descripteur foliaire, une forte corrélation est notée entre la longueur et la largeur du limbe ( $R = 0,58$ ). Ainsi, le nombre de paires de nervures latérales est à la fois corrélé à la longueur et largeur du limbe ( $R = 0,49$  ;  $0,22$ ) et à la taille du pétiole ( $R = 0,24$ ). Le test a montré des corrélations au sein du descripteur floral. La variable nombre de fleurs mâles par lobe est positivement corrélée à la taille de l'inflorescence avec  $R = 0,20$  ; au nombre de fleurs par inflorescence avec  $R = 0,62$  ; au nombre de lobes par inflorescence ( $R = 0,19$ ) et au nombre de fleurs par lobe ( $R = 0,65$ ). Par contre, la taille de l'inflorescence est à la fois corrélée avec le nombre de fleurs par lobe et par inflorescence avec respectivement  $R = 0,25$  ;  $0,40$ . Il en est de même entre le nombre de lobes et de fleurs par inflorescence ( $R = 0,60$ ). La taille du pétiole est corrélée à la longueur et largeur du limbe avec  $R = 0,50$  ;  $0,37$ . Enfin, la géométrie longitudinale de la noix d'anacarde présente de fortes corrélations avec le poids de la noix soit  $R = 0,92$ . Par ailleurs, le poids de la noix est à la fois corrélé avec la largeur ( $R = 0,32$ ) et l'épaisseur ( $R = 0,19$ ). Toutefois, des corrélations inter-phénotypiques sont notées entre ces mêmes descripteurs. Il s'agit entre autres de celles liant la longueur du limbe au nombre de fleurs hermaphrodites par lobes avec  $R = 0,18$ , le diamètre de la frondaison à la largeur du limbe ( $R = 0,23$ ) et à la taille du pétiole ( $R = 0,20$ ). Les variables épaisseur et poids de la noix ont été négativement corrélées avec le nombre de lobes par inflorescence soit respectivement  $R = -0,19$  ;  $-0,20$ . Le poids de la noix a été négativement corrélé aux nombres de paires de nervures latérales ( $R = -1,94$ ). Enfin, seuls les paramètres dendrométriques, florales et foliaires ont été positivement corrélés à la production en noix. La production est à la fois corrélée à la hauteur totale de l'arbre ( $R = 0,36$ ) ; à l'épaisseur de l'écorce avec  $R = 0,23$  ; au diamètre du tronc avec  $R = 0,27$  ; à l'envergure et à la superficie couverte avec respectivement  $R = 0,36$  ;  $0,61$ . Il en est de même entre la variable nombre de fleurs hermaphrodites par lobe et la production avec  $R = 0,19$  et la production à la largeur du limbe avec  $R = 0,16$ .

**Tableau 6 :** Tableau de corrélation des variables phénotypiques analysées.

Variables	Dt	EE	Ht	Hbr	Df	SC	NBC	TI	NFI	NLI	NFL	NFHL	NFML	LI	Lgl	Tp	NPNL	LN	lgN	EN	PN	P	
<b>Dt</b>	<b>1</b>																						
<b>EE</b>	<b>0,43</b>	<b>1</b>																					
<b>Ht</b>	<b>0,67</b>	<b>0,36</b>	<b>1</b>																				
<b>Hbr</b>	-0,13	0,11	0,04	<b>1</b>																			
<b>Df</b>	<b>0,74</b>	<b>0,43</b>	<b>0,71</b>	0,05	<b>1</b>																		
<b>SC</b>	<b>0,48</b>	<b>0,21</b>	<b>0,45</b>	-0,10	<b>0,64</b>	<b>1</b>																	
<b>NBC</b>	<b>0,26</b>	0,08	<b>0,20</b>	-0,07	<b>0,27</b>	<b>0,22</b>	<b>1</b>																
<b>TI</b>	0,13	0,12	0,10	0,02	0,06	0,09	0,00	<b>1</b>															
<b>NFI</b>	-0,02	-0,07	-0,11	-0,07	0,02	-0,05	-0,04	<b>0,40</b>	<b>1</b>														
<b>NLI</b>	-0,15	-0,13	<b>-0,18</b>	-0,02	-0,09	-0,15	-0,12	<b>0,38</b>	<b>0,596</b>	<b>1</b>													
<b>NFL</b>	0,08	0,03	0,02	-0,05	0,10	0,04	0,04	<b>0,25</b>	<b>0,844</b>	0,09	<b>1</b>												
<b>NFHL</b>	<b>0,18</b>	0,16	0,10	-0,13	<b>0,19</b>	<b>0,25</b>	0,12	0,10	0,053	-0,12	0,16	<b>1</b>											
<b>NFML</b>	-0,08	-0,01	-0,05	-0,05	-0,04	-0,13	-0,03	<b>0,20</b>	<b>0,625</b>	<b>0,19</b>	<b>0,65</b>	0,03	<b>1</b>										
<b>LI</b>	0,07	0,06	0,06	-0,11	0,07	0,09	-0,08	0,02	-0,005	-0,10	0,09	<b>0,18</b>	0,01	<b>1</b>									
<b>Lgl</b>	0,06	-0,00	0,13	-0,01	<b>0,23</b>	0,11	-0,10	-0,02	0,093	0,03	0,12	0,11	-0,04	<b>0,58</b>	<b>1</b>								
<b>Tp</b>	0,05	0,07	0,07	-0,03	<b>0,20</b>	0,11	0,04	0,10	<b>0,191</b>	0,03	<b>0,24</b>	0,13	0,13	<b>0,50</b>	<b>0,37</b>	<b>1</b>							
<b>NPNL</b>	-0,03	0,02	-0,02	-0,09	-0,08	-0,11	-0,14	-0,14	-0,029	-0,09	0,05	0,12	0,03	<b>0,49</b>	<b>0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>1</b>						
<b>LN</b>	-0,03	-0,08	-0,03	-0,01	-0,06	0,04	0,07	0,10	-0,063	-0,14	0,03	-0,01	-0,14	-0,07	-0,07	0,08	-0,17	<b>1</b>					
<b>lgN</b>	-0,00	-0,02	0,03	-0,05	-0,07	0,00	0,11	-0,07	-0,086	-0,17	0,01	0,01	-0,03	0,09	-0,00	-0,08	-0,04	<b>0,31</b>	<b>1</b>				
<b>EN</b>	-0,09	0,01	-0,01	0,13	0,01	0,01	-0,01	-0,06	-0,107	<b>-0,20</b>	0,00	-0,01	-0,07	-0,04	-0,07	-0,07	<b>0,20</b>	0,15	0,04	<b>1</b>			
<b>PN</b>	0,02	-0,03	0,09	0,02	0,04	0,06	0,09	0,08	-0,073	<b>-0,19</b>	0,05	-0,05	-0,16	-0,02	-0,04	0,13	<b>-0,19</b>	<b>0,92</b>	<b>0,32</b>	<b>0,19</b>	<b>1</b>		
<b>P</b>	<b>0,27</b>	<b>0,23</b>	<b>0,36</b>	-0,03	<b>0,36</b>	<b>0,61</b>	0,07	-0,07	-0,063	-0,08	-0,02	<b>0,19</b>	-0,13	0,15	<b>0,16</b>	-0,04	0,00	-0,01	-0,01	0,03	-0,01	<b>1</b>	



### 3.3. Discussion

L'identification des variétés d'anacardiens se base généralement sur la définition des caractéristiques dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix et de la pomme. L'aspect morphologique constitue le premier maillon de l'identification variétale. Les caractères dendrométriques, florales, foliaires et morpho-pondérales de la pomme et noix d'anacarde ont fait ressortir des écarts importants entre les valeurs minimales et maximales, pour la majorité des paramètres analysés. Comptant pour les données dendrométriques, l'importance de ces écarts apparaît avec les coefficients de variation élevés, témoignant d'une nette variabilité génétique au sein des sujets étudiés, ceci corrobore les résultats de Castro et al., (2011) mettant en évidence une grande variabilité phénotypique inter et intra spécifique des anacardiens de la savane Brésilienne. L'importance des coefficients de variation obtenues a été abordée dans le même sillage par Akadié et al., (2014), dans son étude portant sur la diversité morphologique des accessions d'anacardiens en Côte d'Ivoire. Les feuilles des anacardiens sont formées en générale d'un pétiole, d'un limbe et de nervures. Comptant pour les variables longueur et largeur du limbe et taille du pétiole, les résultats de cet article sont en accord avec ceux de Lacroix (2003), 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 épaissi à la base avec un limbe à nervation pennée. L'étude a permis d'observer deux couleurs au niveau de la feuille de l'anacardier. Il s'agit de la couleur vert clair et celle vert sombre avec respectivement 43,26 % et 56,74 %. La majorité de feuilles des anacardiens ont présenté des formes obovales avec 86,47 % et ovale avec 13,51 %. Ces résultats diffèrent de ceux de Lacroix (2003) selon qui les feuilles d'anacardiens étudiées présentaient seulement la forme obovale. Cette différence s'expliquerait par l'introduction et la valorisation des noix de diverses origines dans le département de Goudomp. L'anacardier, plante spermatophyte est caractérisé entre autres par la présence de fleurs, carpelles et d'une double fécondation. L'analyse descriptive a permis d'obtenir une inflorescence de type paniculaire, pourvue de fleurs dotées de deux couleurs (rouge et blanche). Comptant pour le type d'inflorescence, de telles observations confirment celles de Diédhiou (2017), affirmant obtenir des inflorescences en panicules ou cyme terminales. Par ailleurs, les observations sur la couleur des fleurs ont montré deux grandes familles avec des disparités. Il s'agit notamment de la couleur blanche striée (rose, rouge, rouge claire et rouge violacée), de la couleur blanche et rouge violacée. Ces résultats sont différents de ceux de Diédhiou (2017) qui a observé des fleurs de couleur blanche ou jaune pâle striées de rose ou rouge-vert. L'analyse de la variance florale des anacardiens n'a montré aucune différence significative pour les variables nombre de fleurs mâles et bisexuées

suivant l'âge et l'environnement de l'anacardier. Ces résultats différents de ceux de Sankharé (2018), dont l'analyse de la morphologie florale a montré que les anacardières des communes et villages de (Keur Babou Diouf, Keur Mama Lamine, Keur Samba Are, Keur Aliou Guéye, Missira Niombato, Touba Barya et Touba Mouride) différaient significativement pour les variables nombre de fleurs mâles. L'environnement et les variétés cultivées dans les deux localités (Goudomp et Fatick) justifient les différences notées. Les fleurs étudiées montrent une nette variation avec une nette prédominance en fleurs mâles. Les résultats de la présente étude sur les fleurs corroborent ceux obtenus par Aliyu, (2005) et Lefebvre., (1969) qui ont mis en évidence la présence concomitante de fleurs mâles et hermaphrodites à des proportions variées dans les pieds d'anacardières. Le ratio floral qui est un bon indicateur de rendement varie entre 0 et 30,61 %. Ceci montre une variabilité significative du ratio floral au sein des anacardières. De telles relations s'opposent à celles obtenues à Fatick/Sénégal (Sankharé, 2018) montrant une relation non significative du ratio floral ( $P > F = 0,31$ ) des anacardières des communes et villages précités. Des études portant sur la caractérisation morphologique et des performances agronomiques des accessions de noix de cajou du Bénin (Chabi et al., 2015) ont confortés cette variabilité avec un ratio floral compris entre 0,004 et 0,273. Dans le même sillage, l'étude portant sur l'évaluation de la diversité génétique et l'identification d'hybrides de noix de cajou d'élite a montré un ratio floral moyen de 0,22 ; des résultats en phases avec ceux obtenus dans la présente étude.

L'analyse descriptive a permis d'observer deux formes de noix d'anacarde. Il s'agit de la réniforme avec 98,54 % et la forme oblongue-ellipsoïde avec 2,44 %. Des résultats différents de ceux de Lautié et al., (2001) et Aliyu (2005), qui n'ont observé que la réniforme. Ces différences de formes observées sont dues à l'introduction dans le département de Goudomp de noix tous venant aux caractères méconnaissables. Par contre deux familles de couleurs sont observées sur la noix d'anacarde (gris et brun) ; des résultats qui corroborent ceux obtenus par Lautié et al. (2001).

Les variables longueurs et poids de la noix d'anacarde sont significativement différentes suivant l'âge et la localité avec ( $P < 0,0001$ ) ; un résultat qui confirme Diédhiou (2017) qui a révélé que la longueur et le poids de la noix d'anacarde différaient significativement suivant les morphotypes (Bénin rouge, Carotte, Costa Rica et Patron) avec ( $P < 0,001$ ). Quant à la forme de la pomme (faux fruit), elle est cylindrique avec ses variantes, conique-obovale ou ronde. Ces résultats diffèrent de ceux de Coly (2016), qui a montré que la forme de la pomme est ronde ou cordiforme (forme de cœur). La description des variables morpho-pondérales a montré trois couleurs de pommes d'anacarde, à savoir jaune, orange ou rouge. De telles observations

corroborent Diédhiou (2017), qui a trouvé des morphotypes de pommes d'anacarde de couleurs rouge, jaune ou orange.

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) couplée à la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont permis de ranger les 150 pieds d'anacardiens en trois groupes significativement distincts. Ces résultats confirment ceux de Sankharé (2018) dans son étude portant sur le phénotypage des anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) de la sélection massale dans la région de Fatick (Sénégal). Aujourd'hui, avec l'avènement des programmes d'amélioration variétale, l'importante 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 leur environnement. Ce qui prouverait l'existence d'une forte variabilité génétique au sein des anacardiens étudiés. Ces résultats ont été confortés par ceux de Sarr (2002) dans son rapport portant sur l'analyse du secteur anacarde situation actuelle et perspective de développement.

La moyenne de la production par groupe dans notre étude a varié entre 580 et 5600 kg/ha par arbre indiquant qu'une importante variabilité est présente dans les anacardiens du Balantacounda. Cette énorme variabilité observée pourrait être attribuée aux facteurs génétiques et/ou environnementaux (Martin et al., 1998 ; Aliyu, 2004). En effet, le groupe III avec une production moyenne de 5600 kg/ha par pied a enregistré les meilleures performances en termes de production de noix d'anacarde jamais enregistrées dans le monde. La performance de ces arbres dépasse de loin celle enregistrée chez les Arbres Potentiel Elites (APEs) de Keur Aliou Gueye et Touba Barya (Sénégal) avec une production moyenne avoisinant 288,6 et 143,3 kg/ha, respectivement. Cependant, les arbres du village de Keur Aliou Gueye à savoir A647 avec 5084 kg/ha, A643 avec 4447 kg/ha ont une production similaire au prototype 3. Les études menées au Malawi ont montré une moyenne de production de 153 kg/ha (Chipojola et al., 2009). De telles observations confirment la performance des individus du groupe III.

Généralement, la nature des corrélations entre les traits agronomiques et la production en noix d'anacarde peut améliorer ou retarder la progression de l'amélioration variétale. En effet, le caractère taille de la noix constitue un critère de choix aussi bien pour les producteurs, consommateurs et transformateurs que pour les améliorateurs variétales. Une relation positive indique que la sélection pour l'amélioration de l'une des composantes du rendement entraînerait une augmentation concomitante d'une ou de plusieurs composantes. Des relations positives et hautement significatives entre la hauteur totale, l'épaisseur de l'écorce, la superficie couverte par le houppier de l'arbre, la largeur du limbe, les fleurs hermaphrodites par lobe et le

rendement en noix d'anacarde. Ces relations positives suggèrent que le rendement en noix peut être amélioré à travers la sélection de ces différentes composantes. La corrélation positive significative entre la production de noix d'anacarde par arbre et les fleurs hermaphrodites par panicule est conforme aux résultats de Sankharé (2018). Une amélioration du rendement en noix d'anacarde peut donc être obtenue par la sélection de ces caractères fortement corrélés, car une augmentation de la valeur moyenne de l'un des paramètres augmenterait considérablement la moyenne des autres (Pedro de azevedo et al., 1998). Le poids de la noix d'anacarde a été négativement corrélé aux nombres de paires de nervures latérales par feuille. Hormis cette variable, le poids de la noix d'anacarde n'est corrélé à aucun autre trait agronomique. Les relations non significatives entre le poids de la noix d'anacarde et le rendement en noix d'anacarde dans cette étude étaient contraires à l'association significative négative rapportée par Northwood (1966). Bien que les résultats de la présente étude aient montré des corrélations positives entre la production en noix d'anacarde et le diamètre de la frondaison, des relations négatives entre la canopée et la production de noix ont montré que les anacardiens à grande canopée ont tendance à produire un rendement inférieur (Aliyu, 2005). Masawe (1994) et Masawe et al., (1998) ont rapporté des observations similaires sur la noix d'anacarde en Tanzanie. L'envergure et la superficie couverte par le houppier de l'anacardier sont positivement et significativement corrélées au rendement en noix d'anacarde. De telles observations s'opposeraient aux résultats de Tandjiekpon (2005) qui a signalé que le rendement d'un arbre donné était très variable et mal corrélé à la densité et à la superficie de la couverture végétale du couvert.

Une corrélation significative a été notée entre la largeur du limbe et le rendement en noix d'anacarde. 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 (Aliyu, 2004). La connaissance des relations entre le poids des noix d'anacarde et leur rendement serait essentielle pour améliorer efficacement la production des variétés d'anacarde combinant des concentrations modérément élevées de rendement et la bonne qualité de la noix en taille. Sankharé (2018) a signalé une association positive entre le poids des noix d'anacarde et leur rendement, tandis que Salleh et al. (1989a, 1989b) ont enregistré une corrélation négative entre le nombre de noix d'anacarde par arbre et leur poids. Le poids de la noix d'anacarde a été négativement corrélé à la production.

## **Conclusion**

Une hétérogénéité phénotypique a été mise en évidence dans la collection d'anacardiens du Balantacounda. Elle a été structurée en trois

groupes d'anacardiens significativement distincts grâce aux caractères dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix d'anacarde. Le premier groupe est constitué d'arbres de taille moyenne, pourvus d'une envergure et production en noix d'anacarde moyenne et des fruits de poids moyen. Le deuxième groupe comporte des arbres de petite stature, dotés d'une envergure moyenne avec une faible production et des noix de poids moyen. Le troisième groupe est caractérisé par des arbres de grande taille, pourvus d'une grande frondaison, une production intéressante avec des noix de faible poids.

L'analyse des données dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la pomme et noix des différents anacardiens a permis d'identifier une importante variabilité génétique au sein des anacardiens étudiés. L'étude des performances phénotypiques des anacardiens a montré des corrélations intra et inter-phénotypique significatives au sein et entre les paramètres dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix d'anacarde. 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. Une analyse chimique et organoleptique de la pomme permettrait de compléter la classification des morphotypes ainsi définis.

#### References:

1. Akadie J. B. D., Hugues A. N., Kouablan E. K., Achille N. A. & Severin A. (2014). Diversité morphologique des accessions d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) introduits en côte d'ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 23 (2014). 244–258.
2. ALIYU O. M. (2004). *Characterization and Compatibility Studies in Cashew (Anacardium occidentale L.)*: Ph.D. Thesis, University of Ilor, (Nigeria), p. 268.
3. Aliyu O. M. (2005). Phenotypic correlation and path coefficient analysis of nut yield and yield components in cashew (*Anacardium occidentale* L.): <https://www.researchgate.net/publication/267721077>, p. 19-24.
4. AINAN M. M. S. (1996). L'anacardier dans le système de production au niveau paysan : une approche de rentabilité économique et de la gestion du terroir dans la commune rurale d'Agoua (Zou). Thèse d'ingénieur Agronome, FSA UNB, p. 229.
5. ARDS. (2016). Plan de développement départemental de Goudomp, p. 100.
6. CHABI S. K., ADOUKONOU S. H., AHOTON L. E., ADEBO I., ADIGOUN F. A., SAIDOU A., AHANCHEDE A., KOTCHONI S. O. & BABA M. L. (2015). Morphological characterization and

- agronomic performances of cashew (*Anacardium occidentale* L.) accessions from Benin. *J. Agric. Crop Res. Sci*, 28-40.
7. CASTRO A. C. R., BORDALLO P. N., CAVACANTI J. J. V. & BARROS L. M. (2011). Brazilian cashew germplasm bank. *Brazilian. Ed. K.E. Hummer. Acta Hort.* 918, ISHS : 857861(2011). 857-861.
  8. CHARAHABIL M. M., DIATTA M. & NDIAYE S. (2017a). Caractérisation des Plantations à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) dans le Balantacounda: cas des communes de Kaour, Goudomp et Djibanar (Casamance/Sénégal). *J Euro. Sci*, 242-257.
  9. CHARAHABIL M. M., DIATTA M., NDIAYE O. & NDIAYE S. (2017b). Influence de la flore ligneuse associée dans la production des parcs à *Anacardium occidentale* L. dans la communauté rurale de Djibanar (Casamance/Sénégal). *Int.J.Biol. Chem. Sci* 11(2) : 585-596.
  10. CHIPOJOLA F. M., MWASE W. F., KWAPATA M. B., BOKOSI J. M., NJOLOMA J. P. & MALIRO M. F. (2009). 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, pp. 5173-5181.
  11. COLY. (2016). Etudes des caractéristiques morphologiques et de la germination des noix de *Anacardium occidentale* L. de la région de Ziguinchor. Mémoire de Fin de cycle : Ecole Nationale Supérieur d'Agriculture (Sénégal), p. 57.
  12. DIEDHIOU. (2017). Morphologie et germination comparées des semences de quatre morphotypes de *Anacardium occidentale* L. au Sénégal. Mémoire de Fin de cycle : Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (Sénégal), p. 61.
  13. DOUZET R. (2007). Petit lexique de botanique à l'usage du débutant. UJF-Bât D-BP 53-38041 Grenoble cedex 9, p. 42.
  14. Gupta R. K. (1993). Multipurpose trees for agroforestry and wasteland utilization. *Development and Oxford & IBH Publishing, India*, p. 67.
  15. INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCE: IBPGR. 1986. Cashew (*Anacardium occidentale* L) descriptors for plant genetics, Genetic Resource Centre, Plant Production and Protection Division. FAO via delle Terme Di caracalla, 00100 Rome, Italy, p. 33.
  16. LACROIX E. (2003). Les anacardiens, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila et au Bénin. *Projet restauration des ressources forestières de Bassila. GTZ République du Bénin*, p. 75.
  17. LAUTIE E., DORNIERA M., De SOUZA F. M. & REYNES M. (2001). Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Cirad. Fruits*, 56 (4) : 235-248.

18. LEFEBVRE A. (1969). L'anacardier, une richesse de Madagascar. *Fruits*, vol. 24, n° I, 43-64.
19. MALOU G. (2014). Caractérisation et germination des semences de quatre variétés de *Anacardium occidentale* L., Mémoire de Master : Université Assane Seck de Ziguinchor (Sénégal), p. 35.
20. MARTIN P. J., KASUGA L. J. & BASHIRU R. A. (1998). Cashew Farming Upgrading: Agronomic Options for Cashew Production by Smallholder Farmers in Tanzania. *Exp Agr Journal*, 137-152.
21. MASAWA P. A. L. (1994). Aspect of breeding and selecting improved cashew genotypes (*Anacardium occidentale* L.). Ph. D. Thesis, University of Reading, UK. *Advances in Biological Chemistry*, Vol.4 No.4, June 9, 2014.
22. MASAWA P. A. L., CUNDALL E. P. & CALIGARI P. D. S. (1998). Performance in South-eastern Tanzania of local cashew germplasm and selected clones. *Proceeding of International Cashew and Coconut Conference*, 17–21.
23. Nambiar M. C., Baskara R. EV. V., Thankamma, P. PK., (1990). Biotechnology of fruit and nut crops. *Cashew In: Bose TK, Mitra SK, eds. Fruits: Tropical and Subtropical. Calcutta, India: Naya Prokash, 386-419.*
24. NDIAYE L. (2019). Identification et caractérisation des différentes variétés d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) cultivés dans le Balantacounda. Mémoire de Master, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), p. 46.
25. NIANG P. M. (2016). Caractérisation de noix et tests de germination de six variétés de *Anacardium occidentale* L. de la région de Sédhiou, Mémoire de Master : Université de Thiès (Sénégal), p. 50.
26. NORTHWOOD P. J. (1966). Some observations of flowering and fruit-setting in cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Tropical Agriculture* 43: 35–24.
27. OHLER J. G. (1979). *Cashew communication*, Royal Tropical Institute Amsterdam 71, p. 260.
28. Olossoumaï, I, F., Agbodjaf, A, C., (2001). Plantation d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) : production et commercialisation de noix de cajou à IGBOMAKRO dans la sous-préfecture de Bassila. Mémoire de Fin de cycle : Lycée Agricole Medji de Sékou (Bènin), p. 43.
29. PADEC. (2018). Suivi de la production des anacardiens géo-référenciés dans le Balantacounda, p. 6.
30. PEDRO De AZEVEDO D. M. P., CRISÓSTOMO J. R., IMEDA F. C. G. & ROSSETTI A. G. (1998). Estimates of genetic correlations and correlated responses to selection in cashew (*Anacardium occidentale* L.) *Genet. Mol. Biol*, 344-400.

31. RONDEUX J. (1999). La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux, Belgique. ISBN 2-87016-060-7, p. 521.
32. SAGNA P. (2005). « Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l’Afrique Occidentale ». Thèse de Doctorat d’Etat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 2006. Tome I, p. 270 ; Tome II, p. 516.
33. Sagna P. (2006). Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l’Afrique Occidentale. Thèse de Doctorat d’Etat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 2006. Tome I, 270p. ; Tome II, 516p.
34. Sambou B. (2004). Evaluation de l’état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et sub-guinéen au Sénégal. Thèse de doctorat d’Etat. Dakar : Institut des Sciences de l’Environnement, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, p. 210.
35. SANKHARE M. (2018). Phénotypage des anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) de la sélection massale dans la région de Fatick (Sénégal). Mémoire de Master : Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), p. 44.
36. SAÏDOU A., BALOGOUN I., KONE B., GNANGLE C. P. & AHO N. (2012). Effet d’un système agro forestier à karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) sur le sol et le potentiel de production du maïs (*Zea mays*) en zone Soudanienne du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6: 2066-2082.
37. SALLEH H., CHAI T. B., BAKRI M. L. (1989a). Seasonal variation in yield performance of 16 cashew clones on bris soil. *MARDI Research Journal* 17: 167–171.
38. SALLEH H., CHAI T. B., WAHAB N. A., BAKRI M. L. & ABIDAH T. A. (1989b). Identification of promising materials from a seedling population of cashew based on nut number and nut weight. *MARDI Research Journal* 17: 155–166.
39. SARR M. B. (2002). Analyse du secteur de l’anacarde situation actuelle et perspective de développement, p. 34.
40. TANDJIEKPON A. M. (2005). Caractérisation du système agroforestier à base d’anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en zone de savane au Bénin. Mémoire du diplôme d’Etudes Approfondies (DEA), FLASH, ABOMEY-CALAVI, p. 104.
41. TREVIAN M. T. S., PFUNDSTEIN B., HAUBNER G. WÜRTELE G., SPIEGELHALDER B., BARTSCH & OWEN H. RW. (2005). *Food and Chemical toxicology*, 44 (2005)188-197.
42. USAID. (2006). Etude de la Filière de l’Anacardier dans la Vallée du Yamé. USAID : Mali, p. 45.