

REPONSE EX-SITU AU BOUTURAGE POUR LA REGENERATION DE TROIS MORPHOTYPES ADULTES DE *Anacardium Occidentale* L. DANS LE BASSIN ARACHIDIER AU SENEGAL



EX-SITU RESPONSE TO BOUTURAGE FOR THE REGENERATION OF THREE ADULT MORPHOTYPES OF *Anacardium Occidentale* L. IN THE ARACHID BASIN OF SENEGAL

| Khady NDOUR ^{1*} | Elhadji FAYE ² | Mor THIAM ³ | et | Mamoudou Abdoul TOURE ⁴ |

¹ Université Alioune Diop de Bambey | Département production forestière | Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale | Bambey | Sénégal |

² Institut Sénégalais de Recherche Agricole | Centre National de Recherches Forestières | Dakar | Sénégal |

³ Institut Sénégalais de Recherche Agricole | Centre National de Recherches Agronomiques | Bambey | Sénégal |

| DOI: 10.5281/zenodo.10456111 | Received December 28, 2023 | Accepted December 30, 2023 | Published January 05, 2024 | ID Article | NDOUR-Ref1-1-18ajiras281223 |

RESUME

Introduction : L'anacardier est une espèce très commune dans les agroécosystèmes sahéliens dont les potentialités agroforestières sont maintenant largement reconnues. Le renforcement de sa place dans les systèmes agroforestiers en milieu paysan au Sénégal, notamment dans le Bassin Arachidier est limité par une méconnaissance de sa multiplication. **Objectifs :** L'objectif de cette recherche est de mettre au point un package efficace de diamètres et de longueurs de boutures pour la production massive et qualitative des cultivars locaux élites de *Anacardium occidentale* L. **Méthodes :** la méthodologie repose sur l'étude de la variabilité de trois morphotypes ou unité de prélèvement des boutures (rouge, jaune et intermédiaire), deux diamètres de boutures (inférieur à 1cm et supérieur à 1cm) face à deux longueur de boutures (longueur L=15 cm et L= 20 cm) sur la reprise, les organes aériens et les variables de croissance au 15e, 30e, 45e et au 60e jours après plantation (JAP) dans un dispositif complet aléatoire. **Résultats :** Il ressort de cette étude que les boutures de *A. occidentale* se comportent différemment suivant la longueur, le diamètre et surtout les morphotypes. En effet, les boutures de diamètre supérieur à 1 cm (DS1) ont présenté le taux de reprise au 15e et au 30e JAP de même que le nombre de bourgeons, feuilles, et rejets au 30e JAP les plus élevés soit respectivement 78,3 % et 83,3 %, quatre bourgeons, six feuilles et deux rejets. Par ailleurs, les boutures de longueur 15 cm ont révélé également les meilleurs taux de reprise au 15e et au 30e JAP soit 58,3 % et 67,2 % alors que celles de longueur 20 cm ont montré la production d'inflorescence la plus importante. S'agissant des morphotypes, le rouge (R) occupe la 1ere place pour le taux de reprise (69,2 % et 74,2 %) au 15e et 30e JAP, pour le nombre de bourgeons (3), le nombre feuilles (6) et le nombre de rejets (2) au 30e JAP. **Conclusion :** L'utilisation des boutures issues du morphotype rouge (R) prélevés proche du système racinaire de diamètre supérieur à 1cm et de longueur 15 cm est une technologie efficace pour la production en masse de plants d'anacardier et de qualité supérieure.

Mots clés : morphotypes, *A. occidentale*, boutures, diamètre, longueur, Bassin arachidier, Sénégal.

ABSTRACT

Background: The cashew tree is a very common species in Sahelian agroecosystems whose agroforestry potential is now widely recognized. The strengthening of its place in agroforestry systems in rural areas in Senegal, particularly in the Arachidier Basin, is limited by the lack of knowledge on its multiplication. **Objective:** The objective of this research is to develop an effective package of diameters and lengths of cuttings for the massive and qualitative production of elite local cultivars of *Anacardium western* L. **Methods:** the methodology consists of studying in a complete random device, the variability of three morphotypes or collection units of cuttings (red, yellow, and intermediate), two diameters of cuttings (less than 1cm and greater than 1cm) opposite with two lengths of cuttings (length 15cm and 20cm) on the recovery, aerial organs and growth variables at the 15th, 30th, 45th and 60th days after planting (JAP). It emerges from this study that the cuttings of *A. occidentale* behave differently according to the length, the diameter, and especially the morphotypes. **Results:** In fact, cuttings with a diameter greater than 1cm (DS1) presented the recovery rate at the 15th and 30th JAP as well as the number of buds, leaves, and suckers at the 30th JAP the highest, i.e. 78.3% and 83.3%, 4 buds, 6 leaves, and 2 suckers. In addition, cuttings of 15cm length also revealed the best recovery rates in the 15th and 30th JAP, ie 58.3% and 67.2%, while those of 20cm length showed the highest inflorescence production. Regarding morphotypes, red (R) comes first for the recovery rate (69.2% and 74.2%) at the 15th and 30th JAP, for the number of buds (3), the number of leaves (6) and the number of rejections (2) at the 30th JAP. **Conclusion:** The use of cuttings from the red morphotype (R) taken close to the root system with a diameter greater than 1cm and a length of 15cm is an effective technology for the mass production of cashew trees and of higher quality.

Keywords: morphotypes, *A. occidentale*, cuttings, diameter, length, Groundnut basin, Senegal.

1. INTRODUCTION

Le Sahel ouest-africain est une zone écologique caractérisée par une longue saison sèche de 6 à 8 mois, une pluviosité annuelle variant entre 200 et 600 mm et une agriculture fortement dépendante de la pluviométrie. Par ailleurs, le taux

d'accroissement de la population y est relativement élevé (de l'ordre de 3 %), et il en résulte une forte pression anthropique sur les ressources naturelles qui sont déjà insuffisantes [1]. En effet, la croissance de la population en Afrique sub-saharienne est plus rapide que celle de la production agricole qui stagne ou baisse au fil des années [2, 3]. Cette baisse de la production agricole n'est pas seulement une résultante de la croissance démographique et de la

péjoration climatique. Elle est aussi une conséquence de la faible fertilité des sols et des techniques agricoles inappropriées, entraînant ainsi une dégradation des ressources naturelles et de l'environnement [4]. Selon ce dernier auteur, le phénomène de dégradation est tel qu'il faut de plus en plus imaginer des méthodes de lutte peu onéreuses et adaptées à l'échelle des petits producteurs qui sont les plus représentatifs du monde agricole de l'Afrique de l'Ouest. L'anacarde apparaît aujourd'hui comme une culture stratégique dont les perspectives de développement et de garantie de revenus pour une diversification durable des exportations sont très prometteuses. En effet, sa production permet de résoudre à la fois trois importants et complémentaires problèmes de développement que sont l'économie, le social et l'environnement [5]. La multiplication végétative est incontournable dans la mesure où l'espèce, étant allogame, les descendances par graine sont hétérogènes et donc ne conviennent pas à une production commerciale de noix d'anacarde. Elle doit donc aller de pair avec la sélection afin que les individus sélectionnés puissent être copiés de façon conforme [6]. Le rajeunissement du matériel adulte peut être contraint par le vieillissement chronologique dont l'âge constitue le facteur de référence et traduit le passage de la phase juvénile à la phase sénescence, le vieillissement physiologique précédé par une modification de la balance hormonale et une perte de charge qui interfère la composition hormonale de la sève et le vieillissement ontogénétique traduisant une perte des propriétés morphogénétiques des structures méristématiques. En ce sens, pour assurer la propagation végétative des génotypes adultes sélectionnés, il est nécessaire de "remettre à zéro" le compteur morphogénétique. Un tel rajeunissement peut être obtenu au moyen de techniques variées parmi lesquelles, le bouturage occupe une bonne place [7, 8]. Les techniques classiques de multiplication peuvent constituer une limite au développement de la filière, d'où la nécessité d'amplifier les efforts en matière de recherche pour améliorer les connaissances sur les différentes étapes de production de plants de qualité. L'objectif général de cette recherche est de contribuer à la mise au point d'un package efficace de diamètres et de longueurs de boutures pour la production massive et qualitative des cultivars locaux élites et la régénération du matériel adulte de *Anacardium occidentale* L. dans le bassin arachidier au Sénégal.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Présentation du site de l'étude

L'essai de bouturage a été conduit dans la pépinière centrale Centre National de Recherches Forestières (CNRF) en 2020. La pépinière centrale du CNRF situé à Dakar-Hann, s'étend sur une superficie d'un demi-hectare. Elle est située entre 14°43. 552' de latitude Nord et 17°26. 211' de longitude Ouest et se trouve à une altitude de 25 m. Le climat de type canarien subit fortement l'influence des facteurs géographiques et atmosphériques. Il est caractérisé par deux saisons : une saison sèche, de novembre à juin et une saison pluvieuse avec une durée relativement courte (3 à 4 mois), de Juillet à Octobre. La présence d'une façade maritime ceinturant presque toute la région de Dakar lui assure pendant une bonne partie de l'année, un micro climat marqué par l'influence de l'alizé maritime caractérisé par l'existence d'une fraîcheur et d'une humidité quasi permanente, relativement forte de l'ordre de 25 %. Toutefois, l'harmattan, l'alizé continental saharien, se font sentir en saison sèche et au fur et à mesure que l'on s'éloigne des côtes. La température varie entre 17 °C et 22 °C de Décembre à Avril et de 22 °C à 30 °C de Mai à Novembre. Le régime des vents est marqué par l'influence prédominante de l'alizé.

1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal (boutures) est constitué de trois (03) morphotypes d'anacardier (rouge, intermédiaire et jaune). Ces morphotypes proviennent d'une plantation installée depuis 1985 par le projet Anacardier Sénégal-Allemand (PASA) à Bambadala Tiako/Keur Saloum Diané/Fatick et ont été utilisées comme boutures en raison de leur rendement en noix, de leur teneur en sucre et de la grosseur des noix et de la pomme. Ils se caractérisent comme suit :

- Morphotypes à faux fruit rouge vif (**A**) : il est hyper-précoce et hyper-productif soit 3 productions par campagne, la teneur en sucre est élevée avec un calibre moyen de la noix et du faux fruit.
- Morphotype à faux fruit jaune (**B**) : il est hyper-sucré, hâtif et productif soit 2 productions par campagne et présente une grosseur importante du faux fruit et de la noix.
- Morphotypes à faux fruit intermédiaire (**C**), il présente une couleur rouge clair à l'extérieur comme à l'intérieur : il est précoce et productif soit 2 productions par campagne, sucré avec une taille moyenne de la noix et du faux fruit.



Figure 1 : Illustration des faux fruits (pomes) des différents morphotypes (NDOUR K., 2020).
Légende : faux fruit rouge (A), faux fruit jaune (B), faux fruit intermédiaire (C).

1.3. Prélèvement des boutures

Les boutures ont été prélevées à l'aide d'un sécateur sur trois morphotypes adultes (rouge, intermédiaire et jaune) de même âge (35 ans). Les rameaux récoltés sont lignifiés, présentant à l'aisselle des bourgeons prêts à débourrer et proche du système racinaire. Les diamètres des boutures prélevés ont été inférieurs à 1 cm et supérieur à 1 cm. Après récolte des boutures, ces derniers ont été humidifiés dans du papier *kraft* puis introduits dans des sachets plastiques avant d'être conservés dans une glacière. Chaque échantillon porte l'étiquette correspondante.



Figure 2 : Matériels de prélèvement des boutures.

1.4. Dispositif expérimental du bouturage

Le Dispositif expérimental utilisé dans cette étude est le Dispositif Aléatoire Complet (DCA) avec trois facteurs répétés trois fois. Le premier facteur constitue les morphotypes à trois niveaux (Rouge, Intermédiaire et Jaune), le deuxième facteur est le diamètre à deux modalités inférieur à 1cm et supérieur à 1cm ($D < 1\text{ cm}$ et $D > 1\text{ cm}$) et le troisième facteur est la longueur des boutures à deux modalités également ($H = 15\text{ cm}$ et $H = 20\text{ cm}$). Suivant les facteurs, on a 12 traitements répétés trois fois soit 36 observations et chaque observation comporte 10 sujets soit au total 360 fragments soumis au bouturage soit 120 boutures par morphotype.

RFD1			RFD2			RFD3		
H=20 cm D>1cm	1 à 10	11 à 20	H=20 cm D>1cm	1 à 10	11 à 20	H=20 cm D>1cm	1 à 10	11 à 20
		21 à 30			21 à 30			21 à 30
H=20cm D<1cm	31 à 40	41 à 50	H=20cm D<1cm	31 à 40	41 à 50	H=20cm D<1cm	31 à 40	41 à 50
		51 à 60			51 à 60			51 à 60
H=15cm D>1cm	61 à 70	71 à 80	H=15cm D>1cm	61 à 70	71 à 80	H=15cm D>1cm	61 à 70	71 à 80
		81 à 90			81 à 90			81 à 90
H=15 cm D<1cm	91 à 100	101 à 110	H=15 cm D<1cm	91 à 100	101 à 110	H=15 cm D<1cm	91 à 100	101 à 110
		111 à 120			111 à 120			111 à 120

Figure 4 : Dispositif expérimental du bouturage. **Légende :** H=longueur bouture ; D =Diamètre bouture

1.5. Réalisation du bouturage

La plantation des boutures est effectuée dans des gaines en polyéthylène (longueur = 25 cm, largeur = 15 cm, épaisseur = 15 µm) dont le substrat est constitué d'un mélange de 60 % de sable de dune et de 40 % de terre humifère. Des sachets en plastique ont été mis au sommet de chaque bouture pour maintenir l'humidité et éviter le dessèchement à l'apex. L'arrosage est réalisé au quotidien notamment deux fois par jour tôt le matin (07 h) et tard le soir (18 h) à raison de 10 arrosoirs de 8 litres par répétition par arrosage dès les deux premières semaines et 11 arrosoirs de 8 litres par répétition au 3^e, 4^e, 5^e et 6^e semaine. La plantation des boutures est réalisée le 14 octobre 2020 dans la serre du CNRF.



Figure 3 : Plantation des boutures d'anacarde.

1.6. Variables à mesurées

D'une périodicité (P) de quinze jours (P1 = 15 ; P2 = 30 ; P3 = 45 ; P = 60), le suivi a consisté à mesurer les variables suivantes : le taux de reprise, la croissance en hauteur, le nombre de bourgeons, de feuilles et de rejets des boutures.



Figure 5 : Reprise des boutures d'anacarde.

1.7. Saisie et analyse des données

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, le test de turkey et LSD pour la comparaison des moyennes ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistix version 8.

2. RESULTATS

2.1. Effets des morphotypes diamètres et longueur des boutures sur le bouturage de l'anacardier

2.1.1. Analyse de variance pour le taux de reprise des boutures

Le tableau 1 montre que les morphotypes (rouge, jaune et intermédiaire) et les diamètres des boutures ont un effet très hautement significatif sur le taux de reprise ($P = 0,000^{***}$; $P = 0,000^{***}$) au 15^e et 30^e jour après plantation (JAP), de même l'interaction longueur-morphotype ($P = 0,024^{***}$) au 15^e JAP ainsi que la longueur des boutures ($P = 0,004^{***}$) et l'interaction diamètre*longueur ($P = 0,017^{***}$) au 30^e JAP. Au 45^e JAP, une régénérescence des boutures a été observée. Ces résultats montrent que les facteurs étudiés ont une forte influence sur le taux de reprise.

Tableau 1 : Analyse de variance pour le taux de reprise.

Source	Taux de reprise 15 JAP					Taux de reprise 30 JAP					Taux de reprise 45 JAP			
	DF	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P	
Rep	2	0,02	0,01			0,05	0,025			0	0			
Diam	1	18,23	18,23	98,02	0,0000	18,225	18,23	104	0,000	0	0	M	M	
Longueur	1	0,23	0,23	1,21	0,2721	1,4694	1,469	8,41	0,004	0	0	M	M	
Vari	2	3,80	1,90	10,22	0,0000	3,2167	1,608	9,2	0,000	0	0	M	M	
Diam*Longueur	1	0,34	0,34	1,81	0,1797	1,0028	1,003	5,74	0,017	0	0	M	M	
Diam*morpho	2	0,07	0,03	0,18	0,836	0,7167	0,358	2,05	0,130	0	0	M	M	
Longueur*morpho	2	1,40	0,70	3,76	0,0241	0,2722	0,136	0,78	0,460	0	0	M	M	
Error	348	64,71	0,19			60,822	0,175			0	0			
Total	359	88,78				85,775				0				

DF= degré de liberté ; SS=Somme carré ; MS=Moyenne carré ; F= Fisher ; P=Probabilité.

2.1.2. Variabilité des morphotypes, diamètre et longueur des boutures sur le taux de reprise

La figure 6 montre la variabilité des morphotypes (R, I et J), diamètres (DS1 et DF1) et longueurs (I et L) des boutures sur le taux de reprise. En effet, les taux de reprise les plus importants sont observés sur les boutures de diamètre supérieur à 1 cm (DS1) au 15^e et au 30^e JAP (figure 6a) soit respectivement 78,3 % et 83,3 % contre 33,3 % et 38,3 % pour celles de diamètre inférieur à 1cm (DF1). En outre, les boutures de longueur 15 cm (I) ont révélé les meilleurs taux de reprise soit 58,3 % et 67,2 % contre celles de longueur de 20 cm (L) ayant 53,3 % et 54,4 % au 15^e et 30^e JAP (figure 6a). Concernant les morphotypes (figure 6a), le morphotype rouge (R) a donné le taux le plus important au 15^e et 30^e JAP soit 69,2 % et 74,2 % par rapport au jaune (J) ayant 54,2 % et 53,3 % puis intermédiaire (I) avec 44,2 % et 55 %. Pour l'interaction diamètre des boutures inférieur ou supérieur à 1 cm (DF1 ou DS1) et morphotypes (figure 6b), le rouge (R) a montré le meilleur taux de reprise avec respectivement 48,3 % et 56,7 % ; 90 % et 91,7 % au 15^e et 30^e JAP. Cette même tendance est notée pour l'interaction longueur 15 cm ou 20 cm (I ou L) et morphotype rouge (figure 6c) soit 70 % et 80 % ; 68,3 % et 68,3 % au 15^e et 30^e JAP respectivement.

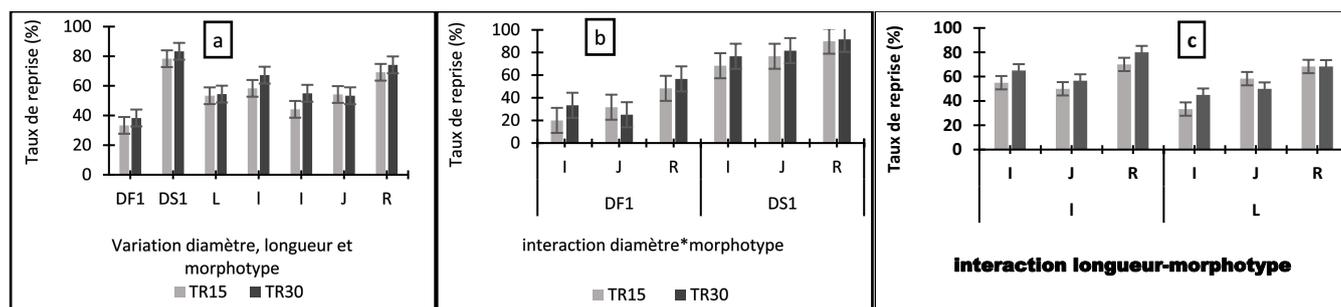


Figure 6 : Variation diamètre, longueur et morphotype (a), interaction diamètre*morphotypes (b), interaction longueur*morphotypes (c) des boutures sur le taux de reprise. **Légende** : DF1= diamètre inférieur à 1 cm ; DS1= diamètre supérieur à 1 cm ; L=longueur 20 cm ; I=longueur 15 cm ; I= morphotype intermédiaire ; J= morphotype jaune ; R= morphotype rouge ; TR15= taux de reprise au 15^eJAP ; TR30= taux de reprise au 30^eJAP.

2.1.3. Analyse de variance pour le nombre de bourgeons des boutures

Le tableau 2 révèle que le diamètre et l'interaction diamètre*longueur ont un effet très hautement significatif sur le nombre de bourgeons des boutures (P=0,000*** ; P<0,002***) au 30^e JAP. Cependant, aucun effet significatif n'a été observé pour les morphotypes et la longueur des boutures (P=0,310 ; P=0,189) au 30^e jour après plantation (JAP). A partir du 45^e JAP, aucun bourgeon n'a survécu.

Tableau 2 : Analyse de variance pour le nombre de bourgeons.

Source	Nombre de bourgeons 30 JAP					Nombre de bourgeons 45JAP				Nombre de bourgeons 60JAP			
	DF	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P
Rep	2	1,0	0,5			0	0			0	0		
Diam	1	715,4	715,4	143,6	0,000	0	0	M	M	0	0	M	M
Longueur	1	8,6	8,6	1,7	0,189	0	0	M	M	0	0	M	M
Vari	2	11,7	5,9	1,2	0,310	0	0	M	M	0	0	M	M
Diam*Longueur	1	48,1	48,1	9,7	0,002	0	0	M	M	0	0	M	M
Diam*Vari	2	4,0	2,0	0,4	0,667	0	0	M	M	0	0	M	M
Longueur*Vari	2	2,6	1,3	0,3	0,767	0	0	M	M	0	0	M	M
Error	347	1729,0	5,0			0	0			0	0		
Total	358					0				0			

DF= degré de liberté ; SS=Somme carré ; MS=Moyenne carré ; F= Fisher ; P=Probabilité.

2.1.4. Variabilité des morphotypes, diamètre et longueur des boutures sur le nombre de bourgeons

La figure 7 montre la variabilité des morphotypes (R, J et I), diamètre (DS1 et DF1) et longueur (I et L) des boutures sur le nombre de bourgeons. En effet, le nombre de bourgeon le plus important est observé sur les boutures de diamètre supérieur à 1 cm (DS1) au 30^e JAP (figure 7a) soit respectivement quatre contre un pour celles de diamètre inférieur à 1 cm (DF1). En outre, les boutures de longueur 15 cm et 20 cm (I et L) ont révélé le même nombre de bourgeons soit 2 (figure 7a). Concernant les morphotypes (figure 7a), le morphotype rouge (R) a donné trois bourgeons contre 2 pour jaune (J) et intermédiaire (I) au 30^e JAP. Pour l'interaction diamètre inférieur à 1 cm et morphotype (figure 7b), les trois morphotypes ont donné un bourgeon au 30^e JAP tandis que pour l'interaction diamètre supérieur à 1 cm et morphotypes, on a quatre bourgeons pour le rouge et jaune contre trois pour intermédiaire. Quant à l'interaction longueur (I=15 cm ou L= 20 cm) et morphotype (figure 7c), le rouge a présenté trois bourgeons pour les boutures de 20 cm contre deux pour tous les autres. Au 45^e JAP, une dégénérescence de tous les bourgeons a été observée.

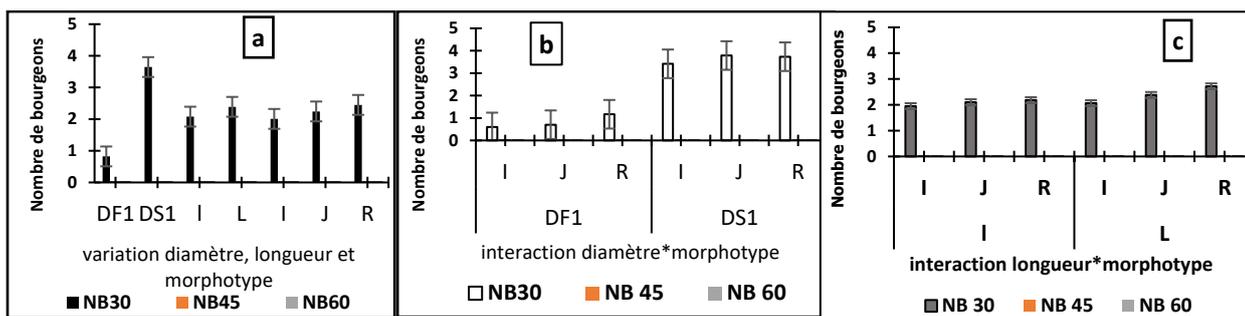


Figure 7 : Variation diamètre, longueur et morphotype (a), interaction diamètre*morphotypes (b), interaction longueur*morphotypes (c) des boutures sur le nombre de bourgeons. **Légende :** DF1= diamètre inférieur à 1 cm ; DS1= diamètre supérieur à 1 cm ; L=longueur 20 cm ; I=longueur 15 cm ; I= morphotype intermédiaire ; J= morphotype jaune ; R= morphotype rouge ; NB30= nombre de bourgeons au 30^eJAP ; NB45= nombre de bourgeons au 45^eJAP ; NB60= nombre de bourgeons au 60^eJAP

2.1.5. Analyse de variance pour le nombre de feuilles des boutures

Le tableau 3 montre que les diamètres (P=0,000***), les morphotypes (P=0,000***), et l'interaction diamètre*longueur (P<0,015***), diamètre*morphotype (P=0,0017***) et longueur*morphotype (P=0,0075***), ont un effet très hautement significatif sur le nombre de feuilles des boutures. En effet, aucune différence significative n'a été notée pour la longueur des boutures (P=0,07) au 30e jour après plantation (JAP). Cependant, au 45e JAP, aucune feuille n'a été enregistrée.

Tableau 3 : Analyse de variance pour le nombre de feuilles des boutures.

Source	DF	Nombre de feuilles 30 JAP				Nombre de feuilles 45 JAP				Nombre de feuilles 60 JAP			
		SS	MS	F	P	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P
Rep	2	27,22	13,61			0	0			0	0		
Diam	1	1421,6	1422	134,84	0,000	0	0	M	M	0	0	M	M
Longueur	1	34,39	34,39	3,26	0,0718	0	0	M	M	0	0	M	M
Vari	2	949,91	475	45,05	0,0000	0	0	M	M	0	0	M	M
Diam*Longueur	1	63,07	63,07	5,98	0,015	0	0	M	M	0	0	M	M
Diam*Vari	2	137,12	68,56	6,5	0,0017	0	0	M	M	0	0	M	M
Longueur*Vari	2	104,55	52,28	4,96	0,0075	0	0	M	M	0	0	M	M
Error	339	3574,1	10,54			0	0			0	0		
Total	350					0				0			

SS=Somme carré ; MS=Moyenne carré ; F= Fisher ; P=Probabilité.

DF= degré de liberté ;

2.1.6. Variabilité des morphotypes, diamètre et longueur des boutures sur le nombre de feuilles

La figure 8 montre la variabilité des morphotypes, diamètre et longueur des boutures sur le nombre de feuilles. En effet, le nombre de feuilles le plus important est observé sur les boutures de diamètre supérieur à 1 cm (DS1) au 30^e JAP (figure 8a) soit respectivement six contre deux pour celles de diamètre inférieur à 1 cm (DF1). En outre les boutures de longueur 20 cm ont révélé quatre feuilles contre trois pour celles de 15 cm (figure 8a). Concernant les morphotypes (figure 8a), le morphotype rouge (R) a donné six feuilles contre quatre pour intermédiaire et deux feuilles pour jaune au 30^e JAP. Pour l'interaction diamètre inférieur ou supérieur à 1 cm et morphotype (figure 8b), le rouge a donné les meilleures valeurs respectivement trois et huit feuilles au 30^e JAP. Quant à l'interaction longueur l=15 cm ou L= 20 cm et morphotype (figure 8c), la même tendance est notée au 30^e JAP pour le rouge avec cinq et sept feuilles respectivement. Au 45^e JAP, aucune feuille n'a survécu.

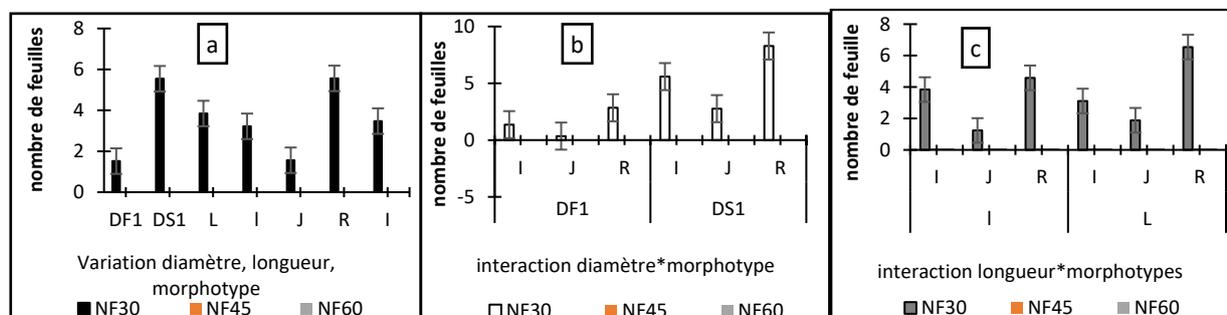


Figure 8 : Variation diamètre, longueur et morphotype (a), interaction diamètre*morphotypes (b), interaction longueur*morphotypes des boutures sur le nombre de feuilles(c). **Légende :** DF1= diamètre inférieur à 1 cm ; DS1= diamètre supérieur à 1 cm ; L=longueur 20cm ; I=length 15cm ; J= morphotype intermédiaire ; R= morphotype jaune ; I= morphotype rouge ; NF30= nombre de feuilles au 30^eJAP ; NF45= nombre de feuilles au 45^eJAP ; NF60= nombre de feuilles au 60^eJAP).

2.1.7. Analyse de variance pour le nombre de rejets des boutures

Le tableau 4 montre que les diamètres (P=0,000***), les morphotypes (P=0,000***), et l'interaction diamètre*longueur (P<0,0002***) ont un effet très hautement significatif sur le nombre de rejets des boutures au 30^e jour après plantation (JAP). Cependant, au 45e JAP, aucun rejet n'a été observé.

Tableau 4 : Analyse de variance pour le nombre de rejets des boutures.

Source	DF	Nombre de rejet 30 ^e JAP				Nombre de rejet 45 ^e JAP				Nombre de rejet 60 ^e JAP			
		SS	MS	F	P	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P
Rep	2	0,82	0,4			0	0			0	0		
Diam	1	316,7	316,7	169,3	0,000	0	0	M	M	0	0	M	M
Longueur	1	2,2	2,2	1,2	0,2797	0	0	M	M	0	0	M	M
Vari	2	56,3	28,1	15,04	0,000	0	0	M	M	0	0	M	M
Diam*Longueur	1	26,5	26,5	14,2	0,0002	0	0	M	M	0	0	M	M
Diam*Vari	2	6,5	3,3	1,7	0,1773	0	0	M	M	0	0	M	M
Longueur*Vari	2	6,7	3,4	1,8	0,1669	0	0	M	M	0	0	M	M
Error	347	648,9	1,9			0	0			0	0		
Total	358					0				0			

DF= degré de liberté ; SS=Somme carré ; MS=Moyenne carré ; F= Fisher ; P=Probabilité.

2.1.8. Variabilité des morphotypes, diamètre et longueur des boutures sur le nombre de rejet

La figure 9 montre la variabilité des morphotypes, diamètres et longueurs des boutures sur le nombre de rejets. En effet, le nombre de rejets le plus important est observé sur les boutures de diamètre supérieur à 1 cm (DS1) au 30^e JAP (figure 9a) soit respectivement deux contre un pour celles de diamètre inférieur à 1 cm (DF1). En outre les boutures de longueur 20 cm ont révélé deux rejets contre un pour celles de 15 cm (figure 9a). Concernant les morphotypes (figure 9a), le rouge (R) et intermédiaire (I) ont donné deux rejets contre un pour jaune au 30^e JAP. Pour l'interaction diamètre inférieur ou supérieur à 1cm et morphotype (figure 9b), le rouge a donné les meilleures valeurs respectivement un et trois rejets. Quant à l'interaction longueur l=15 cm ou L= 20 cm et morphotype (figure 9c), la même dynamique est observée pour le rouge avec deux rejets pour les deux longueurs. Au 45^e JAP, une dégénérescence de tous les rejets a été notée.

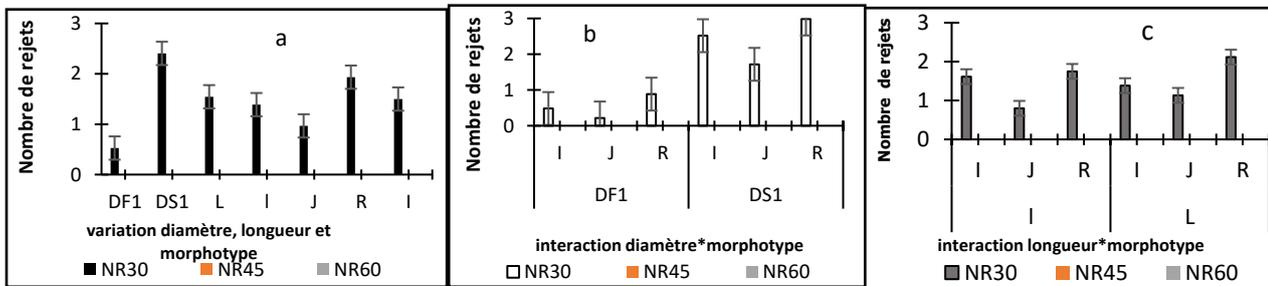


Figure 9 : Variation diamètre, longueur et morphotype (a), interaction diamètre*morphotypes (b), interaction longueur*morphotype (c) des boutures sur le nombre de rejets. **Légende :** DF1= diamètre inférieur à 1cm ; DS1= diamètre supérieur à 1 cm ; L=longueur 20 cm ; I=longueur 15 cm ; J= morphotype intermédiaire ; R= morphotype rouge ; NR30= nombre de rejets au 30^eJAP ; NR45= nombre de rejets au 45^eJAP ; NR60= nombre de rejets au 60^eJAP).

2.1.9. Analyse de variance sur la hauteur des boutures

Le tableau 5 montre que le diamètre des boutures (P=0,000***), la longueur (P=0,000***), (les morphotypes (P=0,003***), l'interaction diamètre-longueur (P<0,005***), diamètre-morphotype (P<0,001***) et longueur-morphotype (0,000***)) ont un effet très hautement significatif et similaire sur la hauteur des boutures au 30^e, 45^e et au 60^e jour après plantation (JAP).

Tableau 5 : Analyse de variance pour la hauteur des boutures.

Source	DF	Hauteur 30JAP				Hauteur 45 JAP				Hauteur 60JAP			
		SS	MS	F	P	SS	MS	F	P	SS	MS	F	P
Rep	2	0,3	0,1			0,3	0,1			0,3	0,1		
Diam	1	79,5	79,5	78,4	0,000	79,5	79,5	78,4	0,000	79,5	79,5	78,4	0,000
Longueur	1	1430,4	1430,4	1410,8	0,000	1430,4	1430,4	####	0,000	1430,4	1430,4	#####	0,000
Vari	2	11,7	5,9	5,8	0,003	11,7	5,9	5,8	0,003	11,7	5,9	5,8	0,003
Diam*Longueur	1	8,0	8,0	7,9	0,005	8,0	8,0	7,9	0,005	8,0	8,0	7,9	0,005
Diam*Vari	2	15,1	7,6	7,4	0,001	15,1	7,6	7,4	0,001	15,1	7,6	7,4	0,001
Longueur*Vari	2	31,7	15,9	15,7	0,000	31,7	15,9	15,7	0,000	31,7	15,9	15,7	0,000
Error	348	352,9	1,0			352,9	1,0			352,9	1,0		
Total	359	1929,6				1929,6				1929,6			

Légende : DF= degré de liberté ; SS=Somme carré ; MS=Moyenne carré ; F= Fisher ; P=Probabilité.

2.1.10. Variabilité des morphotypes, diamètre et longueur des boutures sur la hauteur

La figure 10 montre la variabilité des morphotypes, diamètres et longueurs sur la hauteur des boutures. En effet, la hauteur la plus importante est notée sur les boutures de diamètre inférieur à 1cm (DF1) au 30^eJAP (figure 10a) soit 12,5 cm contre 11,5 cm pour celles de diamètre supérieur à 1 cm (DS1). En outre, les boutures de longueur 20 cm ont révélé 14 cm de hauteur au 30^eJAP par rapport à celles de 15 cm ayant 10 cm (figure 10a). Pour les morphotypes (figure 10a), une hauteur moyenne similaire de 12 cm est enregistrée au 30^eJAP pour le rouge, jaune et intermédiaire. Pour l'interaction diamètre inférieur à 1 cm et morphotype (figure 10b), le rouge a donné la meilleure valeur soit 12,6 cm. Quant à l'interaction longueur (L= 20 cm) et morphotype (figure 10c), intermédiaire a présenté la plus importante hauteur soit 14,7 cm. A partir du 45^e JAP, aucune hauteur n'a été relevée due au dessèchement des boutures.

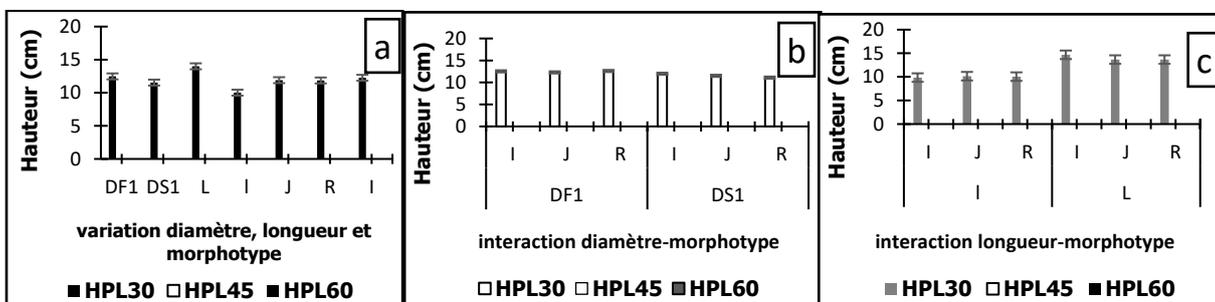


Figure10 : Variation diamètre, longueur et morphotype (a), interaction diamètre-morphotypes (b), interaction longueur-morphotype (c) des boutures sur la hauteur. **Légende :** DF1= diamètre inférieur à 1 cm ; DS1= diamètre supérieur à 1 cm ; L= longueur 20 cm ; I= longueur 15 cm ; J= morphotype intermédiaire ; R= morphotype rouge ; HPL30= hauteur des boutures au 30^eJAP ; HPL45= hauteur des boutures au 45^eJAP ; HPL60= hauteur des boutures au 60^eJAP).

3. DISCUSSION

3.1. Influence du diamètre des boutures sur les paramètres mesurés

Le taux de reprise, le nombre de bourgeons, feuilles, et rejets les plus importants ont été observés sur les boutures de diamètre supérieur à 1 cm (DS1) soit respectivement 78,3 % et 83,3 % contre 33,3 % et 38,3 % pour celles de diamètre inférieur à 1 cm (DF1) au 15^e et au 30^e JAP puis quatre contre un bourgeons, six contre deux feuilles, deux contre un rejet au 30^e JAP. Cependant pour la hauteur, la plus importante est notée sur les boutures de diamètre inférieur à 1cm (DF1) au 30^eJAP soit 12,5 cm contre 11,5 cm pour celles de diamètre supérieur à 1 cm (DS1). Cela signifie que les boutures de diamètre élevé sont plus aptes à la reprise et à la production des organes de croissance sauf la hauteur dont la différence pourrait être liée à l'éclairage par rapport à la position des boutures. La déstructuration et la mort des cellules notées au 45^e JAP seraient liées à la perturbation du métabolisme cellulaire associées à la déshydratation et aux dommages mécaniques ou à une pourriture ou l'absence de racine. Ces résultats trouveraient leur explication sur les propos de Sbay et Lamhamedi (2015) [9] selon qui « le succès du bouturage est conditionné par la position et la hauteur de prélèvement des boutures sur l'arbre ». Pour l'auteur, plus le rameau prélevé sur l'arbre est proche du système racinaire, plus la rhizogénèse sera facile.

3.2. Influence de la longueur des boutures sur les paramètres mesurés

Les boutures de longueur 15cm ont révélé les meilleurs taux de reprise au soit 58,3 % et 67,2 % contre celles de longueur de 20 cm ayant 53,3 % et 54,4 % au 15^e et 30^eJAP. Cela signifie les boutures d'anacardier de taille courte ont un mécanisme de survie plus prononcée que celle de taille longue. Cependant, les boutures de longueur 20 cm ont révélé le nombre de feuille, rejet et la hauteur les plus importants soit quatre feuilles contre trois pour celles de 15 cm, deux contre un rejet puis 14 cm de hauteur contre 10cm au 30^eJAP tandis que le même nombre de bourgeons est similaire pour les deux longueurs de boutures étudiés soit deux au 30^e JAP. Cela veut dire que les boutures de taille longue sont plus adéquates à la production et à la croissance des inflorescences. La nécrose des boutures notée au 45^e JAP pourrait être liée aussi à des raisons d'ordre anatomique. L'essai de bouturage de *A. occidentale* L. montre qu'aucune bouture quel que soit la longueur n'a développé des racines. Beaucoup de boutures ont développé des bourgeons feuillés, mais sans un système racinaire et ont fini par dépérir au fil du temps lorsque les réserves sont épuisées. Des résultats similaires ont été obtenus sur des boutures caulinaires de *G. senegalensis* au Burkina Faso [10].

3.3. Influence des morphotypes sur les paramètres mesurés

Le morphotype rouge (R) a donné le taux de reprise, le nombre de bourgeons, feuilles et rejets les plus importants soit 69,2 % et 74,2 % par rapport au jaune (J) ayant 54,2% et 53,3% puis intermédiaire (I) avec 44,2 % et 55 % au 15^e et 30^e JAP. Ces résultats sont plutôt proches à ceux de Laribi *et al.*, (2012) [11] dont la multiplication par bouturage de l'écotype Tunisien d'Eglantier (*Rosa canina* L.) a donné un taux de survie de (61,7 %) pour les boutures ligneuses et plus de (80 %) pour les boutures semis ligneuses. En effet, le rouge a donné trois bourgeons contre deux pour jaune et intermédiaire puis six feuilles contre quatre pour intermédiaire et deux feuilles pour jaune, deux rejets contre un pour jaune et intermédiaire au 30^eJAP. Ces résultats révèlent que les boutures du morphotype rouge présentent une adaptabilité beaucoup plus importante et une réactivité plus élevée que les deux autres. Cependant, la hauteur enregistrée au 30^e JAP est similaire pour les trois morphotypes soit 12 cm. Une dégénérescence de tous les bourgeons, feuilles et rejets a été notée au 45^e JAP. Cette situation pourrait s'expliquer par la déshydratation et le dessèchement des boutures dû aux conditions du milieu notamment la température, l'humidité relative, le vent et la période de l'essai (octobre-novembre) caractérisée par une transpiration excessive. Selon Uemura (1999) [12], toutes les membranes cellulaires et principalement la membrane plasmique des végétaux sont sensibles à la dessiccation.

3.4. Interaction entre les facteurs étudiés

Pour l'interaction diamètre inférieur ou supérieur à 1cm et morphotype, le rouge a montré le meilleur taux de reprise au 15^e et au 30^e JAP avec respectivement 48,3 % et 56,7 % ; 90 % et 91,7 %. S'agissant de l'interaction longueur = 15 cm ou 20 cm et morphotype, la même dynamique de dominance est observée avec le rouge pour le taux de reprise soit 70 % et 80 % au 15^e JAP ; 68,3 % et 68,3 % au 30^eJAP. Trois bourgeons sont enregistrés pour les boutures de 20 cm au 15^e JAP et respectivement cinq et sept feuilles pour les boutures de longueurs 15 cm et 20 cm dont le nombre de rejets est similaire et est égale à deux. Pour l'interaction diamètre supérieur à 1 cm et morphotype au 30^e JAP, le rouge a donné quatre bourgeons contre trois pour le morphotype intermédiaire. Cependant, pour l'interaction diamètre inférieur à 1cm et morphotype, le rouge a révélé aussi la meilleure hauteur soit 12,6 cm. Cette situation de dominance du rouge pourrait être attribuée à des caractéristiques physiologiques ou génétiques inhérentes au morphotype.

4. CONCLUSION

Le bouturage des arbres forestiers constitue une arme particulièrement puissante et un outil précieux pour le renouvellement du matériel adulte. Sa mise en application demande des précautions et nécessite encore des études approfondies en physiologie et la connaissance du seuil de juvénilité. L'enracinement des boutures est un processus complexe intimement lié à l'interaction de plusieurs facteurs, notamment la qualité morpho-physiologique de la bouture

(génotype, concentration en azote, contenu en eau), le substrat d'enracinement et sa teneur en eau, les propriétés physico-chimiques du substrat (pH, environnement gazeux, drainage), l'humidité relative, la température de l'air, le déficit de pression de vapeur, et l'intensité de la lumière. Il ressort de cette étude que les boutures de *A. occidentale* se comportent différemment suivant la longueur, le diamètre et surtout les morphotypes. En effet, dans le cas de cette étude les boutures de diamètre supérieur à 1 cm (DS1), ont présenté le taux de reprise au 15^e et au 30^e JAP de même que le nombre de bourgeons, feuilles, et rejets au 30^e JAP les plus élevés soit respectivement 78,3 % et 83,3 %, quatre bourgeons, six feuilles et deux rejets. Par ailleurs, les boutures de longueur 15 cm ont révélé également les meilleurs taux de reprise au 15^e et au 30^e JAP soit 58,3 % et 67,2 % alors que celles de longueur 20 cm ont montré la production d'inflorescence la plus importante. S'agissant des morphotypes, le rouge (R) arrive en tête pour le taux de reprise (69,2 % et 74,2 %) au 15^e et 30^e JAP, pour le nombre de bourgeons (3), le nombre feuilles (6) et le nombre de rejets (2) au 30^e JAP. Il serait souhaitable de :

-Reconduire l'essai en plaçant les boutures sous des conditions environnementales particulières (en station avec température et humidité relative contrôlés) ;

-Varier la période des essais de bouturage (décembre-janvier ; juin-juillet) ;

-Etudier en amont les caractéristiques physico-chimiques du substrat pour la plantation des boutures ;

-Etudier l'effet des hormones sur le développement des boutures ;

-Diagnostiquer les causes éventuelles pathogéniques de la mortalité des plants.

Remerciements : Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Directeur du centre national de recherches forestières (CNRF) pour avoir bien voulu accepter l'installation de l'essai au sein du centre et travers lui, toute l'équipe technique pour leur disponibilité et les services rendus. Ils remercient aussi le Directeur de l'institut supérieur de formation agricole et Rural (ISFAR) pour son soutien moral, le Staff administratif dudit institut qui a bien voulu faciliter les déplacements, l'équipe technique du centre national de recherches agronomiques de Bambey (CNRA) ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

5. REFERENCES

- Bationo, B. A., Kalinganiré, A., & Bayala, J., 2012. Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi arides de l'Afrique de l'Ouest : Aperçu de quelques systèmes candidats. ICRAF Technical Manual, World Agroforestry Centre, (17), 32 p.
- Ouedraogo, J., Ouedraogo, E., & Nacro, H. B., 2014. Effet de l'interaction entre des modes de gestion de fertilité et la macrofaune sur la productivité du niébé et du sorgho en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (1), 104- 114.
- Diack, M., 1998. *Piliostigma reticulatum* dans un parc à *Cordyla pinnata* : Effet sur la régénération des sols dégradés au Sénégal (Mémoire de Titularisation). Institut Sénégalaise de Recherche Agricoles (ISRA), Centre de Recherche Agricole de Kaolack, Sénégal.
- Yélémo, B., Ouedraogo, L. W., & Yaméogo, G. 2018. Effets des semis directs de *Piliostigma reticulatum* sur la régénération de la végétation sur terre dégradée en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 128, 12964- 12972.
- Malou G., 2014. Caractérisation et germination des semences de quatre variétés de *Anacardium occidentale* L. : Bénin jaune, Costa Rica, Henry et James. Mémoire de Master 53p.
- Gaye A., Danthu P., 1993. Evaluation préliminaire d'un essai de descendances de *Anacardium occidentale*. Projet Anacardier Sénégal-Allemand (PASA), 9 p.
- Francllet A. 1981. Rajeunissement et micropropagation des ligneux. Dans : Colloque international sur la nature *in vitro* des essences forestières IUFRO, *Annales Afocel* : Pp. 55-65.
- Palma B., Vogt G.F. et Neville P., 1997. La microgreffe, une solution pour la multiplication *in vitro* de l'Acacia Senegal (L.). *Wild. Ann. Sci. For.* 54.203.210
- Sbay, H., & Lamhamedi, M. S., 2015. Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières : Technique de valorisation et de conservation des espèces à usages multiples face aux changements climatiques en Afrique du Nord. Royaume du Maroc, Haut-Commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification, *Centre de recherche forestière*, 124 pages.
- Bationo, B. A., 1994. Étude des potentialités agroforestières, de la multiplication et des usages de *Guiera senegalensis*. (Mémoire de fin d'études). Université de Ouagadougou/Institut du Développement rural (IDR), Ouagadougou, 66 pages.
- Laribi B., Touil R., Kouki K., Bettaieb T., 2012. Multiplication par bouturage d'Eglantier (*Rosa canina* L.). Institut National Agronomique de Tunisie, 43, Avenue Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie., p55-59.
- Uemura M, Steponkus P.L, Cold acclimation in plants: relationship between the lipid composition and the cryostability of the plasma membrane, *J.Plant Res.* 1999. vol 112, p 245-254.



How to cite this article: Khady NDOUR, Elhadji FAYE, Mor THIAM, et Mamoudou Abdoul TOURE. REPONSE EX-SITU AU BOUTURAGE POUR LA REGENERATION DE TROIS MORPHOTYPES ADULTES DE *ANACARDIUM OCCIDENTALE* L. DANS LE BASSIN ARACHIDIER AU SENEGAL. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2024;18(1):31-40. DOI : 10.5281/zenodo.10456111

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>