

Université Assane Seck de Ziguinchor



UFR des Sciences et Technologies

Département d'Agroforesterie

**Mémoire de Licence Professionnelle Agroressources Végétales et
Entreprenariat**

Thème:

**Germination et croissance de *Acacia mellifera* (Vahl) Benth.
sur terreaux de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev, de *Elaeis
guineensis* Jacq. et de *Anacardium occidentale* L.**

Présenté par

Benjamin MANE

Sous la direction de **Dr Antoine SAMBOU** et de **Dr Ousmane NDIAYE**

Enseignants-chercheurs à l'Université Assane SECK de Ziguinchor (UASZ)

Année Universitaire 2019-2020

DEDICACES

Par la grâce de DIEU,

« Et quoi que vous fassiez, en parole ou en œuvre, faites tout au nom du Seigneur Jésus, en rendant par lui des actions de grâces à Dieu le Père ». Colossiens 3 : 17

A mon regretté père, Bouli MANE

A mon regretté grand père, Etienne DIASSY

A ma regrettée grande mère, Thérèse Banna DIEDHIOU Que la terre leur soit légère !

A mes vaillantes et très affectueuses mamans, Madeleine Bintou SAMBOU et Natalie Bory DIASSY

A mes oncles, M. Michel Malang DIATTA et Dr. Nfansou Victor DIATTA

A mes sœurs, Thérèse Banna, Paulina, Seynabou et Elie

Au Directeur de COUNTRY FARM de Djibonker M. Tété Abel SAGNA

A toute la famille DIEDHIOU de Kénia/Ziguinchor et à Mme Aïssatou SONKO pour leur hospitalité sans faille dont j'ai bénéficié durant ces années

Je dédie ce présent mémoire à mes chers parents pour tous les efforts constants et quotidiens qu'ils ont eu à déployer pour m'assurer l'éducation du préscolaire à l'enseignement supérieur.

Je vous souhaite mes meilleurs vœux.

Je ne saurais terminer sans penser à mes amis, frères et sœurs pour leurs soutiens et leur confiance. Je vous en serai reconnaissant.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce document a nécessité le concours de personnes que nous remercions.

Je témoigne toute ma gratitude au **Dr. Ousmane NDIAYE** chef de Département et au **Dr. Antoine SAMBOU**, Enseignants-chercheurs au Département d'Agroforesterie de l'Université Assane SECK de Ziguinchor pour l'encadrement. Vos conseils et orientations au début de ce travail nous ont été d'un grand secours.

Toute notre reconnaissance va à l'endroit du Pr. Daouda NGOM actuellement à l'UCAD, au Pr. Mohamed Mahamoud CHARAHABIL et à tous les autres enseignants-chercheurs et vacataires en l'honneur de Dr. Djibril SARR, Dr. Ismaïla COLY, Pr Ngor NDOUR, Pr. Siré DIEDHIOU, Dr. Aly DIALLO, Dr. Boubacar CAMARA, Dr. Joseph Saturnin DIEME, Pr. feu Djibril SANE, Dr. Maurice DASYLVA, Dr. Arfang Ousmane Kémo GOUDIABY, Dr. Pape Ibrahima DJIGHALY, Dr. Mamadou Abdoul Ader DIEDHIOU, Dr. Baboucar BAMBA et Dr.

Seydou NDIAYE pour la qualité de la formation.

C'est un honneur et une joie pour moi d'être évalué par ce jury que je saurais remercier suffisamment.

J'exprime mes sincères remerciements aux Doctorants Yaya DIATTA, Landing NDIAYE, Mamadou SOW et surtout Pierre Claver DIEDHIOU pour la disponibilité, le sens du partage et les efforts constants dans l'encadrement.

Une reconnaissance particulière est vouée à nos condisciples de la Licence Professionnelle Agro-ressource Végétale et Entreprenariat. Grande a été ma joie de partager avec vous ces années universitaires. Puisse le Seigneur guider nos pas vers des lendemains meilleurs.

A tous ceux qui ont contribué à la réalisation et l'évaluation de ce document je formule mes sincères et profonds remerciements.



Table des matières	
DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTES DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS	vii
RESUME	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION	1
Chapitre 1 : GENERALITES SUR <i>Acacia mellifera</i>	2
1.1. Origine et Historique	2
1.2. Taxonomie	2
1.3. Caractéristiques botaniques de l'espèce	3
1.3.1. Fruit et graine	3
1.3.2. Système racinaire	3
1.3.3. Tige	4
1.3.4. Feuillage et floraison	4
1.4. Répartition géographique et écologie de l'espèce	4
1.5. Utilisations de l'espèce	5
1.6. Généralités sur le développement de l'espèce dans ses substrats	6
1.6.1. La germination	6
1.6.2. Croissance	7
1.6.3. Floraison	7
1.6.4. Pollinisation	7
1.6.5. L'intérêt du terreau (substrat) ou la litière forestière sur la croissance des plants	

ii	7
1.6.6. L'impact des associations symbiotiques sur les acacias	8
1.6.7. Importance de <i>Acacia mellifera</i> dans l'environnement	9
Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES	11
2.1. Présentation du site	11
2.2. Matériel végétal	11
2.3. Dispositif expérimental	12
2.4. Conduite de l'essai	14
2.4.1. Préparation du substrat	14
2.4.2. Traitements pré-germinatifs (prétraitements) des semences	15
2.4.3. Modalités de réalisation du semis	15
2.4.4. Evaluation du taux de germination	16
2.5. Evaluation des paramètres de croissance	16
2.5.1. Nombre de feuilles	16
2.5.2. Diamètre au collet	17
2.5.3. Hauteur des plants	17
2.6. Evaluation de la biomasse	17
2.6.1. Echantillonnage	17
2.6.2. Biomasses	17
2.6.3. Analyse des données de biomasse	18
2.7. Traitement et analyse de données	18
Chapitre 3 : RESULTATS ET DISCUSSION	20
3.1. Résultats	20
3.1.1. Taux de germination	20
3.1.1.1. Taux de germination en fonction des prétraitements	20

.1.1.2. Taux de germination en fonction des substrats	20
3.1.1.3. Taux de germination en fonction des traitements	21
3.1.2. Evaluation des paramètres de croissance	22
13.1.2.1. Nombre de feuilles	22
3.1.2.2. Diamètre au collet	23
3.1.2.3. Hauteur moyenne des plants de <i>A. mellifera</i>	25
3.1.3. Biomasses	26
3.1.3.1. Fraction des biomasses fraîches	26
3.1.3.2. Biomasses sèches des plants	27
3.1.3.3. Fraction des biomasses sèches	28
3.1.4. Teneur relative en eau (TRE)	29
3.1.4.1. Teneur relative en eau (TRE) des plants	29
3.1.4.2. Fraction des teneurs relatives en eau (TRE)	30
3.1.5. Corrélation entre les variables évaluées et les différents traitements	31
3.2. Discussion	33
3.2.1. Taux de germination	33
3.2.1.1. Taux de germination en fonction des prétraitements	33
3.2.1.2. Taux de germination en fonction des substrats	33
3.2.1.3. Taux de germination en fonction des traitements	34
3.2.2. Les paramètres de croissance	35
3.2.2.1. Nombre de feuilles	35
3.2.2.2. Diamètre au collet	35
3.2.2.3. Hauteur des plants	35
3.2.3. Les biomasses	36
3.2.4. Teneur relative en eau (TRE)	37
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	39

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 40

LISTE DES FIGURES

Figure 1: les graines de *Acacia mellifera*.....3

Figure 2 : Aire de répartition de *Acacia mellifera* en Afrique (Giffard, 1974).....5

Figure 3: La germination de *A. mellifera* (Crédit photo de BADIANE, 2019).....6

Figure 4: Carte de localisation du site 11

Figure 5: Schéma du dispositif expérimental en blocs complet 13

Figure 6: Pépinière de *A. mellifera* (Crédit photo MANE, 2019) 14

Figure 7: Travail des terreaux (Crédit photo CISSE, 2019) 15

Figure 8: Graines de *A. mellifera* et l'acide sulfurique de concentration 28° (Crédit photo MANE, 2019) 15

Figure 9: Les feuilles de *Acacia mellifera* (photo de DIEDHIOU, 2019) 17

Figure 10: L'étuve (Crédit photo MANE, 2019) 18

Figure 11: Taux de germination de *A. mellifera* en fonction des prétraitements 20

Figure 12: Taux de germination de *A. mellifera* en fonction des substrats 21

Figure 13: Nombre de feuilles moyen des plants de *A. mellifera* en fonction des traitements 23

Figure 14: Diamètre au collet des plants de *A. mellifera* en fonction des traitements 24

Figure 15: Hauteur moyenne des plants de *A. mellifera* en fonction des traitements 26

Figure 16: Biomasses sèches des plants en fonction des traitements 28

Figure 17: Teneur relative en eau (TRE) des plants en fonction des traitements 30

Figure 18: Répartition des traitements en fonction des variables évaluées 32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les dates de mesures des paramètres de croissance 16

Tableau 2: Taux de germination de *A. mellifera* en fonction des traitements 22

Tableau 3: Nombre de feuilles des plants de *A. mellifera* en fonction du prétraitement et du substrat 22

Tableau 4: Diamètre au collet des plants de *A. mellifera* en fonction des prétraitements et des substrats



Tableau 5: Hauteur des plants de <i>A. mellifera</i> en fonction du prétraitement et du substrat ...	25
Tableau 6: Fraction des biomasses fraîches en fonction des traitements	27

Tableau 7: Fraction des biomasses sèches en fonction des traitements	29
Tableau 8: Fraction des teneurs relatives en eau (TRE) en fonction des traitements	31
Tableau 9: Matrice de corrélation entre les variables étudiées	32

LISTES DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

AM: *Acacia mellifera* (Vahl) Benth.

An: Anacardier (*Anacardier occidentale* L.)

ANOVA: Analysis of Variance (Analyse de la variance)

As: Acide sulfurique

AsAn : Acide sulfurique substrat d'Anacardier (*Anacardier occidentale* L.)

AsKad : Acide sulfurique substrat de Kad (*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev)

AsPa : Acide sulfurique substrat de Palmier (*Elaeis guineensis* Jacq.)

B: Bloc

BF: Biomasse Fraiche

BFF : Biomasse Fraiche des Feuilles

BFR : Biomasse Fraiche Racinaire

BFT : Biomasse Fraiche Totale

BFTB : Biomasse Fraiche de la Tige et des Branches

BS : Biomasse Sèche

BSF : Biomasse Sèche des Feuilles

BSR : Biomasse Sèche des Racines

BST : Biomasse Sèche Totale

BSTB : Biomasse Sèche de la Tige et des Branches

D : Diamètre

Eb : Eau bouillante

EbAn : Eau bouillante substrat d'Anacardier (*Anacardier occidentale* L.)

EbKad : Eau bouillante substrat de Kad (*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev)

EbPa : Eau bouillante substrat de Palmier (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Et : Eau tiède

EtAn : Eau tiède substrat d'Anacardier (*Anacardier occidentale* L.)

EtKad : Eau tiède substrat de Kad (*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev)

EtPa : Eau tiède substrat de Palmier (*Elaeis guineensis* Jacq.)

G: Gaine

H : Hauteur

JAS : Jour Après Semis

Kad: *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev

M : Mesure

MF : Matière Fraiche

NF : Nombre de Feuilles

P: Position

Pa: Palmier (*Elaeis guineensis* Jacq.)

PADEC : Programme d'Appui au Développement Economique de la Casamance

PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux

Pr : probabilité

PRONASEF : Programme National de Semences Forestières

TE : Teneur en Eau

TEF : Teneur en Eau des Feuilles

TER : Teneur en Eau des Racines

TET : Teneur en Eau Totale

TETB : Teneur en Eau des Tiges et Branches

TG : Taux de Germination

TRE : Teneur Relative en Eau

TREF : Teneur Relative en Eau des Feuilles

TREER : Teneur Relative en Eau des Racines

TRET : Teneur Relative en Eau Totale

TRETB : Teneur Relative en Eau des Tiges et Branches

UASZ : Université Assane Seck de Ziguinchor



RESUME

Acacia mellifera (Vahl) Benth est une espèce forestière qui joue un rôle important dans les dispositifs et technologies agroforestiers et la protection des exploitations familiales pour les populations de la Casamance. Malgré l'importance de *A. mellifera*, les techniques de l'amélioration végétale de l'espèce sont mal connues. Cette étude a pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance de la germination et de la croissance de *Acacia mellifera* en conditions de pépinières sur les substrats issus de terreau de **Kad** (*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev), de **Anacardier** (*Anacardium occidentale* L.) et de **Palmier** (*Elaeis guineensis* Jacq.). Les substrats ont été préparés suivant les proportions (1/3 sable + 2/3 terreau). Les semences ont été prétraitées à l'eau tiède (Et) et bouillante (Eb) et l'acide sulfurique (As). Pour se faire, un dispositif expérimental en bloc complet randomisé avec neuf traitements et quatre répétitions a été installé. Les paramètres comme le taux germination, les paramètres de croissance (le nombre de feuilles, la hauteur et le diamètre des plants), la biomasse (fraîche et sèche) des plants et les teneurs relatives en eau (TRE) des différentes parties des plants (aérienne et racinaire) ont été évalués. Le taux de germination global de *A. mellifera* était de 65,555 % pour les prétraitements. Cette germination est influencée significativement ($p=0.042$) par les prétraitements. Le taux de germination du prétraitement à l'eau tiède est significativement plus important comparativement aux prétraitements à l'acide sulfurique et à l'eau chaude. Le type de substrat a également un effet significatif ($p=0.035$) sur la germination de *A. mellifera*. Le substrat de Kad a favorisé significativement plus de germination (76.66%) que palmier (60.83%) et anacardier (59.16%). Le substrat issu du « Kad » offre aux plants de *A. mellifera* une croissance plus importante que celle obtenue avec les substrats à base de terreau d'anacardier et de palmier. Quant, au diamètre au collet, à la hauteur moyenne des plants, au nombre de feuilles et aux biomasses fraîches et sèches aérienne, les meilleurs résultats ont été notés chez les plants du traitement EtKad comparativement aux autres traitements ($p<0,05$). Par contre la biomasse sèche racinaire des plants n'est pas significativement différente quel que soit le traitement ($p=0,605$). Les différents prétraitements et substrats ont influencé significativement la germination et la performance de *A. mellifera* en pépinière.

MOTS CLES

Acacia mellifera, germination, croissance, substrats.

ABSTRACT

Acacia mellifera (Vahl) Benth is a forest species that plays an important role in agroforestry devices and technologies and the protection of family farms for the people of Casamance. Despite the importance of *A. mellifera*, the techniques of plant improvement of the species are poorly known. The aim of this study is to contribute to a better knowledge of the germination and growth of *Acacia mellifera* in nursery conditions on substrates derived from Kad soil (*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev), Anacardier (*Western Anacardium L.*) and Palmier (*Elaeis guineensis Jacq.*). The substrates were prepared according to the proportions (1/3 sand - 2/3 soil). The seeds were pre-treated with lukewarm water (And) and boiling (Eb) and sulphuric acid (As). To do this, a randomized full-block experimental device with nine treatments and four repeats was installed. Parameters such as germination rate, growth parameters (leaf number, plant height and diameter), plant biomass (fresh and dry) and relative water content (TRE) of different parts of the plants (air and root) were assessed. The overall germination rate of *A. mellifera* was 65.555% for pre-treatment. This germination is significantly influenced by pre-treatments. The germination rate of pre-treatment with lukewarm water is significantly higher compared to pre-treatment with sulphuric acid and hot water. The substrate type also has a significant effect ($p=0.035$) on the germination of *A. mellifera*. Kad substrate promoted significantly more germination (76.66%) palm tree (60.83%) cashew tree (59.16%). The "Kad" substrate provides *A. mellifera* plants with greater growth than that obtained with bedrock and palm trees. As for the diameter of the collar, the average height of the plants, the number of leaves and the fresh and dry aerial biomass, the best results were noted in the EtKad treatment plants compared to the other treatments ($p<0.05$). On the other hand, the root dry biomass of the plants is not significantly different regardless of the treatment ($p=0.605$). Different pretreatments and substrates significantly influenced the germination and performance of *A. mellifera* in the nursery.

KEYWORDS

Acacia mellifera, germination, growth, substrates

INTRODUCTION

Depuis la fin des années 1960, la région sahélienne était affectée par une répétition de déficits pluviométriques, avec des précipitations sensiblement en dessous des normales des 30 dernières années (Lebel et *al.*, 2003). Ces déficits affectent les populations pauvres fortement dépendantes de l'agriculture. Ainsi la végétation ligneuse de ces zones a subi une surexploitation avec le bois qui représente jusqu'à 90 % des sources d'énergies totales utilisées (Hall et *al.*, 1993). D'autres problèmes chroniques comme le surpâturage (Gallais, 1975) et les changements d'utilisation des sols ont affecté ces régions sahéliennes (Charney, 1975 ; Foley et *al.*, 2003). Cette péjoration climatique exacerbe les phénomènes de désertification avec la pression grandissante de l'homme et des animaux sur ces écosystèmes fragiles et instables (Le Houérou, 1995). Ainsi au Sénégal les acacias constituent des espèces propices au reboisement qui améliorent la diversité interspécifique stimulatrice de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (Konaté, 2010). Le reboisement de paysages dégradés a des effets positifs sur le sol et permet la régénération de communautés ligneuses pérennes (Jones et *al.*, 2004). Il permet de rétablir l'équilibre entre les différentes composantes de l'écosystème et de réduire l'effet de serre par la séquestration de carbone dans le bois (Harper et *al.*, 2007) et dans le sol (Houghton, 1990). Il augmente la biodiversité et restaure les services rendus par les écosystèmes (USAID et CILSS, 2002). Le reboisement est l'un des meilleurs moyens pour contrecarrer les effets négatifs de la dégradation des paysages (Wishnie et *al.*, 2007). Ainsi cette étude a pour objectif général de contribuer à une meilleure connaissance de la germination et de la croissance de *Acacia mellifera* en conditions de pépinières sur les substrats issus de terreau de **Kad** (*Faidherbia albida*), de **Anacardier** (*Anacardium occidentale*) et de **Palmier** (*Elaeis guineensis*) (1/3 sable + 2/3 terreau). Il s'agit spécifiquement d'évaluer l'effet du type de prétraitement et du substrat en conditions pépinières sur la germination et la croissance de *Acacia mellifera*. Des généralités sur *Acacia mellifera* ont été abordées dans le chapitre 1. Le matériel et les méthodes utilisés ont été présentés dans le chapitre 2. Enfin, le chapitre 3 présente les résultats et discussion.

Chapitre 1 : GENERALITES SUR *Acacia mellifera*

1.1. Origine et Historique

L'aire naturelle des acacias s'étend sur tous les continents sauf l'Europe et l'Antarctique (FAO, 1981). Les 1350 espèces d'*Acacia* dans le monde (y compris le genre mono spécifique

Faidherbia) (Maslin et al., 2003) se répartissent comme suit : 144 en Afrique, 89 en Asie, 185 en Amérique, et 993 en Australie et dans les régions du Pacifique (Konate, 2010). Il y a 2500 ans, le climat du Sahara auparavant froid, s'est réchauffé. La mousson tropicale est remontée vers le nord, et les *Acacia* et autres espèces tropicales l'ont envahi (Quezel et Santa, 1963). Il se forma dans cette immense savane, une chaîne de grandes forêts pures d'*Acacia* reliant les hauts plateaux algériens et leurs steppes à formation de Pistachier et de Jujubier aux régions soudanaises. Il en subsiste de nombreux témoins au Maroc et en Tunisie, se reliant aux formations du Sénégal par un chapelet de stations distinctes et fragmentées les unes des autres (Noumi, 2010). De plus, les espèces des zones tropicales arides dont *A. ampliceps*, *A. maconochieana* et *A. stenophylla* tolèrent des sols très alcalins, salins et s'adaptent bien même aux sols acides riches en humus comme ceux du Pakistan (Marcar et al., 1991). Elles ont été utilisées par les autochtones australiens comme une source de nourriture, d'outils et d'armes ainsi qu'en médecine traditionnelle (Benbrahim, et al., 2014). Sur les 1250 espèces d'acacias dénombrées, 134 sont originaires d'Afrique ; ainsi, les écosystèmes semi-arides de l'Afrique tropicale sont constitués, par des broussailles épineuses et des savanes où les espèces d'acacia sont dominantes (Wickens et al., 1996). La liste des acacias africains comprend entre autres : *Acacia senegal*, *Acacia laeta*, *Acacia mellifera* etc.

1.2. Taxonomie

Le genre *Acacia* (APG1) relève de la famille des Fabaceae ou Légumineae, sous-famille des Mimosoideae. Il semble avoir d'abord été diversifié dans les régions tropicales qui représentent les restes actuels du Gondwana occidental (Guinet et Vassal, 1978). La classification des espèces actuelles se heurte au caractère continu de la variation des caractères au sein de ce genre. On distingue néanmoins trois sous-genres présentant plusieurs sections (Guinet et Vassal, 1978). Règne : Plante ; Embranchement : Spermatophytes ; Sous-embranchement : Angiospermes ; Classe : Dicotylédones ; Sous classe : Résidées ; Ordre : Rosales ; Famille : Fabaceae ; Sous famille : Mimosaceae ; Genre : *Acacia* ; Espèce : *mellifera* (Vahl) Benth (Noumi, 2010).

1.3. Caractéristiques botaniques de l'espèce

Acacia mellifera est une plante ligneuse essentiellement épineuse, relevant du genre *Acacia*, de la famille des Mimosoideae et de la super famille des légumineae. Le genre *Acacia* regroupe des plantes principalement tropicales et subtropicales. En Afrique de l'Ouest, on en compte environ vingt-cinq espèces se présentant sous forme d'arbres, d'arbustes, arbrisseaux et lianes. Elles forment une proportion importante de la végétation des régions soudano sahéliennes. Des rapports étroits existent entre les peuplements d'Acacias et les populations locales. L'aspect

extérieur est totalement différent de celui des deux autres (*Acacia laeta* et *Acacia senegal*). Le tronc se ramifie en plusieurs branches dès le sol et *Acacia mellifera* a un port buissonnant. L'écorce, de couleur brune, demeure lisse même chez les sujets adultes. Les fleurs, semblables à celles de *Acacia senegal* et *Acacia laeta*, sont plus odoriférantes. Les gousses, moins allongées, apparaissent toujours en abondance. Enfin les feuilles n'ont que 2 paires de pinnules avec, chacune, une paire de foliolules. Il est possible que des croisements s'effectuent spontanément entre les trois (3) gommiers. Pour les forestiers britanniques travaillant au soudan, *Acacia laeta* serait un hybride des *Acacia senegal* et *Acacia mellifera*, sa formule chromosomique étant intermédiaire entre les deux autres (Giffard, 1974).

1.3.1. Fruit et graine

Le fruit est une gousse déhiscente contenant 2-3 graines. Il est papyracé et réticulé, de couleur paille, plats, allongés, 2- 5 cm de long, 18-23 mm de large avec pointe pointue. Les graines sont à revêtement dur. Le formulaire est circulaire à lenticulaire, 7-9 mm de long, 5-6 mm de large, comprimé, 1,5-1,8 mm d'épaisseur. Brun-vert olive clair, lisse (Benbrahim et *al.*, 2014).



Figure 1: les graines de *Acacia mellifera*.

1.3.2. Système racinaire

La plante a un système racinaire peu profond et agressif, limitant son utilisation dans les fermes avec des cultures. Elle a un système racinaire latéral qui favorise un meilleur maintien de la cohésion des particules sableuses (Benbrahim et *al.*, 2014). Les racines pénètrent rarement plus de 1 m (Orwa et *al.*, 2009).

1.3.3. Tige

Acacia mellifera forme un petit arbre dense à la cime arrondie, pouvant être formée sur tige ou en touffe (ramifiée dès la base). Magnifique en isolé, en groupe ou dans les haies libres, il

convient aux grands comme aux petits jardins. Facile à réussir, elle pousse rapidement. Elle poussera dans tout type de sol filtrant, même pauvre, sec ou calcaire et supporte la chaleur, la pollution (Roose et *al.*, 2016).

1.3.4. Feuillage et floraison

Les caractéristiques des feuilles et du feuillage des acacias sont diverses. De nombreux acacias africains à l'exception de *Faidherbia albida* (Roupsard et *al.*, 1999) perdent leurs feuilles durant la saison sèche, tandis que la plupart des acacias australiens ont un feuillage persistant (FAO, 1981). Les feuilles sont composées de deux pinnules, chacune avec une paire de tracts. Les folioles sont elliptiques de 0,6 à 2 cm de long et 0,6-1,2 cm de large, glabres (Benbrahim et *al.*,

2014). Dans tous les jeunes semis d'Acacia les premières paires de feuilles sont pennées ou bipennées. La reproduction peut commencer après 3 ans. Les feuilles caractérisées par 2 paires de pinnules, chacune avec une seule paire de dépliant. Les folioles elliptiques de 0,6-2 cm de long et 0,6-1,2 cm de large, glabres et très colorées en dessous. Les fleurs sont légèrement parfumées, surtout la nuit, en épis allongés, crème à blanc en grappes spiciformes, jusqu'à 3,5 cm de long; pédicelles de 0,5 à 1,5 mm de long; calice atteignant 1 mm de long; corolle de 2,5 à 3,5 mm de long. La floraison et la fructification commencent 3 ans après la plantation et se produisent généralement deux fois par an. Les fleurs sont portées sur des pousses produites l'année précédente, c'est-à-dire du vieux bois. Les fleurs s'ouvrent et tombent avant l'apparition des feuilles. En Afrique australe, la floraison a lieu de septembre à novembre et la fructification de janvier à avril (Orwa et *al.*, 2009).

1.4. Répartition géographique et écologie de l'espèce

Arbres caractéristiques du Sahel, les gommiers occupent en Afrique une large bande qui va de l'Océan Atlantique à la Mer Rouge (Figure 2). Commencant entre les 17° et 14° parallèles en Mauritanie et au Sénégal. L'aire s'étend d'Ouest en Est pour descendre entre les 14° et 11° parallèles au niveau du lac Tchad. Elle remonte légèrement dans le massif de l'Ouaddaï pour s'infléchir ensuite. Comme en Arabie, en Érythrée, en Somalie et au Soudan, *Acacia mellifera* s'arrête sur la rive orientale du lac Tchad. *Acacia gourmaensis*, très proche au point de vue morphologie mais différenciable d'après les feuilles et surtout par son habitat (zones des savanes boisées soudaniennes et soudano-guinéennes). Grondard a donné pour le Tchad les limites septentrionales des aires des trois espèces : *Acacia senegal*, *Acacia laeta* et *Acacia mellifera*

(Giffard, 1974). L'aire de *Acacia mellifera* est comprise entre les isohyètes 250mm et 750mm. Toutefois, les peuplements importants sont situés dans les stations où il tombe entre 300 et 450 millimètres de pluies réparties sur quatre (4) mois, de juin à septembre, avec une moyenne de 20 à 30 jours pluvieux. Dans cette zone, les températures moyennes annuelles sont voisines de 37°C pour les maxima et de 20°C pour les minima, l'indice d'aridité de Martonne est compris entre 7,5 et 12,4 (Giffard, 1974). *Acacia mellifera* est dans les portions de l'aire les moins arrosées et soumises à des températures maximales moins élevées. *Acacia mellifera* est une espèce adaptée à la sécheresse. Il peut résister à des années particulièrement déficitaires en eau (102 mm à Méderdra en 1948 - 85 mm en 1950 à Hombori). Toutefois la régénération est liée à une bonne distribution des pluies au cours de l'hivernage (Giffard, 1974). Dans l'Est du Tchad ou les trois gommiers sont présents on ne les rencontre jamais en mélange. *Acacia laeta*, qui commence à apparaître dès que le terrain s'abaisse, se maintient en bordure des cuvettes mais, sur les sols soumis périodiquement à l'inondation, seul subsiste *Acacia mellifera* (Giffard, 1974).

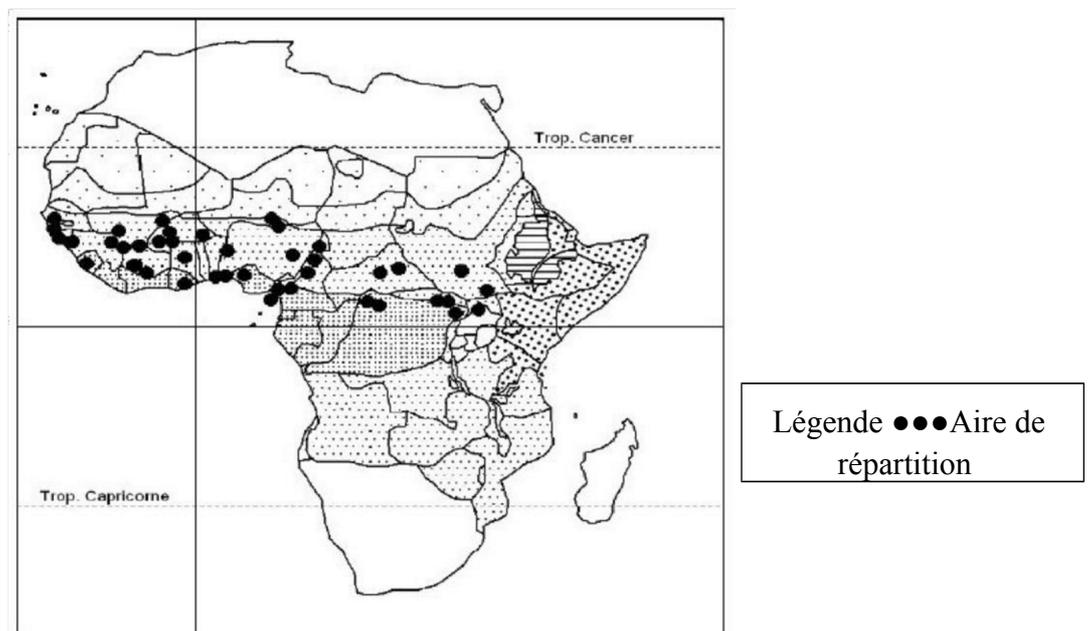


Figure 2 : Aire de répartition de *Acacia mellifera* en Afrique (Giffard, 1974).

1.5. Utilisations de l'espèce

Grâce à leur capacité de coloniser les zones dégradées, les Acacias protègent le sol contre l'érosion, la formation des dunes et la désertification (Benbrahim et al., 2014). *A. mellifera* est utilisé contre la pneumonie, la malaria, la syphilis (en Afrique) et pour l'activité antimicrobienne intense (Mutai et al., 2009). Actuellement, plusieurs industries cosmétologiques produisent des shampoings biologiques nourrissants, à base des fleurs

d'Acacia, qui sont caractérisés par leur pH acide d'où leur bonne tolérance par le cuir chevelu (Benbrahim et *al.*, 2014). Elle est actuellement très utilisée en agroforesterie pour la protection ou la confection de haies vives. On l'emploie comme bois de service, et aussi comme bois de feu. De par ses qualités très défensives (présence très importante d'épines) *Acacia mellifera* est peu appréciée par les animaux, ce n'est que lorsque les feuilles sont au sol qu'elles sont consommées par les chèvres et les chameaux (Giffard, 1974).

1.6. Généralités sur le développement de l'espèce dans ses substrats

1.6.1. La germination

La germination est la reprise du développement et du métabolisme (absorption d'eau, respiration, activité enzymatique, etc.) d'un embryon de spermatophyte. Cette germination étant naturellement inhibée sous l'effet des corps chimiques qui sont accumulés dans le fruit et ou la graine. Ces hormones végétales inhibent la germination (acide abscissique). Avec le déclin de cette substance, la germination peut commencer. La germination peut aussi être bloquée par des substances émises par les racines de la plante-mère ou d'autres plantes. Pour lever la dormance, des réactions chimiques doivent se produire. Humidité, température et/ou luminosité déterminées agissent sur la production des hormones végétales, et donc sur la durée de dormance. C'est le développement de l'embryon contenu dans une graine, mettant fin à la vie latente, jusqu'à ce qu'elle devienne une plante adulte. La germination commence lorsque la graine est mise en contact avec de l'eau et se termine lorsque la radicule a percé la cuticule.



Figure 3: La germination de *A. mellifera* (Crédit photo de BADIANE, 2019)

1.6.2. Croissance

Selon Rey et Costes (1965), la croissance est définie par une germination irréversible d'une ou de plusieurs de ses dimensions. Cette augmentation des dimensions se traduit par le développement de la plante à travers ses différents stades.

1.6.3. Floraison

C'est le développement des ébauches forales par transformation du méristème apical de l'état végétatif, à l'état reproducteur. La floraison prend place en saison sèche, généralement avant le rinçage des feuilles. Les climats bimodaux peuvent avoir deux épisodes de floraison. Le développement de la floraison prend environ 3-4 mois. La floraison dépend de la photopériode, de la température, celle-ci ne peut fleurir que si elle reçoit la lumière pendant une durée qui lui est propre et d'un apport équilibré en éléments nutritifs.

1.6.4. Pollinisation

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (Chaux et Foury, 1994). La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques. Si la température est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates et de cela résulte la difficulté du dépôt du pollen (Pesson et Louveaux, 1984).

1.6.5. L'intérêt du terreau (substrat) ou la litière forestière sur la croissance des plants Le terreau est un support de culture qui participe à la croissance de la plante, à son enracinement et à la bonne assimilation des nutriments dont elle a besoin. Il est un substrat naturel composé de matières végétales issues de la décomposition des végétaux. Le terreau permet de retenir plus longtemps l'eau dans le sol. Sa rétention en eau permet de maintenir un bon niveau d'humidité dans le sol. Cela favorise l'apport des minéraux indispensables à la bonne croissance de la plante.

Des recherches concernant l'intérêt du terreau ou de la litière forestière montrent que le substrat joue un rôle important sur la croissance des plants. Selon Abebe et *al.* (2001) des différents mélanges de sol ou de terreau influent différemment sur la croissance des pousses et des racines. Une étude sur la germination des semences et la croissance des plants *Moringa oleifera* Lam., *Acacia mellifera* (Vahl) Benth. et *Zizyphus mauritiana* Lam. a été faite en partant de l'hypothèse que les substrats influenceraient les paramètres de croissance (Ndiaye et *al.*, 2018). Ils parviennent à constater une influence significative des substrats sur les paramètres de croissance des espèces. Le substrat de *Faidherbia albida* (Kad) a une teneur

importante en matière organique, N, P, K et Na, Ca et Mg échangeables (Kamara et Haque, 1992). En comparant les propriétés du sol sous les plantations d'anacardier à celles d'une forêt pluviale adjacente, les niveaux de carbone organique, d'azote, de calcium et de magnésium échangeables et le phosphore disponible étaient similaires sous la forêt exploitée d'anacardier (Kamara et Haque, 1992). Ce qui suggère que les cycles de la matière organique et des nutriments des plantations d'anacardier ressemblent à celles d'une forêt pluviale exploitée (Amivi *et al.*, 1994).

1.6.6. L'impact des associations symbiotiques sur les acacias

En plus de leur importance économique et écologique, les acacias, comme toutes les légumineuses, représentent un système permettant d'examiner les interactions plante – microorganisme car leur système racinaire peut être colonisé au moins par deux microorganismes importants du sol: les bactéries *Rhizobium* fixatrices d'azote et les champignons endomycorhiziens arbusculaires (CMA). Ces deux micro symbiotes améliorent la nutrition minérale de la plante hôte en échange des assimilats fournis par cette dernière. En effet, l'enzyme nitrogénase de *Rhizobium* fixe l'azote atmosphérique dans les nodules racinaires et le transforment en une forme directement assimilable par la plante hôte. Alors que les hyphes fongiques des CMA facilitent l'absorption des ions, principalement le phosphore et améliorent l'alimentation hydrique. Dans la plupart des cas étudiés, lorsque l'azote et le phosphore sont des facteurs limitants, les CMA et les *Rhizobium* semblent agir de façon synergique : la double inoculation par les deux micro-organismes augmente la croissance et la reproduction de la plante plus que l'inoculation avec l'un d'eux et donne des degrés plus élevés de colonisation par les deux symbiotes (Cluett et Boucher, 1983 ; Benbrahim et Ismaili, 2002 et Tajini *et al.*, 2012). Des études ont montré un effet inhibiteur de l'un sur l'autre ou sur la croissance de la plante surtout lorsque l'un des microsymbiotes avait colonisé le système racinaire avant l'autre (Bethlenfalvay *et al.*, 1985) car l'existence de plusieurs similitudes entre ces deux symbioses suggère des propriétés communes d'interaction avec les plantes. L'effet bénéfique de l'inoculation par des souches efficaces de bactéries fixatrices d'azote, sur la croissance des acacias au cours des stades jeunes (plantes en pépinières). Ainsi, l'inoculation répétée des plantes d'*A. mellifera*, par

Rhizobium, augmente leur rendement en matière sèche, leur poids sec et le taux d'azote fixé (Benbrahim *et al.*, 1998). Donc, l'inoculation de ces plantes avec des *Rhizobium* convenables est un moyen protecteur de l'environnement pour améliorer leur croissance et leur rendement économique, particulièrement dans les sols dégradés. Certaines espèces se sont même révélées être fortement dépendantes de la mycorhization pour atteindre leur développement optimal

dans de telles conditions (Ndiaye et *al.*, 2011), principalement grâce à une absorption minérale nécessaire à la croissance de la plante et la fixation efficace de l' N_2 (Cornet et Diem, 1982).

1.6.7. Importance de *Acacia mellifera* dans l'environnement

Grâce à leur capacité de coloniser les zones dégradées, les Acacias protègent le sol contre l'érosion, la formation des dunes et la désertification (Benbrahim et *al.*, 2014). La plantation des acacias sous forme de brise-vent et de rideaux – abris peut aider à stabiliser les sols de ces régions en limitant les dégâts de l'érosion éolienne et même hydrique grâce à leur système racinaire pivotant et riche en racines latérales souterraines qui leur permet d'explorer des horizons plus profonds du sol ainsi que d'absorber le maximum d'eau de pluie, même si les précipitations sont faibles. Elles peuvent lutter contre l'érosion hydrique soit par une amélioration de la couverture du sol et son enrichissement en matière organique, surtout en zone montagnarde, où les sols sont sensibles à l'érosion par ravinement généralisé ; soit par une réduction du débit solide et une régularisation des écoulements ainsi qu'une amélioration de la productivité agricole ou forestière dans les bas-fonds (Roose et *al.*, 2016). Par ailleurs, le couvert aérien joue, lui aussi, un rôle dans la réduction de l'érosion éolienne et dans l'amélioration des microclimats. Ainsi, l'effet d'ombrage favorise l'abaissement de la température ambiante, permet de réduire l'évaporation des sols et abaisse leur température de surface ce qui favorise l'apparition d'une couverture végétale plus mésophyte et plus nutritive.

En revanche, en l'absence de tout ombrage, la température superficielle élevée des sols nus a un effet mortel, sur les semences dormantes ou en germination à la surface du sol, ce qui contrarie la repousse et favorise la désertification (Wickens et *al.*, 1996). L'utilisation d'espèces adaptées et améliorantes, comme *Acacia mellifera*, peut donc être intéressante grâce à leurs capacités de puiser dans les ressources du sol par leur système racinaire développé d'une part, et d'améliorer la fertilité du sol, en assurant le recyclage et la redistribution de l'azote et des autres éléments minéraux à partir des couches profondes vers la surface du sol, lors de la décomposition de leur litière, d'autre part. D'où leur rôle dans l'amélioration des productions agricoles et forestières ; la lutte contre la dégradation de l'environnement, le maintien et la régénération de la fertilité des sols. De même, leur utilisation dans des systèmes de cultures en couloirs permet de limiter l'application abusive des engrais minéraux, d'éviter les monocultures et d'améliorer la fertilité du sol en évitant l'appauvrissement de ses éléments biologiques et/ou la dégradation de sa condition physique (Benbrahim et *al.*, 2014). Ainsi, *Acacia mellifera* constitue un élément clé pour le développement durable car elle joue un rôle important dans la stabilisation et la réfertilité des sols. En effet, comme toutes les légumineuses fixatrices d'azote *Acacia mellifera* peut assurer:

- L'enrichissement du sol en azote organique par l'utilisation comme engrais verts : la décomposition des racines et des différentes parties, dans la litière, libère de l'azote qui est restitué dans le sol et qui sera utilisé par les cultures. La litière de feuilles d'un peuplement moyen de 50 *Acacia mellifera* par hectare réintroduit chaque année dans le sol l'équivalent de 75 kg d'azote, 12 kg de phosphore, 13 kg de potassium, 20 kg de soufre, 25 kg de magnésium et 120 kg de calcium par hectare (Giffard, 1964).
- La restauration écologique des sols pauvres grâce à leur aptitude de se développer en tant que plantes pionnières, indépendamment des composés azotés, grâce à leur potentiel fixateur d'azote. En effet, elle peut convertir l'azote atmosphérique en une forme pouvant être utilisée par les plantes dans les écosystèmes forestiers ; suite à la restitution dans le sol de leurs feuilles et racines dont l'humus résultant améliore la fertilité et les propriétés du sol (Fterich et *al.*, 2012).

Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation du site

L'étude a été menée dans la ferme expérimentale du département d'Agroforesterie de l'Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ). Elle est située à 12°32' 54,88 de latitude Nord et de 16°16' 40,89" de longitude Ouest. Cette ferme se trouve dans une zone caractérisée par une pluviosité moyenne comprise entre 1300 et 1500 mm par an (Descroix et *al.*, 2015 ; Ndiaye et *al.*, 2018). Le climat est de type tropical qui appartient au domaine Sud soudanien côtier. Il est caractérisé par une longue saison sèche du mois d'octobre à mai, et une saison des pluies qui dure quatre mois et demi (Diatta et *al.*, 2013). L'humidité relative est faible en janvier, février et mars sous l'influence de l'harmattan. En août-septembre l'air se rapproche de son point de saturation (Ndiaye et *al.*, 2018) (Figure 4).

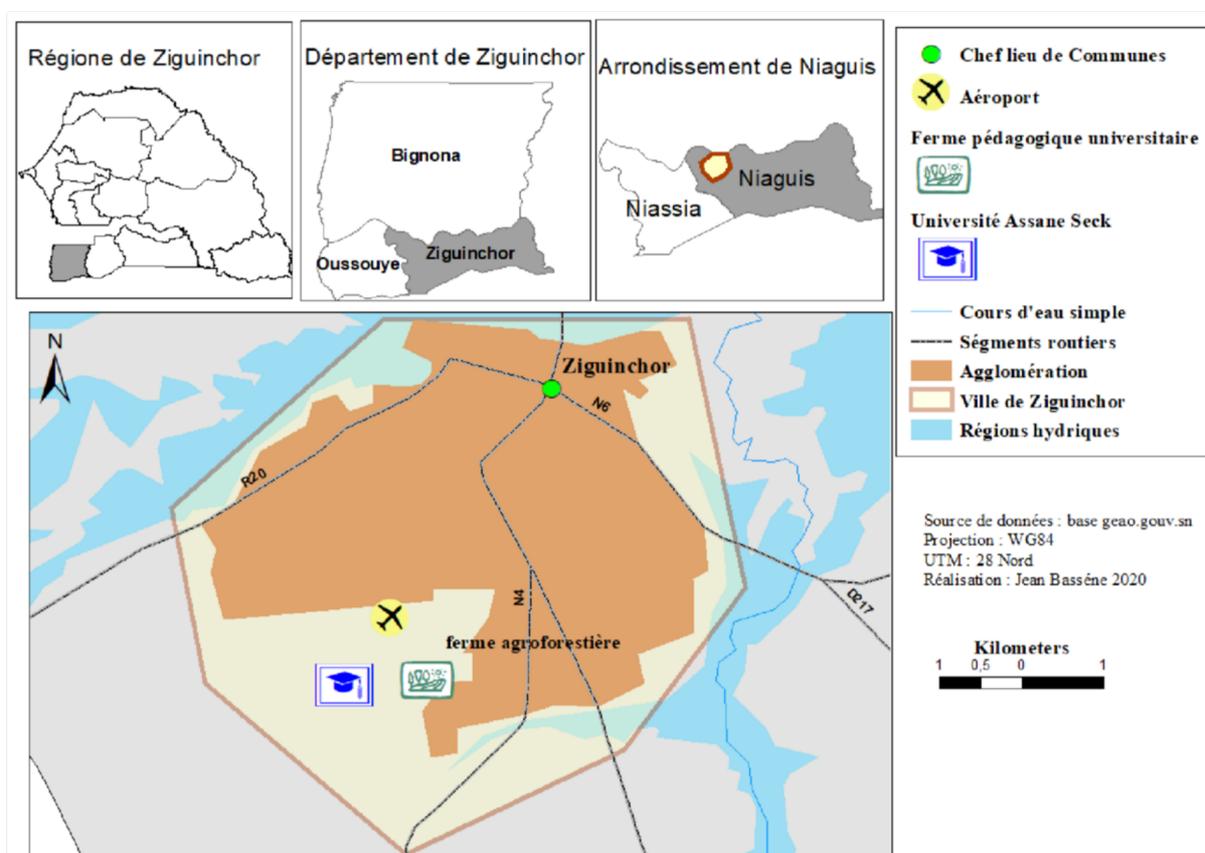


Figure 4: Carte de localisation du site

2.2. Matériel végétal

Les semences de *Acacia mellifera* ont été semées dans des gaines de dimensions (24,5cmx15cm) contenant chacune un type de substrat.

2.3. Dispositif expérimental

Un dispositif en blocs complets à deux facteurs a été mis en place (Figure 5). Le facteur substrat dispose de trois modalités à savoir le substrat d'Anacardier (An); de Palmier (Pa) et de

Faidherbia albida (Kad). Le facteur prétraitement comprend trois modalités que sont l'eau bouillante (Eb), l'eau tiède (Et) et l'acide sulfurique (As). Ainsi, le nombre de traitements est de 9 objets répartis en quatre (4) blocs au total. Chaque bloc, abrite les 9 traitements répartis au hasard dans quatre blocs. Dans chaque unité expérimentale, il y a 10 gaines de même substrat. Deux graines sont semées par gaine. Chaque bloc est divisé en 9 parcelles élémentaires (unités expérimentales) de 0,20 m x 0,15m et distants de 0,15 m. La longueur de chaque bloc est égale à 2,55m et la largeur est égale à 2m. La distance des allées entre les blocs est de 0,40m et la distance entre deux positions ou parcelles élémentaires est de 0,15m. Une superficie de 5,1 m² a été subdivisée en 4 blocs séparés de 40cm. Au total de 360 gaines ont été ensemencées (9x10x4). Après germination et levée, les plants ont été maintenus en pépinière puis arrosés à la même fréquence (journalière) pendant 4 mois. Les différents traitements disposés dans chaque bloc du dispositif sont :

Les 9 traitements :

- Eau bouillante – Kad (EbKad)
- Eau bouillante – Palmier (EbPa)
- Eau bouillante – Anacardier (EbAn)
- Eau tiède – Kad (EtKad)
- Eau tiède – Palmier (EtPa)
- Eau tiède – Anacardier (EtAn)
- Acide sulfurique – Kad (AsKad)
- Acide sulfurique – Palmier (AsPa)
- Acide sulfurique – Anacardier (AsAn)

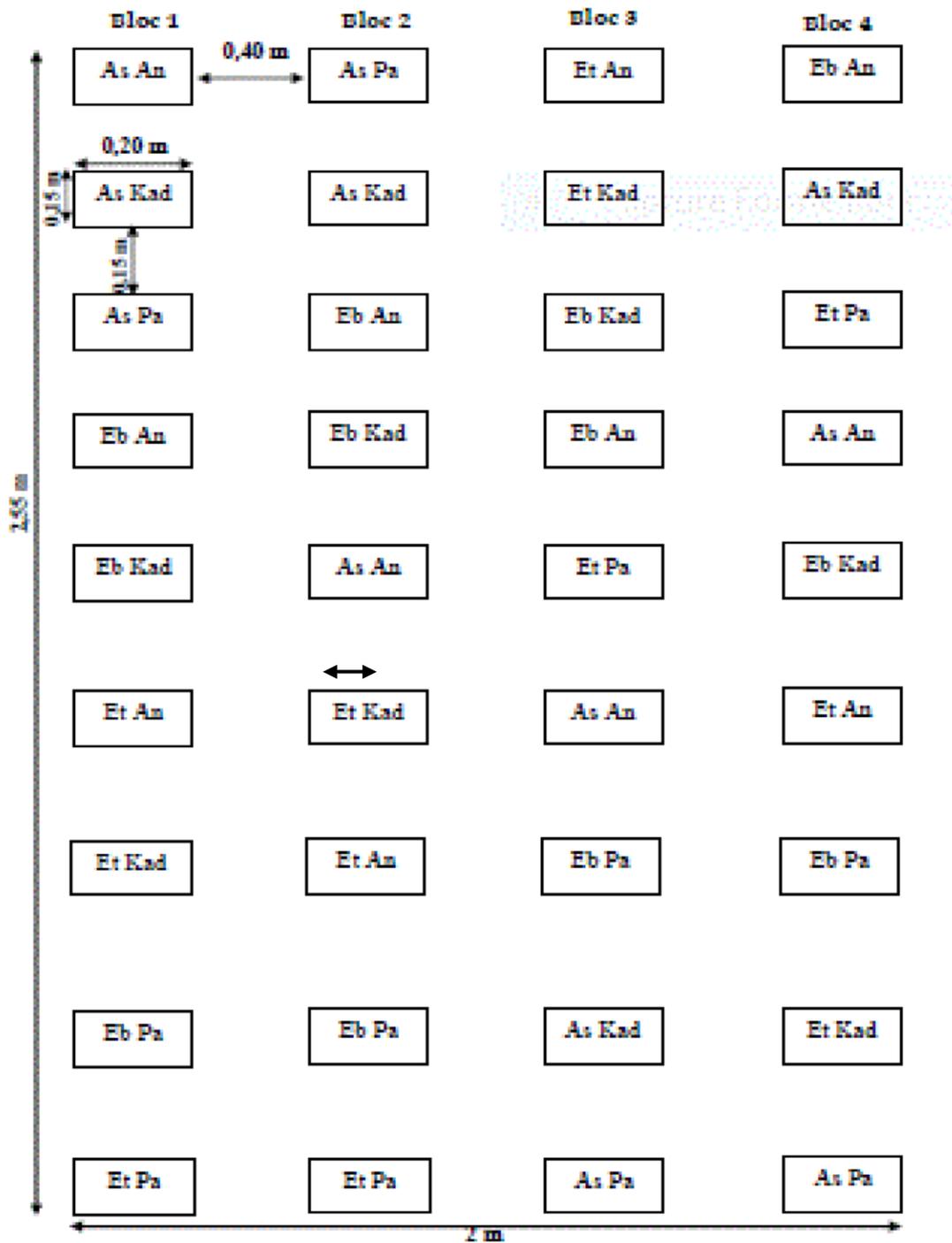


Figure: 5 Schéma du dispositif expérimental en blocs complet



Figure 6: Pépinière de *A. mellifera* (Crédit photo MANE, 2019)

2.4. Conduite de l'essai

2.4.1. Préparation du substrat

Le travail du terreau a été fait avec des pelles, des coupe- coupe, des râteaux, pour l'enlèvement des herbes et une bourrette pour le transport du terreau au niveau de la parcelle. Les substrats ont été collectés à différents endroits sous des arbres de Kad, d'anacardier et de palmier. Après la recherche des substrats, les étapes suivantes ont été suivies :le tamisage du terreau à l'aide d'un grillage à maille moyenne pour éliminer les débris et les cailloux ; le mélange le sable et le terreau en respectant les normes en pépinière forestière : (1/3 sable + 2/3 terreau) ; le rempotage du substrat dans les gaines ;le rangement des gaines dans les blocs en respectant leur position selon le tirage aléatoire effectué et l'arrosage régulier des gaines avant et après le semis (Ndiaye et *al*, 2018).



Figure 7: Travail de terreaux (Crédit photo CISSE, 2019)

2.4.2. Traitements pré-germinatifs (prétraitements) des semences

Des lots de semences de *Acacia mellifera* ont été soumis à trois traitements pré-germinatifs avant d'être semés dans trois substrats distincts **Kad**, **Anacardier** et **Palmier**. Il s'agit d'un prétraitement à l'acide sulfurique pendant 30mn (suivi lavage à grande eau et rinçage) ; d'un prétraitement à l'eau tiède pendant 12 à 24 heures et en fin d'un prétraitement à l'eau bouillante

(ébullition de l'eau à 100°C) pendant 30mn, suivi d'un trempage dans l'eau froide (Roussel, 1984).

2.4.3. Modalités de réalisation du semis

Le semis direct est effectué après prétraitement des graines en tenant compte des différents traitements. Un essai de germination est réalisé suivant une méthode utilisée par (Traoré, 2000).

Elle consiste à faire des tests de germination en utilisant des prétraitements dans le but d'évaluer les facultés germinatives. Les graines de *Acacia mellifera* ont été acquises du programme



Figure 8: Graines de *A. mellifera* et l'acide sulfurique de concentration 28° (Crédit photo MANE, 2019)

2.4.4. Evaluation du taux de germination

Une graine est considérée comme ayant germé lorsque les cotylédons s'écartent pour laisser la radicule émerger (Diallo, 2002). Les observations sur la germination ont été faites entre 8H-9H pendant dix (10) jours et les données collectées sont consignées dans une fiche. Ces données ont permis de calculer le taux de germination. Ce taux correspond au rapport entre le nombre de graines ayant germées et le nombre total de graines semées.

Le taux de germination a été déterminé par la formule suivante :

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre de graines ayant germé}}{\text{Nombre de graines semées}} * 100$$

Le taux de germination par prétraitement a été déterminé par la formule suivante :

$$\text{TG par prétraitement} = \frac{\text{Nombre de graines ayant germé par prétraitement}}{\text{Nombre de graines semées du prétraitement}} * 100$$

Le taux de germination par traitement a été déterminé par la formule suivante :

$$\text{TG par traitement} = \frac{\text{Nombre de graines ayant germé par traitement}}{\text{Nombre de graines semées du traitement}} * 100$$

Le taux de germination par substrat a été déterminé par la formule suivante :

$$\text{TG par substrat} = \frac{\text{Nombre de graines ayant germé par substrat}}{\text{Nombre de graines semées du substrat}} * 100$$

2.5. Evaluation des paramètres de croissance

L'intervalle de mesure des paramètres de croissance est de 20 jours, 30 jours après germination.

Ainsi le tableau suivant présente les dates des prises de mesures des paramètres de croissance.

Tableau 1: Les dates de mesures des paramètres de croissance

Paramètres de croissance	Date ou Période des mesures.			
	M1	M2	M3	M4
Nombre de feuilles	07/12/2018	27/12/2018	16/01/2019	05/02/2019
Diamètre	07/12/2018	27/12/2018	16/01/2019	05/02/2019
Hauteur	07/12/2018	27/12/2018	16/01/2019	05/02/2019

M1 : première mesure ; **M2** : deuxième mesure ; **M3** : troisième mesure ; **M4** : quatrième mesure.

2.5.1. Nombre de feuilles

Le décompte du nombre de feuilles a été effectué à partir du 20^e JAS, 40^e JAS, 60^e JAS et 80^eJAS.

Il s'agissait de compter toutes les feuilles de la tige jusqu'au bourgeon terminal.



Figure 9: Les feuilles de *Acacia mellifera* (photo de DIEDHIOU, 2019)

2.5.2. Diamètre au collet

Le diamètre au collet est mesuré avec un pied à coulisse au niveau du collet de la plante à partir du 20^e JAS, 40^e JAS, 60^e JAS et 80^eJAS.

2.5.3. Hauteur des plants

La hauteur des plants de *Acacia mellifera* est mesurée avec une règle graduée de la tige jusqu'au dernier bourgeon terminal. Elle a été mesurée à partir du 20^e JAS, 40^e JAS, 60^eJAS et 80^e JAS.

2.6. Evaluation de la biomasse

2.6.1. Echantillonnage

L'échantillonnage aléatoire simple pour sélectionner tous les plants existants par traitement de l'espèce. L'échantillon total est de 133 plants de *Acacia mellifera* pour les quatre blocs du dispositif.

2.6.2. Biomasses

Les plants sont divisés en parties aériennes et racinaires. La partie racinaire a été bien séparée du substrat et après rinçage à l'eau les racines ont été enveloppées dans un papier absorbant pour absorber l'eau avant pesage. La partie aérienne a été divisée en tiges, branches et feuilles. La biomasse fraîche (BF) des racines, des tiges et branches et des feuilles de chaque plant a été déterminée par pesage à l'aide d'une balance électronique de précision 0,01g. Après toutes les parties du plant ont été séchées à 70°C à l'étuve pendant 72h et pesées pour obtenir la biomasse sèche (BS) à l'aide d'une balance de précision 0,0001g.

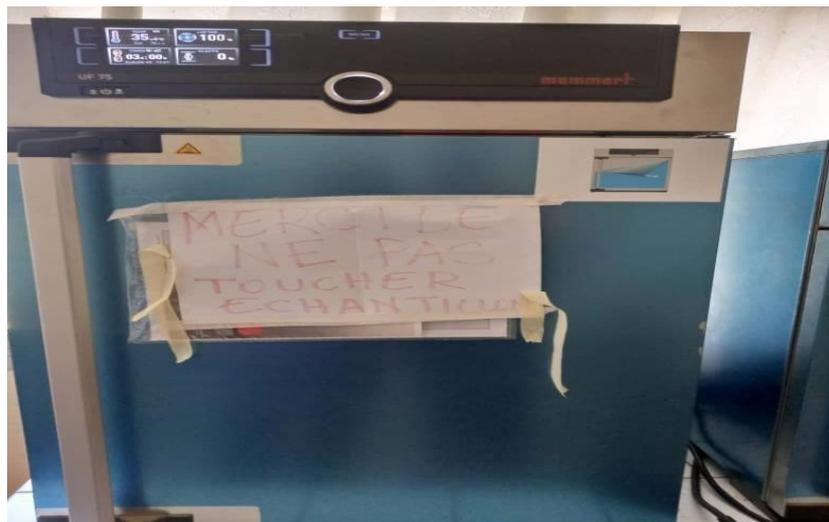


Figure 10: L'étuve (Crédit photo MANE, 2019)

2.6.3. Analyse des données de biomasse

La biomasse totale fraîche et sèche a été calculée suivant les formules :

$$\mathbf{BFT=BFR+BFTB+BFF ;}$$

$$\mathbf{BST=BSR+BSTB+BSF.}$$

BFT: Biomasse Fraiche Totale; BFR: Biomasse Fraiche Racinaire; BFTB: Biomasse Fraiche Tiges et Branches; BFF: Biomasse Fraiche Feuilles; BST: Biomasse Sèche Totale; BSR: Biomasse Sèche Racinaire; BSTB: Biomasse Sèche Tiges et Branches; BSF: Biomasse Sèche

Feuilles.

Les fractions de la biomasse des racines, tiges et branches et des feuilles ont été évaluées comme une fraction de la biomasse totale.

La teneur en eau (TE) a été calculée pour toutes les parties du plant en faisant la différence entre la biomasse fraîche et la biomasse sèche.

La teneur relative en eau (TRE) : **TRE = TE/biomasse fraîche.**

Analyse de la relation entre la biomasse des différentes parties du plant et la biomasse totale.

2.7. Traitement et analyse de données

Les données ont été saisies avec le tableur Excel 2013 et traitées avec le logiciel XLSTAT 2014 et le logiciel R (version 3.5) package agricolae. L'accent a été mis sur les analyses de variance selon le test de Fisher à 5%. C'est une méthode qui, selon Boulet-Gercourt et Nepveu (1988), cité par Bationo (1995) offre l'avantage de pouvoir comparer par le même procédé autant de séries de mesures qu'on le souhaite. Une comparaison de la biomasse sèche des parties du plant et la biomasse totale entre les traitements a été faite en utilisant one way-ANOVA avec Tukey's test avec le logiciel R. Pour déterminer la relation entre les variables et les traitements, l'analyse des composantes principales (ACP) ont été utilisée.

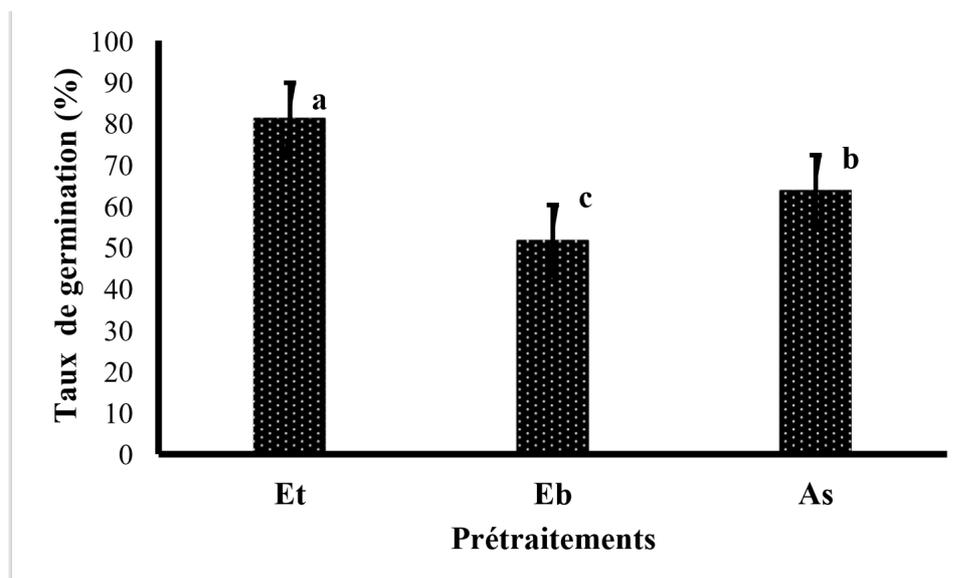
Chapitre 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

3.1.1. Taux de germination

3.1.1.1. Taux de germination en fonction des prétraitements

La figure 10 présente le taux de germination en fonction des prétraitements. L'analyse de la variance (ANOVA) portée sur le taux de germination montre qu'il existe une différence significative entre les trois prétraitements ($p = 0,042$). Le taux de germination le plus élevé est obtenu avec le prétraitement à l'eau tiède (Et) ($81,28\% \pm 15,35$) suivi du prétraitement à l'acide sulfurique (As) ($63,75\% \pm 15,03$) et en fin à l'eau bouillante (Eb) ($51,67\% \pm 14,10$) (Figure 11).

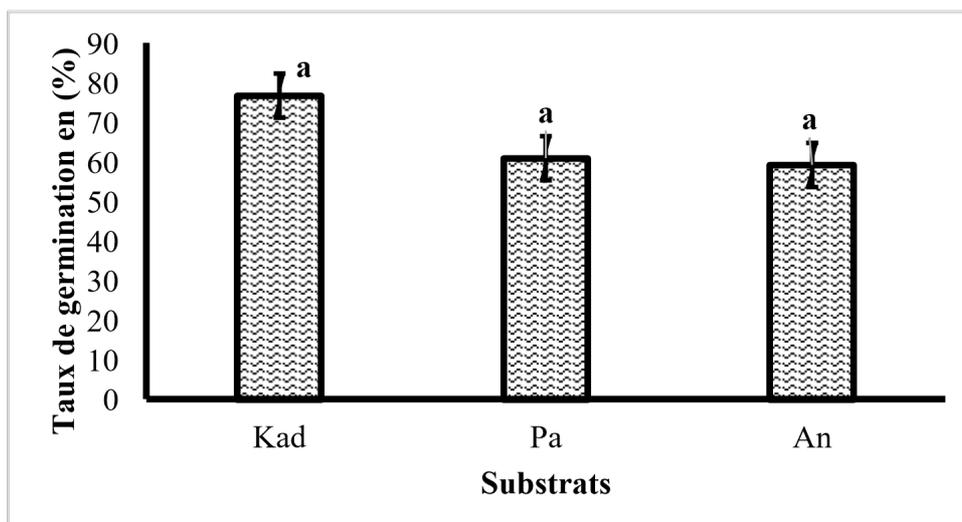


Et : eau tiède ; Eb : eau bouillante et As : acide sulfurique.

Figure 11: Taux de germination de *A. mellifera* en fonction des prétraitements

3.1.1.2. Taux de germination en fonction des substrats

La figure 11 présente le taux de germination en fonction des substrats. L'ANOVA ne montre pas de différence significative pour sur le taux de germination entre les substrats ($p=0,412$). Le substrat de Kad a le meilleur taux de germination ($76,67\% \pm 5,20$) suivi de Pa ($60,83\% \pm 18,97$) et en fin du substrat An ($59,17\% \pm 20,63$) en valeur absolue (Figure 12).



Kad : *Faidherbia albida* ; **Pa** : palmier (*Elaeis guineensis*) et **An** : *Anacardier occidentale*.

Figure 12: Taux de germination de *A. mellifera* en fonction des substrats

3.1.1.3. Taux de germination en fonction des traitements

L'ANOVA des données montre qu'il existe une différence significative entre les traitements ($p=0,035$). Les meilleurs taux de germination ont été obtenus chez les traitements EtKad (82,5%), EtPa (81,25%) et EtAn (80%). Les taux de germination de ces trois traitements sont significativement différents comparativement aux autres traitements AsAn ($58,75 \pm 15,15$), AsKad ($75 \pm 15,05$), AsPa ($57,5 \pm 15,16$), EbAn ($38,75 \pm 15,13$), EbKad ($72,5 \pm 14,96$) et EbPa

($43,75 \pm 15,18$) ($p=0,035$). Cependant aucune différence n'a été notée entre le taux de germination du traitement AsKad et EbKad, le taux de germination du traitement AsAn et AsPa et le taux de germination du traitement EbAn et EbPa. Le taux de germination le plus faible a été enregistré au niveau du traitement EbAn (38,75%) (Tableau 2).

Tableau 2: Taux de germination de *A. mellifera* en fonction des traitements

Traitements	Taux de germination (%)
AsAn	58,75(±15,15) c
AsKad	75(±15,05) b
AsPa	57,5(±15,16) c
EbAn	38,75(±15,13) e
EbKad	72,5(±14,96) b
EbPa	43,75(±15,18) de
EtAn	80(±16,07) a
EtKad	82,5(±16,12) a
EtPa	81,25(±16,10) a
Moyenne	65,56(±15,45)
Probabilité	0,035

EtAn : eau tiède substrat de *Anacardier occidentale* ; **EtKad** : eau tiède substrat de *Faidherbia albida* ; **EtPa** : eau tiède substrat de *Elaeis guineensis* ; **AsAn** : acide sulfurique substrat de *Anacardier occidentale* ; **AsKad** : acide sulfurique substrat de *Faidherbia albida* ; **AsPa** : acide sulfurique substrat de *Elaeis guineensis* ; **EbAn** : eau bouillante substrat de *Anacardier occidentale* ; **EbKad** : eau bouillante substrat de *Faidherbia albida* et **EbPa** : eau bouillante substrat de *Elaeis guineensis*.

3.1.2. Evaluation des paramètres de croissance

13.1.2.1. Nombre de feuilles

L'ANOVA du nombre de feuilles moyen de *A. mellifera* ne montre pas l'existence d'une différence significative entre les prétraitements ($p=0,508$) alors qu'au niveau des substrats, a été notée une différence significative ($p=0,008$) (Tableau 3).

Tableau 3: Nombre de feuilles des plants de *A. mellifera* en fonction du prétraitement et du substrat

Prétraitements	Nombre de feuilles
Et	14,71 (±8,17) a
Eb	13,96 (±6,33) a
As	14,08 (±7,51) a
Probabilité	0,508
Substrats	Nombre de feuilles
Kad	15,13 (±8,85) a
Pa	13,04 (±7,30) b
An	13,06 (±6,12) b
Probabilité	0,008

L'analyse de la variance (ANOVA) du nombre de feuilles des plants de *A. mellifera* montre l'existence d'une différence significative entre les traitements ($p \leq 0,0001$). Le nombre de feuilles le plus important a été noté chez les traitements EtKad ($17 \pm 9,53$), EtAn ($15 \pm 6,13$) et AsPa ($15 \pm 7,94$). Le nombre de feuilles de ces trois traitements est significativement différent comparativement aux traitements EtPa ($12 \pm 6,95$), EbKad ($12 \pm 7,49$), EbAn ($11 \pm 5,88$) et EbPa ($11 \pm 5,01$). Cependant aucune différence n'a été notée entre le nombre de feuilles de ces quatre derniers traitements. Les productions de feuilles les plus faibles ont été notées chez les traitements EbAn (11) et EbPa (11) (Figure 13).

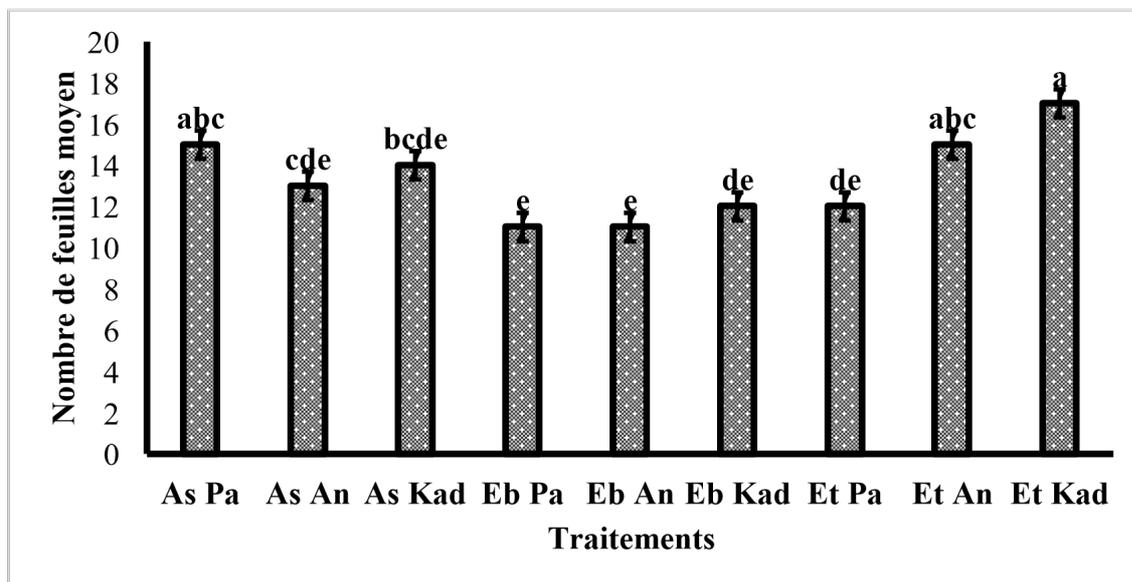


Figure 13: Nombre de feuilles moyen des plants de *A. mellifera* en fonction des traitements

3.1.2.2. Diamètre au collet

L'ANOVA du diamètre moyen des plants de *A. mellifera* ne montre pas de différence significative entre les prétraitements ($p=0,292$) alors qu'au niveau des substrats a été notée une différence significative ($p=0,006$) (Tableau 4).

Tableau 4: Diamètre au collet des plants de *A. mellifera* en fonction des prétraitements et des substrats

Prétraitements	Diamètre au collet
Et	0,35 ($\pm 0,10$) a
Eb	0,33 ($\pm 0,09$) a
As	0,34 ($\pm 0,10$) a
Probabilité	0,292
Substrats	Diamètre au collet
Kad	0,36 ($\pm 0,10$) a
Pa	0,32 ($\pm 0,09$) b
An	0,33 ($\pm 0,10$) b
Probabilité	0,006

L'ANOVA du diamètre moyen des plants de *A. mellifera* montre une différence très hautement significative entre les traitements ($p \leq 0,0001$). Le diamètre au collet du traitement EtKad ($0,37 \pm 9,53$) est significativement plus élevé que ceux notés dans les autres traitements AsPa ($0,33 \pm 0,10$), AsAn ($0,33 \pm 0,10$), EtPa ($0,32 \pm 0,10$), EbKad ($0,26 \pm 0,07$), EbAn ($0,30 \pm 0,09$) et EbPa ($0,30 \pm 0,11$). Les meilleures croissances du diamètre moyen ont été obtenues chez les traitements EtKad ($0,37 \pm 0,11$), EtAn ($0,36 \pm 0,10$) et AsKad ($0,35 \pm 0,10$). Cependant la plus faible croissance du diamètre moyen au collet a été notée chez le traitement EbKad (Figure 14).

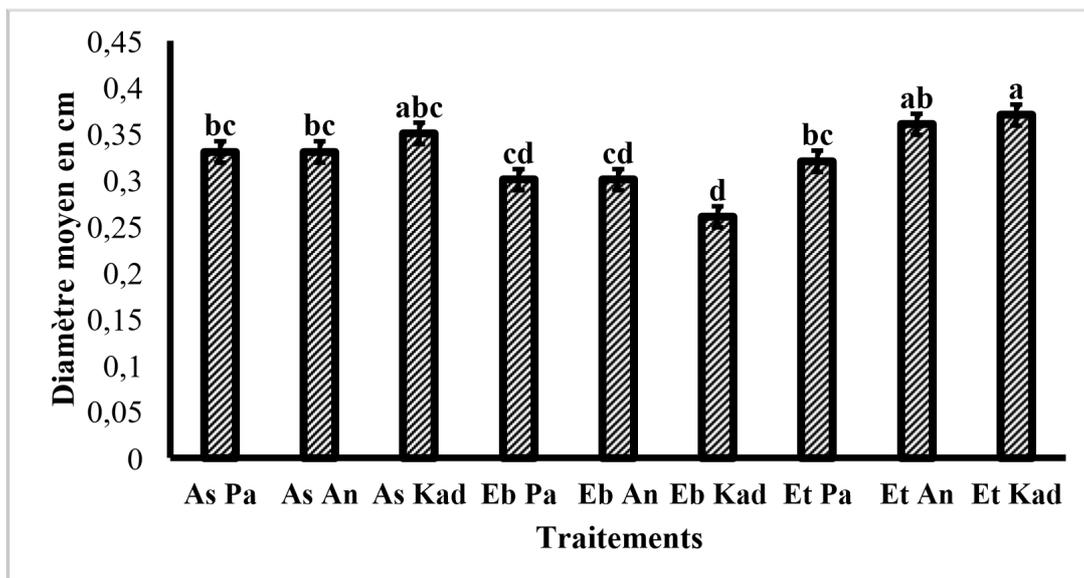


Figure 14: Diamètre au collet des plants de *A. mellifera* en fonction des traitements
3.1.2.3. Hauteur moyenne des plants de *A. mellifera*

L'ANOVA de la hauteur moyenne des plants de *A. mellifera* ne montre pas la présence d'une différence significative entre les prétraitements ($p=0,401$) contrairement à la comparaison entre les substrats révélant la primauté du terreau de Kad sur ceux du palmier et de l'anacardier ($p=0,001$) (Tableau 5).

Tableau 5: Hauteur des plants de *A. mellifera* en fonction du prétraitement et du substrat

Prétraitements	Hauteur moyenne des plants
Et	16,95 ($\pm 7,19$) a
Eb	15,75 ($\pm 6,89$) a
As	15,61 ($\pm 6,78$) a
Probabilité	0,401
Substrats	Hauteur moyenne des plants
Kad	16,67 ($\pm 8,35$) a
Pa	13,96 ($\pm 5,50$) b
An	15,10 ($\pm 6,11$) b
Probabilité	0,001

L'analyse de variance de la hauteur moyenne des plants de *A. mellifera* montre une différence significative entre les traitements ($p \leq 0,0001$). Les plants des traitements EtKad et EtAn sont significativement plus hauts que dans les autres traitements EtPa ($13,77 \pm 6,24$), EbKad ($9,17 \pm 4,48$), EbAn ($11,17 \pm 4,67$), EbPa ($13,13 \pm 4,92$), AsAn ($14,48 \pm 5,78$) et AsPa ($14,45 \pm 4,94$).

Cependant la hauteur moyenne la plus faible a été notée chez le traitement EbKad ($9,17 \pm 4,67$). Cette croissance en hauteur est plus importante au niveau des traitements EtKad ($18,79 \pm 7,93$), EtAn ($17,71 \pm 5,87$) et AsKad ($17,32 \pm 8,43$) (Figure 15).

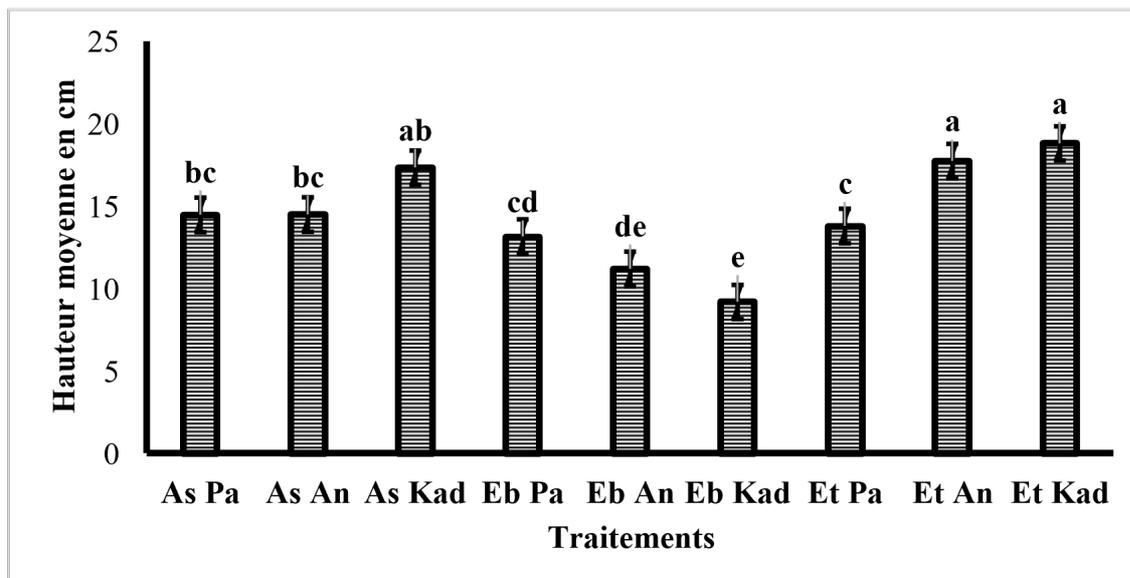


Figure 15: Hauteur moyenne des plants de *A. mellifera* en fonction des traitements

3.1.3. Biomasses

3.1.3.1. Fraction des biomasses fraîches

L'analyse de variance (ANOVA) des biomasses fraîches montre l'existence d'une différence significative pour la partie aérienne (feuilles et tiges + branches) et racinaire (racines) entre les traitements ($p < 0,05$). Pour tous les substrats, les valeurs moyennes des biomasses fraîches, la partie aérienne (feuilles, tiges + branches) est significativement plus importante que la partie racinaire (racines). En faisant une comparaison verticale de chaque partie des plants des valeurs moyennes, le substrat de Kad induit plus de biomasse suivi du substrat d'anacardier et en fin du palmier sauf à l'exception de la partie racinaire où le substrat d'anacardier a plus de biomasse suivie de Kad et en fin du substrat de palmier. Les meilleures biomasses racinaires ont été notées chez les traitements AsAn ($0,77 \pm 0,91$), AsKad ($0,78 \pm 0,92$), EtKad ($0,72 \pm 0,47$) et EbPa ($0,77 \pm 0,28$). La plus faible biomasse fraîche racinaire a été enregistrée chez le traitement EbKad ($0,26 \pm 0,16$). En ce qui concerne la biomasse fraîche aérienne, les records de production ont été notés chez les traitements EtKad ($1,22 \pm 0,88$) et AsKad ($1,34 \pm 1,02$) pour les tiges + branches et AsKad ($1,43 \pm 1,33$) pour les feuilles. Les plus faibles biomasses aériennes ont été enregistrées chez le traitement EbKad ($0,38 \pm 0,16$ pour les tiges + branches et $0,34 \pm 0,17$ pour les feuilles) (Tableau 6).

Tableau

6: Fraction des biomasses fraîches en fonction des traitements

Traitements	Biomasse fraîche (g)		
	Racines	Tiges et branches	Feuilles
AsKad	0,78 ($\pm 0,92$) a	1,34 ($\pm 1,02$) a	1,43 ($\pm 1,33$) a
EbKad	0,26 ($\pm 0,16$) c	0,38 ($\pm 0,16$) b	0,34 ($\pm 0,17$) c
EtKad	0,72 ($\pm 0,47$) a	1,22 ($\pm 0,88$) a	1,23 ($\pm 1,12$) ab
Moyenne	0,59 ($\pm 0,52$)	0,98 ($\pm 0,69$)	1,01 ($\pm 0,87$)
AsPa	0,44 ($\pm 0,28$) bc	0,71 ($\pm 0,52$) b	0,94 ($\pm 0,90$) abc
EbPa	0,77 ($\pm 0,28$) a	0,90 ($\pm 0,52$) ab	0,73 ($\pm 0,35$) abc
EtPa	0,44 ($\pm 0,33$) bc	0,71 ($\pm 0,69$) b	0,71 ($\pm 0,76$) bc
Moyenne	0,55 ($\pm 0,30$)	0,77 ($\pm 0,58$)	0,79 ($\pm 0,67$)
AsAn	0,77 ($\pm 0,91$) a	1,07 ($\pm 1,27$) ab	1,03 ($\pm 1,23$) abc
EbAn	0,46 ($\pm 0,23$) abc	0,70 ($\pm 0,26$) b	0,93 ($\pm 0,31$) abc
EtAn	0,70 ($\pm 0,30$) ab	1,09 ($\pm 0,65$) ab	0,97 ($\pm 0,72$) abc
Moyenne	0,64 ($\pm 0,48$)	0,95 ($\pm 0,73$)	0,98 ($\pm 0,75$)
Pr<0,05	0,046	0,048	0,033

3.1.3.2. Biomasses sèches des plants

L'analyse de la variance (ANOVA) a montré une différence significative ($p=0,049$) entre les biomasses sèches des plants en fonction des traitements. La meilleure biomasse sèche des plants a été notée chez le traitement AsKad ($1,31 \pm 0,94$). Cette biomasse sèche des plants du traitement AsKad est significativement différente à celles mesurées chez les plants des traitements EtPa ($0,68 \pm 0,65$), EbPa ($0,58 \pm 0,35$), EbKad ($0,51 \pm 0,32$), EbAn ($0,73 \pm 0,21$), et AsPa ($0,76 \pm 0,57$).

Cependant aucune différence significative n'a été notée entre les trois traitements EtPa ($0,68 \pm 0,65$), EbPa ($0,58 \pm 0,35$) et EbKad ($0,51 \pm 0,32$). Les plus faibles biomasses sèches des plants ont été enregistrées chez les traitements EbKad ($0,51 \pm 0,32$), EtPa ($0,68 \pm 0,65$) et EbPa ($0,58 \pm 0,35$). Les résultats ont montré que 40% des biomasses sèches des plants sont supérieures à 1g et sont notées chez les plants des traitements AsKad ($0,51 \pm 0,32$), EtKad ($1,19 \pm 0,88$), EtAn ($1,07 \pm 0,65$) et AsAn ($1,10 \pm 1,30$) et 60% des biomasses sèches des plants sont inférieures à 1g et sont mesurées chez les plants des traitements As Pa ($0,76 \pm 0,57$), EbAn ($0,73 \pm 0,21$), EbKad ($0,51 \pm 0,32$), EtPa ($0,68 \pm 0,65$) et EbPa ($0,58 \pm 0,35$). (Figure 16).

Tableau

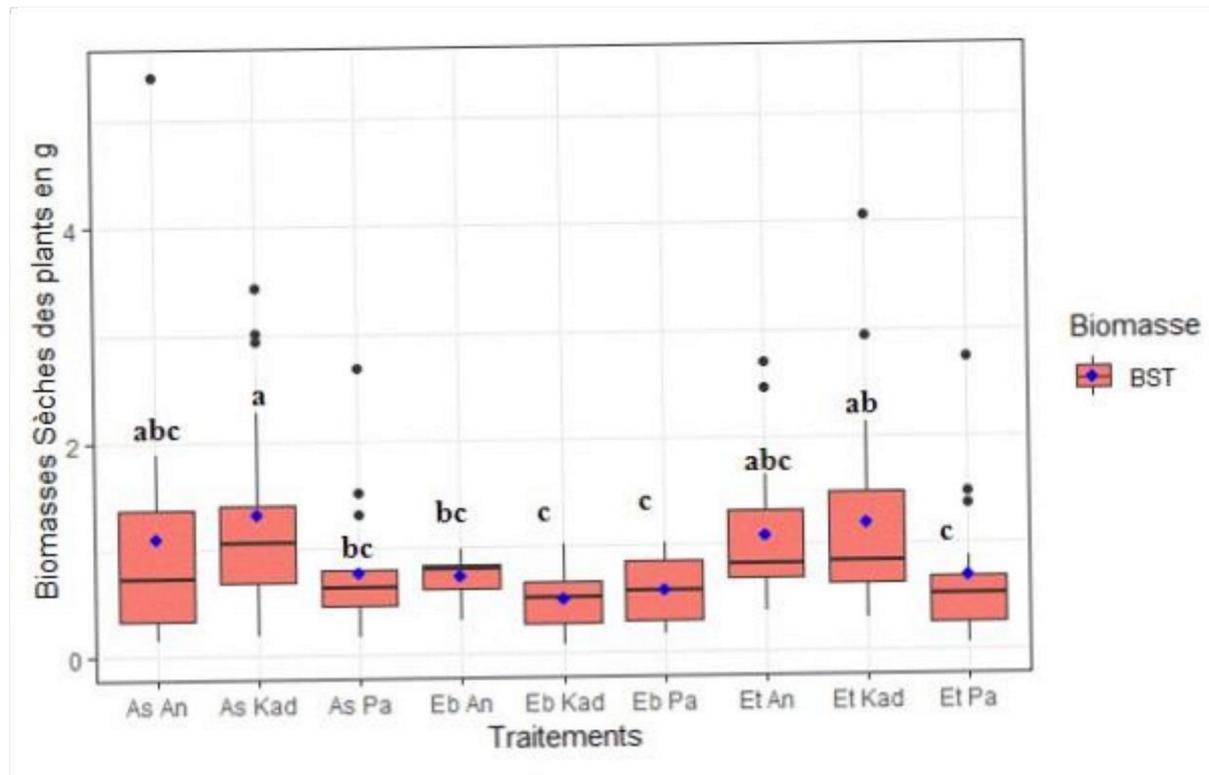


Figure 16: Biomasses sèches des plants en fonction des traitements

3.1.3.3. Fraction des biomasses sèches

L'ANOVA des biomasses sèches de la partie aérienne montre une différence significative entre les traitements ($p < 0,05$). Pour tous les substrats, les valeurs moyennes des biomasses sèches, la partie aérienne (tiges + branches, feuilles) est significativement plus importante que la partie racinaire (racines). En faisant une comparaison verticale de chaque partie des plants des valeurs moyennes, le substrat de kad a plus de biomasse suivie du substrat d'anacardier et en fin du palmier sauf à l'exception de la partie racinaire ou le substrat d'anacardier a plus de biomasse suivie de kad et en fin du substrat de palmier. Les meilleures biomasses sèches ont été notées chez le traitement AsKad ($0,56 \pm 0,44$ pour les tiges et branches et $0,53 \pm 0,45$ pour les feuilles) mais les plus faibles quantités de biomasses sèches ont été enregistrées chez le traitement EbKad ($0,18 \pm 0,14$ pour les tiges et blanches et $0,16 \pm 0,08$ pour les feuilles). Cependant que pour la partie racinaire, l'analyse de la variance de la biomasse sèche des racines ne montre pas de différence significative ($p > 0,05$). Les meilleures biomasses sèches racinaires ont été notées chez les traitements EtKad ($0,25 \pm 0,17$) et AsAn ($0,25 \pm 0,36$). Les plus faibles biomasses sèches racinaires ont été enregistrées chez les traitements AsPa ($0,15 \pm 0,10$) et EbPa ($0,15 \pm 0,08$) (Tableau 7).

7: Fraction des biomasses sèches en fonction des traitements

Traitements	Biomasse sèche (g)		
	Racines	Tiges et branches	Feuilles
AsKad	0,22 (± 0.12) a	0,56 (± 0.44) a	0,53 (± 0.45) a
EbKad	0,17 (± 0.17) a	0,18 (± 0.14) b	0,16 (± 0.08) b
EtKad	0,25 (± 0.17) a	0,52 (± 0.39) a	0,42 (± 0.39) ab
Moyenne	0,21 ($\pm 0,15$)	0,42($\pm 0,32$)	0,37 ($\pm 0,31$)
AsPa	0,15 (± 0.10) a	0,29 (± 0.19) b	0,31 (± 0.31) b
EbPa	0,15 (± 0.08) a	0,21 (± 0.17) b	0,22 (± 0.16) b
EtPa	0,18 (± 0.16) a	0,29 (± 0.29) b	0,22 (± 0.27) b
Moyenne	0,16 ($\pm 0,11$)	0,26($\pm 0,22$)	0,25 ($\pm 0,25$)
AsAn	0,25 (± 0.36) a	0,42 (± 0.56) ab	0,42 (± 0.41) ab
EbAn	0,19 (± 0.11) a	0,24 (± 0.14) b	0,30 (± 0.12) b
EtAn	0,23 (± 0.13) a	0,45 (± 0.30) ab	0,39 (± 0.27) ab
Moyenne	0,22 ($\pm 0,20$)	0,37 ($\pm 0,33$)	0,37 ($\pm 0,27$)
Pr	0,605	0,042	0,044

3.1.4. Teneur relative en eau (TRE)

3.1.4.1. Teneur relative en eau (TRE) des plants

L'ANOVA montre une différence significative ($p=0,045$) pour la TRE des plants entre les traitements. La TRE des plants la plus élevée a été notée au niveau du traitement EbPa ($0,71\pm 0,14$). La TRE des plants du traitement EbPa ($0,71\pm 0,14$) est significativement plus importante que celles des traitements AsKad ($0,59\pm 0,12$) et EbKad ($0,52\pm 0,20$). Cependant aucune différence significative n'a été notée entre la TRE des plants du traitement AsKad ($0,59\pm 0,12$) et celle du traitement EbKad ($0,52\pm 0,20$). Les TRE des plants les plus faibles ont été enregistrées chez les traitements AsKad ($0,59\pm 0,12$) et EbKad ($0,52\pm 0,20$). Il est noté que pour tous les traitements les TRE des plants sont supérieures à 0,50. (Figure 17).

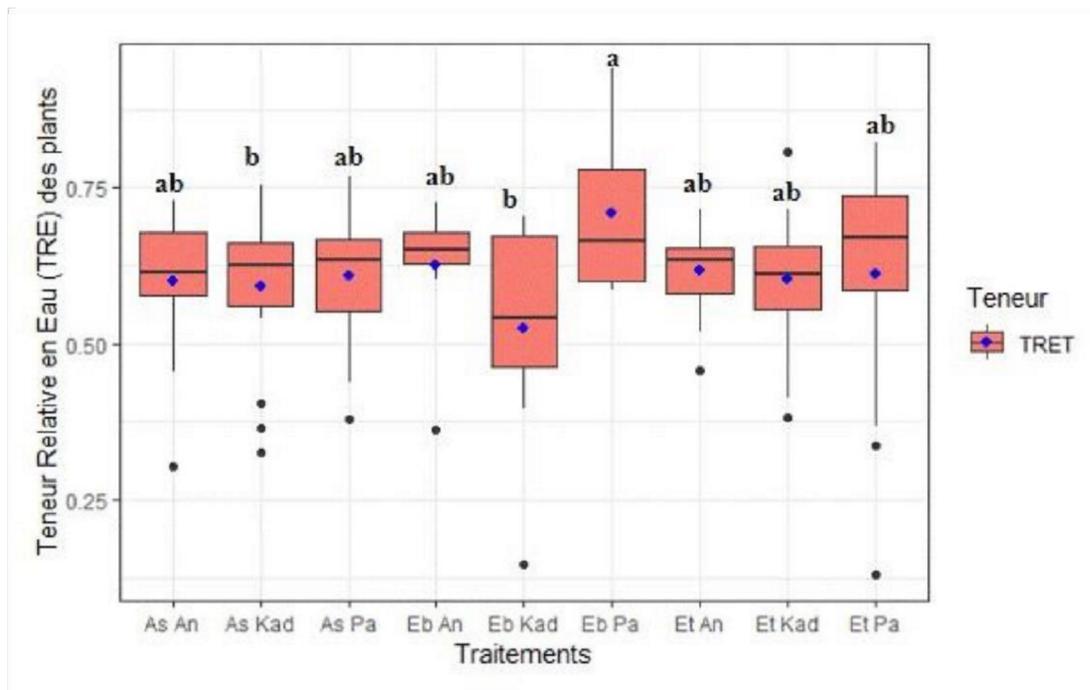


Figure 17: Teneur relative en eau (TRE) des plants en fonction des traitements

3.1.4.2. Fraction des teneurs relatives en eau (TRE)

L'analyse de la variance (ANOVA) de la TRE de la partie racinaire et des tiges et branches montre qu'il existe une différence significative entre les traitements ($p < 0,05$). Pour tous les substrats, les valeurs moyennes des teneurs relatives en eau, la partie racinaire (racines) est plus importante que la partie aérienne (feuilles, tiges + branches) en valeur absolue. En faisant une comparaison verticale de chaque parti des plants des valeurs moyennes, le substrat de palmier a plus de TRE suivie du substrat d'anacardier et en fin du kad pour toutes parties des plants. Les meilleures teneurs relatives en eau ont été notées chez le traitement EbPa ($0,78 \pm 0,12$ pour les racines et $0,73 \pm 0,14$) mais les plus faibles TRE ont été enregistrées chez les traitements EbKad ($0,44 \pm 0,29$) pour les racines et AsKad ($0,55 \pm 0,21$) et AsPa ($0,55 \pm 0,13$) pour les tiges et branches. Par contre, il n'y a pas de différence significative pour la teneur relative en eau des feuilles entre les traitements ($p = 0,833$). La meilleure TRE des feuilles a été notée chez le traitement EbAn ($0,64 \pm 0,19$) mais la plus faible TRE des feuilles a été enregistrée chez le traitement EtAn ($0,53 \pm 0,19$) (Tableau 8).

Tableau

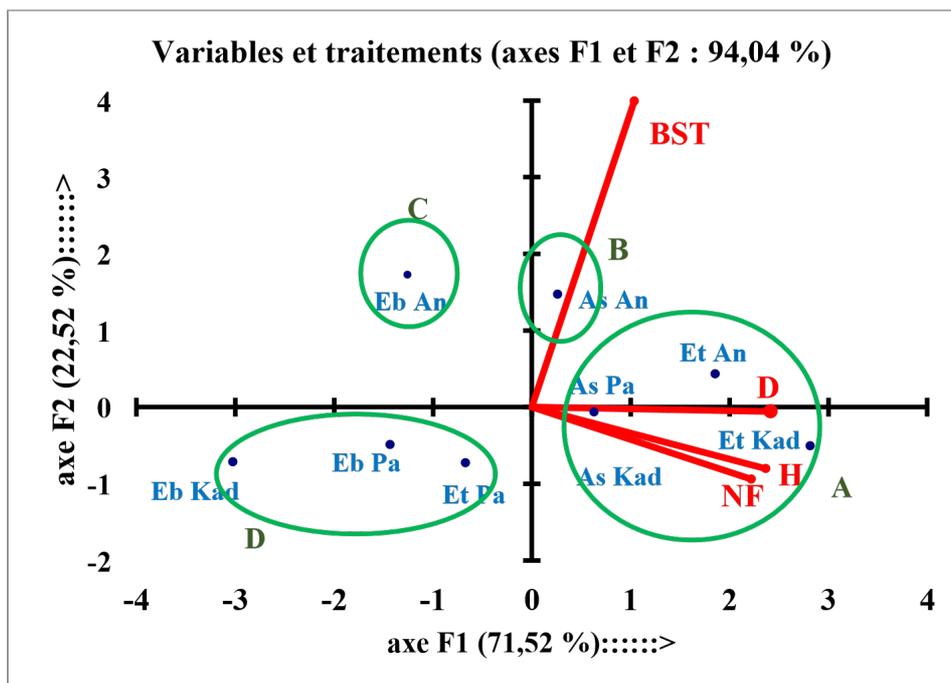
8: Fraction des teneurs relatives en eau (TRE) en fonction des traitements

Traitements	Teneur Relative en Eau		
	Racines	Tiges et branches	Feuilles
AsKad	0,66 ($\pm 0,19$) ab	0,55 ($\pm 0,21$) b	0,56 ($\pm 0,18$) a
EbKad	0,44 ($\pm 0,29$) c	0,57 ($\pm 0,21$) ab	0,54 ($\pm 0,13$) a
<u>EtKad</u>	<u>0,61 ($\pm 0,17$) ab</u>	<u>0,56 ($\pm 0,12$) b</u>	<u>0,61 ($\pm 0,21$) a</u>
Moyenne	0,57 ($\pm 0,22$)	0,56 ($\pm 0,18$)	0,57 ($\pm 0,17$)
AsPa	0,61 ($\pm 0,17$) ab	0,55 ($\pm 0,13$) b	0,61 ($\pm 0,16$) a
EbPa	0,78 ($\pm 0,12$) a	0,73 ($\pm 0,18$) a	0,63 ($\pm 0,23$) a
<u>EtPa</u>	<u>0,58 ($\pm 0,25$) bc</u>	<u>0,56 ($\pm 0,26$) b</u>	<u>0,62 ($\pm 0,31$) a</u>
Moyenne	0,66 ($\pm 0,18$)	0,61 ($\pm 0,20$)	0,62 ($\pm 0,23$)
AsAn	0,63 ($\pm 0,14$) ab	0,59 ($\pm 0,18$) ab	0,54 ($\pm 0,20$) a
EbAn	0,55 ($\pm 0,22$) bc	0,66 ($\pm 0,12$) ab	0,64 ($\pm 0,19$) a
<u>EtAn</u>	<u>0,67 ($\pm 0,15$) ab</u>	<u>0,59 ($\pm 0,09$) ab</u>	<u>0,53 ($\pm 0,19$) a</u>
Moyenne	0,62 ($\pm 0,17$)	0,61 ($\pm 0,19$)	0,57 ($\pm 0,19$)
Pr	0,042	0,040	0,833

3.1.5. Corrélation entre les variables évaluées et les différents traitements

A travers l'analyse des composantes principales (ACP) réalisée, la figure 17 présente la répartition des traitements en fonction des variables mesurées sur les plants de *Acacia mellifera*. Les axes F1 et F2 indiquent 94,04% de la variabilité étudiée. Les variables telles que le diamètre (33,47%), la hauteur des plants (32,13%) et le nombre de feuilles (28,24%) contribuent à

93,84% à la formation de l'axe F1 tandis que la variable BST contribue pour 91,18% à la formation de l'axe F2. Ainsi suivant les valeurs positives de F1, les traitements présentent une hauteur, un nombre de feuilles et un diamètre élevés. Cela est attesté par les corrélations positives et significatives entre ces variables (hauteur, nombre de feuilles et diamètre). Par ailleurs la production de biomasse totale issue des traitements augmente dans le sens des valeurs positives de F2. Dès lors, quatre groupes de traitements peuvent s'individualiser. Un groupe A constitué des traitements (EtAn, AsPa, EtKad et AsKad) qui influencent fortement la croissance en diamètre (0,35), en hauteur (17,05) et en biomasse foliaire (14,90) ; et un groupe B constitué du traitement (AsAn) qui influence fortement la BST (1,12). Un groupe C constitué du traitement (EbAn) qui influence négativement le nombre de feuilles (11,17) et un groupe D constitué des traitements (EbKad, EbPa et EtPa) qui influencent négativement la production de Biomasse Sèche Totale (0,83) (Figure 18).



BST : biomasse sèche totale ; D : diamètre ; H : hauteur et NF : nombre de feuilles

BST et D ($r=0,389$) ; BST et H ($r=0,229$) ; BST et NF ($r=0,202$) ; D et H ($r=0,966$) ; D et NF ($r=0,814$) ; H et NF ($r=0,826$)

Figure 18: Répartition des traitements en fonction des variables évaluées **Tableau 9:** Matrice de corrélation entre les variables étudiées

Variables	Nombre			BS T
	Diamètre	Hauteur de feuilles	de	
Diamètre	1,000			
Hauteur	0,705	1,000		
Nombre de feuilles	0,663	0,761	1,000	
BST	0,022	0,063	0,058	1 , 00 0

Tableau

3.2. Discussion

3.2.1. Taux de germination

3.2.1.1. Taux de germination en fonction des prétraitements

Cette étude a montré que pour avoir une germination des graines et un développement rapide de *Acacia mellifera*, le prétraitement des semences à l'eau tiède ou à l'acide sulfurique est nécessaire. De manière générale, les résultats révèlent que les graines prétraitées avec de l'eau tiède (81,28%) ont présenté un meilleur taux de germination comparées à celles soumises à l'acide sulfurique (63,75%) et l'eau bouillante (51,67%). Le prétraitement des semences permet d'avoir un temps ou une durée courte et un taux important pour la germination. Ces résultats corroborent ceux de Ahoton et *al.* (2009) au Bénin qui ont trouvé que les taux de germination de As (60%) et Eb (50%) et l'immersion, pendant 15 minutes, des semences de *Prosopis africana* dans l'acide sulfurique pur permet d'obtenir le plus fort taux de germination comparée à Eb dans ces travaux sur l'effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana*. Ces résultats ne sont pas conformes à ceux de Jaouadi et *al.* (2010) en Tunisie qui trouvent des taux de germination (As 45%, scarifié 31,25%, témoin 28,75% et Eb 7,5%) sur la germination des graines de *Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. Le prétraitement à l'eau chaude est un moyen efficace pour ramollir le tégument de la graine et pour réduire l'imperméabilité de celui-ci à l'eau. Selon Ahoton et *al.* (2009) du Bénin la durée de trempage des graines dans l'eau bouillante dépend de l'épaisseur et de la dureté des téguments de la graine. Ces prétraitements ont permis non seulement de réduire le délai entre le semis et la première germination (la durée de germination des graines) mais également d'augmenter le pourcentage de germination. Certes les téguments des graines de *A. mellifera* ne sont pas assez dures pour supporter la chaleur de l'eau à 100°C (eau bouillante) qui pourrait endommager les graines si ce n'est leur qualité défectueuse. L'efficacité de l'acide sulfurique pour lever l'inhibition tégumentaire avait été démontrée en Tunisie sur l'analyse de la capacité germinative de quelques espèces d'acacia exotique (Jaouadi et *al.*, 2004).

3.2.1.2. Taux de germination en fonction des substrats

Les résultats ont montré qu'aucune différence significative n'a été notée entre les taux de germination obtenu dans les différents substrats (Kad, An et Pa). Ces résultats sont similaires à ceux de Ndiaye et *al.* (2018) au Sud du Sénégal qui montrent que l'effet du substrat sur le taux de germination n'était pas significatif dans ces travaux sur les effets du substrat sur la germination et la croissance de *Moringa oleifera* Lam, *Acacia mellifera* (Vahl) Benth. et *Zizyphus mauritiana* Lam. Ces résultats sont en phase avec ceux de Hessou et *al.* (2009) au

Bénin, qui avait affirmé qu'il n'y a pas de différence significative entre le taux moyen de germination des graines de *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb en fonction des substrats et conclue

que le taux moyen de germination des graines n'est pas dépendant de l'état du substrat. Ceci peut être expliqué par le fait que le substrat est un support pour la bonne germination des graines. Selon les travaux de recherche de Chaussat et Ledeneuf (1975) en Bruxelles Montreal sur la germination des semences citées par Marouf et Reynaud (2007), la germination exige obligatoirement de l'eau au niveau du support. Celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division (Chaussat et Ledeneuf, 1975 cité par Marouf et Reynaud 2007).

3.2.1.3. Taux de germination en fonction des traitements

Les résultats révèlent que les traitements EtAn, EtKad et EtPa ont donné un taux de germination hautement significatif par rapport aux autres traitements (AsAn, AsKad, AsPa, EbAn, EbKad et EbPa). Ces résultats précédents confirment que l'effet est lié aux prétraitements. L'explication de ces résultats réside dans la forte hydratation des tissus de la graine, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire comme observé à Paris (France) par Heller et al. (2000), Reven et al. (2003) et Meyer et al. (2004) et de la variation de la quantité d'eau apportée par l'arrosage. En plus le stress hydrique périodique induit une plus grande capacité de germination chez *A. mellifera* selon Abdalkreem et Siam (2017), il en est de même pour sur les réponses de la germination au stress hydrique et caractéristiques morphométriques des graines citées par (Ndiaye et al., 2018). Les résultats obtenus avec le traitement à l'acide sulfurique (AsKad, AsAn et AsPa) sont similaires à ceux observés par Moulay (2012) sur les essais des procédés d'amélioration des performances germinatives des graines de *Acacia raddiana* et Jaouadi et al. (2010) en Tunisie dans ces recherches sur la germination des graines de *Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques cité par Benbada (2013) sur l'amélioration du taux de germination des graines de *Acacia raddiana* pour lever leur inhibition tégumentaire en ce qui concerne les pourcentages de taux de germination. Ces résultats ne corroborent pas à ceux des travaux de Kheloufi et Mansouri (2017) qui ont montré que les trempages des graines de *A. nilotica* dans de l'acide sulfurique pendant 15 et 120 minutes donnent des taux de germination inférieurs à 50%. Au regard des résultats des travaux de Quashie et al. (2012) in vitro, la présence de la lumière raccourcit le temps de germination tout en réduisant de 10 à 20%, les taux cumulés de germination. Ces résultats expliqueraient le fort taux de germination pour les différents traitements, car malgré le fait qu'une ombrière ait été construite et que la pépinière ait été placée sous un grand arbre, vers 10h, la lumière du soleil atteignait directement les plants jusqu'à 15h30.

3.2.2. Les paramètres de croissance

3.2.2.1. Nombre de feuilles

Les résultats ont montré l'existence d'une différence hautement significative sur le nombre de feuilles moyen des plants en fonction des différents traitements. Cette différence peut être due

à une carence d'éléments nutritifs dans les substrats (terreaux). Ces résultats sont en phase avec ceux de Ndiaye et *al.* (2018) au Sud du Sénégal (Ziguinchor) qui affirment que le nombre le plus élevé de feuilles a été enregistré dans le substrat de Kad, suivi de Palmier et d'Anacardier sur les effets du substrat sur la germination et la croissance de *M. oleifera Lam.*, *A. mellifera*

(*Vahl*) *Benth.* et *Z. mauritiana Lam* au niveau de la ferme du département d'Agroforesterie de UASZ. Néanmoins ce pouvoir fertilisant du palmier à huile a été souligné dans les travaux d'Akouehou et *al.* (2013) au Sud du Bénin sur la diversité floristique, sécurisation foncière et gestion des systèmes agroforestiers à palmier à huile (*Elaeis guineensis*) en zones périurbaines et rurales et Camara et *al.* (2017) en Basse Casamance (SENEGAL) sur l'importance socioéconomique d'*Elaeis guineensis* Jacq. (Palmier à huile). Ces résultats corroborent avec ceux de Mulugeta (2014) en Ethiopie qui trouve que le nombre de feuilles des plantules était significativement affecté par la différence de mélange de terreau et de sable sur l'effet de différents mélanges d'empotage sur la croissance et la survie des semis d'*Albizia Gummifera* et *Cordia Africana*.

3.2.2.2. Diamètre au collet

Les résultats de l'ANOVA révèlent que les traitements ont influencé significativement sur le diamètre au collet moyen des plants. Ces résultats ne corroborent pas avec ceux de Ndiaye et *al.* (2018) au Sud du Sénégal (Ziguinchor) qui trouvent que la croissance du diamètre a été significativement plus rapide sur les substrats de Kad et de Palmier que dans le substrat d'Anacardier dans ces recherches sur les effets du substrat sur la germination et la croissance de *M. oleifera Lam.*, *A. mellifera (Vahl) Benth.* et *Z. mauritiana Lam.* Cette différence peut être due à un manque d'éléments nutritifs que les plantules ont besoin pour la croissance rapide en diamètre au niveau de certains substrats et le substrat Kad est le meilleur par rapport aux deux autres (An et Pa). Ces résultats sont similaires à ceux de Giffard (1964) au Sénégal qui affirme que le terreau de *F. albida* (Kad) est riche en engrais composés de NPK. En effet l'azote (N) est un élément fondamental pour le fonctionnement et la performance des légumineuses.

3.2.2.3. Hauteur des plants

Les résultats de la taille des plants (hauteur des plants) obtenus ont montré l'existence d'une différence hautement significative entre les traitements. Ces résultats des effets des substrats ne sont pas similaires avec Ndiaye et *al.* (2018) qui déclarent que la hauteur a été significativement plus importante sur les substrats de Kad et de Palmier que dans le substrat

d'Anacardier au Sud du Sénégal (Ziguinchor). Cette croissance en hauteur a été stimulée par les macros et microéléments disponibles au niveau de certains substrats en quantité suffisante. Cette différence peut être expliquée par l'absence des macroéléments que les plantules ont besoin pour la croissance en hauteur au niveau des terreaux. Les terreaux de Kad (*F. albida*) et Pa (*E. guineensis*) sont les meilleurs par à An (*A. occidental*) en matière de croissance en hauteur. Ceci montre que le type de substrat influe sur le développement des individus de l'espèce *Acacia mellifera* pour le paramètre de croissance hauteur. La hauteur s'est mieux comportée dans le substrat kad que dans anacardier et palmier. Cela est dû à la différence de composition en nutriments entre les substrats au Sud du Sénégal (Ziguinchor) sur les effets du substrat sur la germination et la croissance de *M. oleifera* Lam., *A. mellifera* (Vahl) Benth. et *Z. mauritiana*

Lam. Ceci peut-être aussi expliqué par la richesse du substrat en azote (N) dû à l'apport du terreau qui est composé de NPK. Ceci peut être dû à une différence de fertilité. En effet l'azote (N) est un élément fondamental pour le développement et la performance des légumineuses fixatrices d'azote. Ces résultats sont en phase avec ceux de William (2003) en Bruxelles sur la physiologie végétale qui révèle qu'un excès d'azote (N) stimule une croissance exubérante de la partie aérienne, favorisant ainsi une augmentation du rapport tiges feuillées/ racines et hauteurs des plants. De même, Nacro (2018) au centre Nord du Burkina Faso avait révélé que la matière organique constitue une source supplémentaire d'éléments nutritifs, ce qui rend plus disponible les éléments nutritifs pour la croissance des plants de tomates. Ces éléments nutritifs jouent un rôle important dans la croissance en hauteur des plants. Cependant, Kitabala et *al.*

(2016) dans la Province du Lualaba (RD Congo) avaient trouvé le contraire en infirmant qu'aucune différence significative n'est observée sur les effets de différentes doses de compost sur la hauteur des plants de tomate. De manière générale, l'effet du substrat est plus marqué sur la hauteur que sur le diamètre des plants. Les résultats sont conformes au propos de Abebe et *al.* (2001) en Ethiopie, qui a également signalé que les différents mélanges des composants du substrat influaient différemment sur la croissance en hauteur.

3.2.3. Les biomasses

Les résultats ont montré qu'une différence significative a été notée entre la biomasse fraîche, la biomasse sèche des plants et la biomasse sèche aérienne obtenue dans les différents traitements mais pour la biomasse sèche racinaire il n'y a pas d'influence significative. Cela

peut être dû à la croissance des plants qui est forcément liée au degré de colonisation de leurs racines par des champignons. L'écart des biomasses sèches des plants entre les traitements peut être expliqué par la différence des substrats utilisés. Ces résultats sont en phase avec ceux de Diouf et *al.* (2013) qui trouvent une différence significative entre la biomasse sèche des plants (total), la partie sèche aérienne et sèche racinaire obtenue dans les différents traitements, une augmentation de la production de biomasse et l'amélioration de la nutrition minérale de *A. seyal* au Sénégal. Ces résultats ne sont pas similaires avec ceux Ndiaye et *al.* (2018) au Sud du

Sénégal (Ziguinchor) qui trouvent qu'une différence significative seulement chez la biomasse sèche racinaire lors de leurs travaux sur les effets du substrat sur la germination et la croissance de *M. oleifera* Lam., *A. mellifera* (Vahl) Benth. et *Z. mauritiana* Lam. Ces résultats infirment ceux de Goudiaby et *al.* (2018) au Sud du Sénégal (Ziguinchor) qui ne trouvent pas de différence significative sur les biomasses sèches aérienne, racinaire et totale en fonction des substrats dans leurs travaux sur l'effet des substrats sur la mycorhization et la croissance de *Anacardium occidentale* L. en pépinière et des sujets adultes sur les paramètres physicochimiques du sol. Des résultats similaires ont été rapportés par Sherzad et *al.* (2017) au Malaysia en testant l'effet de l'ombrage sur l'allocation de la biomasse. Ces résultats corroborent avec ceux de Koch (2018) en France, qui avait trouvé lors de son étude sur l'effet du stress hydrique sur la croissance de la tomate, une différence significative sur la biomasse aérienne sèche et la biomasse sèche des plants. Ces résultats infirment ceux de Koch (2018) en France, qui trouve lors de son étude sur l'effet du stress hydrique sur la croissance de la tomate, une différence significative sur la biomasse racinaire sèche. La biomasse sèche des plants, des parties aériennes et des parties racinaires varient proportionnellement à la dose d'eau contenue dans le substrat de Koch (2018) en France. Ceci peut être expliqué par une bonne irrigation durant la survie des plants.

3.2.4. Teneur relative en eau (TRE)

Les résultats de l'ANOVA révèlent l'existence d'une différence significative entre la TRE des plants, la TRE de la partie racinaire et la TRE des tiges et branches en fonction des traitements mais pour la TRE des feuilles qu'aucune différence significative n'a été pas notée entre les traitements. Ces résultats ne sont pas en phase avec ceux de Ndiaye et *al.* (2018) au Sud du Sénégal (Ziguinchor) dans leurs travaux sur les effets du substrat sur la germination et la croissance de *M. oleifera* Lam., *A. mellifera* (Vahl) Benth. et *Z. mauritiana* Lam qui trouvent l'existence d'une différence significative au niveau de la TRE des plants et les différentes

parties des plants (racinaire et aérienne). En effet, nos résultats indiquent que la teneur relative en eau régresse avec l'abaissement de l'humidité du substrat. Ceci est prouvé par une nette corrélation significative entre les substrats des plants, et la biomasse sèche totale (BST). Selon Khaldoun et *al.* (1990), Monneveux et *al.* (1993), cité par Rekika (1997) en France exposent que la dépression du niveau d'alimentation hydrique des substrats s'accompagne toujours d'une réduction de la teneur relative en eau (TRE) des tissus des plants. Ceci peut être aussi expliqué par la perte d'eau des feuilles lors des travaux et une augmentation lente du nombre de feuilles.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les résultats des tests de germination ont montré que le taux de germination de *A. mellifera* est important et germe plus vite avec le prétraitement à l'acide sulfurique (As) et l'eau bouillante

(Eb) par rapport au prétraitement à l'eau tiède (Et). Le taux de germination est plus élevé au niveau du traitement à l'eau tiède suivi du traitement à l'acide sulfurique pour tous les substrats et le plus faible a été enregistré au niveau du traitement à l'eau bouillante. Les substrats de kad (Kad) et de palmier (Pa) ont donné les meilleurs résultats et le plus faible a été noté au niveau du substrat d'anacardier (An) pour le test de germination par substrat. Les résultats ont également montré que les paramètres de croissance (hauteur, diamètre au collet, nombre de feuilles et biomasses) de l'espèce en pépinière varient en fonction des traitements (substrats). Une maîtrise des espèces sauvages telles que *A. mellifera* ayant fait l'objet de cette étude, doit permettre de faciliter et sécuriser leur utilisation par les populations rurales qui y tirent une partie de leurs besoins. Ceci pourrait permettre à infléchir la tendance de baisse des ressources phytogénétiques par ce processus de domestication. La domestication constitue un long processus cherchant l'adaptation d'un matériel végétal sauvage aux conditions environnementales de l'agriculture.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdalkreem I.H., et Siam A.M., 2017.** Germination responses to water stress and morphometric characteristics of seeds of *Acacia mellifera* and *Acacia laeta*. Issue No 9 june 2017, *Journal of Applied Sciences*, University of Al Fashir ISSN 1558-6872.
- Abebe Y., Dirib B., et Benti T., 2001.** Determination of optimum nursery soil mixture and pot size for pot size for *E. amaldulensis* and *A. mearnsii* at Bako. *Livestock in Food Security–Roles and Contributions*, 235. Cof. Proc. *Ethiopia society of soil sciences*. pp. 157166. [http://www.kefri.org/.](http://www.kefri.org/)
- Ahoton L.E., Adjakpa J.B., Ifonti M’po., et Akpo E.L., 2009.** Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub., (Césalpiniciacées). *Tropicultura*.
- Akouehou G.S., Assogba D.O., Houndonougbo A., et Sinsin A.B., 2013.** Diversité floristique, sécurisation foncière et gestion des systèmes agroforestiers à palmier à huile (Elaeis guineensis) en zones périurbaines et rurales du Département de l’Atlantique au Sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(3), 11801189.
- Amivi., Tete., Quashie M. L. A., Lawsonvi K., Kouami K., Aweto A.O., et Ishola M.A., 1994.** The impact of cashew (*Anacardium occidentale*) on forest soil. *Experimental Agriculture* 30(3): 337-341. <https://doi.org/10.1017/S0014479700024443>.
- Bationo B., 1995.** Contribution à l'étude de quelques espèces ligneuses locales en semis direct dans la zone nord de la sissili (département de POUNT). Mémoire de DEA université d’Ouagadougou. 199 pages.

Benbada S., 2013. *Amélioration du taux de germination des graines d'Acacia raddiana pour lever leur inhibition tégumentaire.* Mémoire de fin d'études, Université Kasdi MerbahOuargla, 198 pages.

Benbrahim K.F., Berrada1 H., Ghachtouli1 N.E., et Ismaili M., 2014. Les acacias: des plantes fixatrices d'azote prometteuses pour le développement durable des zones arides et semi-arides. [Acacia: Promising Nitrogen fixing trees for sustainable development in arid and semi-arid areas]. *International Journal of Innovation and Applied*

Studies, 8(1), 46.

Benbrahim K.F., et Ismaili M., 2002. Interactions in the symbiosis of *Acacia saligna* with *Glomus mosseae* and Rhizobium in a fumigated and unfumigated soil. *Arid Land Research and Management*. 16 (4): 365 - 376.

Benbrahim K.F., Ismaili M., et Salema M.P., 1998. Improving biological nitrogen fixation of *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl. by concentrated inoculant, repeated inoculation and phosphorus addition. *Harnessing biological nitrogen fixation in african agriculture Challenges and opportunities.* S. M. Mpeperekki and F. T. Makonese (eds.). pp: 173 - 181. *University of Zimbabwe publications.*

Bethlenfalvay G. J., Brown M.S., et Stafford A.E., 1985. Glycine – Glomus – Rhizobium symbiosis. II- Antagonistic effects between mycorrhizal colonization and nodulation. *Plant Physiol.* 79(4): 1054 – 1058.

Boulet-Gercourt B., Nepveu G., 1988. Relations entre certaines propriétés du bois et les fentes des arbres sur pied chez *Abies grandis* (Lindl.). *In Annales des Sciences forestières*, vol.45, n°1,1988, pp. 33-51.BRGM. Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille d'Alençon, n°251(XVII-16) et notice explicative.

Camara B., Sagna B., Ngom D., Niokane M., et Gomis Z. D., 2017. Importance socioéconomique d'*Elaeis guineensis* Jacq. (Palmier à huile) en Basse Casamance (SENEGAL). *European Scientific Journal* April 2017, edition Vol.13, No.12 ISSN : 1857 –7881 (Print) e ISSN 1857-7431 pp. 214-230.

Charney J.G., 1975. Dynamics of deserts and drought in Sahel. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.* 101(428) ,193-202.

- Chaussat R., et Ledeunef Y., 1975.** La germination des semences. Ed.Bordas. *Paris*.
BRUXELLES MONTREAL. 84 pages.
- Chaux C.L., et Foury C.L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III :
légumineuse potagères, légumes fruits. *Tec et Doc Lavoisier, Paris*. 563p.
- Cluett H. C., et Boucher D.H., 1983.** Indirect mutualism in the legume Rhizobium –
mycorrhizal fungus interaction. *Oecologia*, 59 : 405 – 408.
- Cornet F., et Diem H.G., 1982.** Etude comparative de l'efficacité des souches de Rhizobium
d'Acacia isolées de sols du Sénégal et effet de la double symbiose Rhizobium /
Glomus mossaea sur la croissance d'*Acacia holosericea* et *A. raddiana*. *Bois et Forêts
des Tropiques*, 198 : 3-15.
- Descroix L., Djiba S., Sané T., et Tarchiani V., 2015.** EAUX ET SOCIÉTÉS FACEAU
CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DE LA CASAMANCE. *Actes
de*

*l'Atelier scientifique et du lancement de l'initiative «Casamance: un réseau
scientifique au service du développement en Casamance»* du 15-17 juin 2015 à Hôtel
KADIANDOUMAGNE de Ziguinchor, Sénégal. ISBN: 978-2-343-07690-4.
- Diallo I., 2002.** *Etude de la biologie de la reproduction et de la variabilité génétique chez le
jujubier (Zizyphus mauritiana Lam.)*. Thèse doctorat, Université Cheikh Anta Diop de
Dakar. 99 pages.
- Diatta C.D., Gueye M., et Akpo L.E., 2013.** Les plantes médicinales utilisées contre les
dermatoses dans la pharmacopée Baïnouk de Djibonker, Sénégal. *Journal of Applied
Biosciences*, 70, 5599-5607.
- Diouf D., Fall D., Kane A., Ba B.A.T., Ba A.M., et Duponnois R., 2013.** Effet de
l'inoculation avec des souches de Mesorhizobium sp. et/ou des champignons
micorhiziens à arbuscules sur la croissance et la nutrition minérale de plants d'Acacia
seyal Del.

235261.

- FAO., 1981.** Gi Ressource Genetique d'Essence Arborées des zones Arides. *Unasyva*, 33(133) Palmberg.
- Foley J.A., Coe M.T., Scheffer M., et Wang G., 2003.** Regime Shifts in the Sahara and Sahel:
Interactions between Ecological and Climatic Systems in Northern Africa. *Ecosystems*. 6:524-539.
- Fterich A., Mahdhi M., et Mars M., 2012.** Impact of grazing on soil microbial communities along a chronosequence of *Acacia tortilis* subsp. raddiana in arid soils in Tunisia.
European Journal of Soil Biology 50 (2012) 56-63.
- Gallais J., 1975.** Paysans et pasteurs du Gourma. *La condition sahélienne*. Paris: Centre Nationale de la Recherche Scientifique. DES CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS A ARBUSCULES SUR LA CROISSANCE ET LA NUTRITION MINERALE DE PLANTS D'A. *SEYAL DEL*. 19 pages.
- Giffard P.L., 1964.** Les possibilités de reboisement en *Acacia albida*, au Sénégal. *Bois & Forêts des Tropiques* 95(95): 21-33.
- Giffard P.L., 1974.** Les essences de reboisement au Sénégal : les gommiers (*Acacia senegal* willd. *Acacia laeta* R. Br.)CTFT, Dakar, 31pages.
- Goudiaby A.O.K., Diedhiou S., Ndiaye S., Ndour N., et Ndoye I., 2018.** Effet des substrats sur la mycorhization et la croissance de *Anacardium occidentale* L. en pépinière et des sujets adultes sur les paramètres physico-chimiques du sol. *Afrique SCIENCE* 14(6) (2018) 148 - 159 148. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>.
- Guinet P., et Vassal J., 1978.** Hypotheses on the differentiation of the major groups in the genus *Acacia* (Leguminosae). *Kew Bulletin*, 32 (3): 509-527.
- Hall T.B., Rosillo-Calle F., Williams R.H., et Woods J., 1993.** Biomass for energy: supply prospects. in T. B.Hall, H. Kelly, A. K. N. Reddy, and R. H. Williams, (eds.) *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, *Island Press, Washington, DC*.:593-651.

Harper R.J., Beck A.C., Ritson P., Hill M.J., Mitchell C.J., Barrett D.J., Smettem K.R.J., et Mann S.S., 2007. The potential of greenhouse sinks to underwrite improved land management. *Ecological Engineering*. 29:329-341.

Heller R., Esnault R., et Lance C., 2000. *Physiologie Végétale et Développement*. Dunod: Paris ; 366p.

Hessou C., Glele K.R., Assogbadjo A.E., Odjo T., et Sinsin B., 2009. Test de germination des graines de *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(2). Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 526 Cotonou, Bénin * Auteur correspondant. 3(2):310-317 DOI: [10.4314/ijbcs.v3i2.44507](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i2.44507).

Houghton R.A., 1990. The future role of tropical forests in affecting the CO₂ concentration in the atmosphere. *Ambio*. 19: 204-209.

Jaouadi W., Hamrouni L., Hanana M., et Khouja M.L., 2004. Analyse de la capacité germinative de quelques espèces d'acacia exotique, 247 pages.

Jaouadi W., Hamrouni L., Souayeh N., et Khouja M.L., 2010. Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis subsp. raddiana* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(4): 643-652. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aer/1504_355368.

Jones E.R., Wishnie M.H., Deago J., Sautu A., et Cerezo A., 2004. Facilitating natural regeneration in *Saccharum spontaneum* (L.) grasslands within the Panama Canal Watershed: effects of tree species and tree structure on vegetation recruitment patterns. *Forest Ecology and Management*. 191:171-183.

Kamara C.S., et Haque I., 1992. *Faidherbia albida* and its effects on Ethiopian highland Vertisols. *Agroforestry Systems* 18(1): 17-29. <https://doi.org/10.1007/BF00114814>.

Kheloufi A., et Mansouri L.M., 2017. Effet de l'acide sulfurique sur la germination d'un arbre fourrager *Acacia nilotica* (L.) subsp tomentosa. *Livestock Research for Rural Development*, 29. Article #27. DOI : <http://www.lrrd.org/lrrd29/2/khel29027.html>.

Kitabala M.H., Tovihoudji U.J.J., Kalenda M.A., Tshijika I.M., et Mufind K.M., 2016.

Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba (RD Congo). *Journal of Applied Biosciences* 102 : 9669-9679.

Koch G., 2018. Thèse : Effet du stress hydrique sur la croissance de la tomate : une étude multiéchelle, de la cellule à la plante entière pour une meilleure compréhension des interactions entre es échelles. 244 pages.

Konate N.M., 2010. Thèse : Diversité interspécifique d'efficiences d'utilisation de l'eau des acacias sahéliens et australiens. 123 pages.

Lebel T., Diedhiou A., et Laurent H., 2003. Seasonal cycle and interannual variability of the Sahelian rainfall at hydrological scales. *Journal of Geophysical Research*. 108 (D8):1401-1411 (and 8389).

Le-Houérou H., 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sécheresse*. 6:167-82.

Marcar N.E., Hussain R.W., Arunin S., et Beeton T., 1991. Trials of Australian and other Acacia species on salt-affected land in Pakistan, Thailand and Australia, in J.W.Turnbull (ed.). *Advances in Tropical Acacia Research, ACIAR Proceedings No. 35*, pp. 229-232.
Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

Marouf A., et Reynaud J., 2007. La botanique de A à Z. 1662 définitions. Ed Dunod : 286 pages.

Maslin R.B., Miller J.T., et Seigler S.D., 2003. Overview of the generic status of *Acacia* (leguminosae : Mimosoidae). *Australian Systematic Botany*, 16, 1-18.

Meyer S., Reeb C., et Bosdeveix R., 2004. *Botanique, Biologie et Physiologie Végétale*. Ed. Moline : Paris ; 61pages.

- Moulay S., 2012.** Essais des procédés d'amélioration des performances germinatives des graines de l'*Acacia raddiana*, Mémoire d'Ingénieur. Université Kasdi Merbah-Ouargla, 34 pages.
- Mulugeta G., 2014.** Effect of Different Potting Mixture on the Seedling Growth and Survival of *Albizia Gummifera* and *Cordia Africana*. *Journal of Natural Sciences Research* 4(3): 25-33. ISSN 2225-0921.
- Mutai C., Bii C., Vagias C., Abatis D., et Roussis V., 2009.** Antimicrobial activity of *Acacia mellifera* extracts and lupane triterpenes. *Journal of Ethnopharmacology* 123 143–148.
- Nacro. S. R., 2018.** Mémoire : Effets des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au centre Nord du Burkina Faso. 35 pages.
- Ndiaye M., Cavalli E., Manga A.G.B., et Diop T.A., 2011.** Improved *Acacia senegal* growth after inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi under water deficiency conditions. *Int. J. Agric. Biol.*, 13: 271–274.
- Ndiaye O., Goudiaby A.O.K., et Sambou A., 2018.** Effects of substrate on germination and growth of *Moringa oleifera* Lam., *Acacia mellifera* (Vahl) Benth. and *Zizyphus mauritiana* Lam. Seedlings. *REFORESTA*, (6), 86-99.
- Noumi Z., 2010.** *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan en Tunisie présaharienne: structure du peuplement, réponses et effets biologiques et environnementaux (Doctoral dissertation, Bordeaux 1) Structures du peuplement, réponses et effets biologiques et environnementaux. Ouvrage publié avec le soutien de Roselt, 251 pages.
- Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R., et Anthony S., 2009.** Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0 (<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>). 5 pages.
- Pesson P., et Louveaux J., 1984.** Pollinisation et production végétales. Ed INRA. 663pages.

- Quashie P.K., Mesplède T., Han Y., Oliveira M., Singhroy D.N., Fujiwara T., Underwood M.R., and Wainberg M.A., 2012.** Characterization of the R263K Mutation in HIV-1 Integrase That Confers Low-Level Resistance to the Second-Generation Integrase Strand Transfer Inhibitor Dolutegravir. *Journal of virology*, 86(5), 2696-2705.
- Quezel P., et Santa S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales. 2 Vol. Ed. CNRS, Paris.1170. No. 581.965 Q8.
- Rekika D., 1997.** Identification et analyse génétique des caractères physiologiques liés au rendement en conditions de sécheresse chez le blé dur. Intérêt potentiel des espèces sauvages apparentées pour l'amélioration de ces caractères. Thèse Doctorat, ENSAM France: 160 pages.
- Reven P.H., Evert R.F., et Eichhon S.E., 2003.** *Biologie Végétale* (1ère édition). Ed De Boeck Université ; 565 pages.
- Rey Y., et Costes C., 1965.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. 111 pages.
- Roose E., Albergel J., De Noni G., Laouina A., et Sabir M., 2016.** Actes de la session VII organisée par le Réseau E-GCES de l'AUF au sein de la conférence ISCO de Marrakech (Maroc) (<http://www.ma.auf.org/erosion>). 405 pages.
- Roupsard O., Ferhi A., Granier A., Pallo F., Depommier D., Mallet B., Joly H.I., et Dreyer E., 1999.** Reverse phenology and dry-season water uptake by *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. in an agroforestry parkland of Sudanese west Africa. *Functional Ecology*. 13:460-472. 24 pages.
- Roussel J., 1984.** Germination des semences forestières : utilisation de l'acide sulfurique concentré en prétraitement des principales espèces sahéliennes, soudano-sahéliennes et exotiques – Fiche technique n°3 – CNRF/ISRA, Dakar, 5 pages.
- Sherzad O.H., Zaki H.M., Hazandy A.H., et Azani A.M., 2017.** Effect of different shade periods on *Neobalanocarpus heimii* seedlings biomass and leaf morphology. *Journal of Tropical Forest Science*: 457-464. <https://doi.org/10.26525/jtfs2017.29.4.457464>. 9 pages.

- Tajini F., Trabelsi M., et Drevon J.J., 2012.** Combined inoculation with *Glomus intraradices* and *Rhizobium tropici* CIAT899 increases phosphorus use efficiency for symbiotic nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris*L.). *Saudi Journal of Biological Sciences* (2012) 19, 157–163.
- Traore A., 2000.** Étude de la reproduction et du développement des graines d'espèce forestière (A. DC) Pichon au Sénégal. 100 pages.
- USAID et CILSS., 2002.** Investing in tomorrow's forests: toward an action agenda for revitalizing forestry in West Africa., 35 pages.
- Wickens G.E., Din S.E., Sita G., et Nahal I., 1996.** Rôle des acacias dans l'économie rurale des régions sèches d'Afrique et du Proche-Orient. Cahier FAO conservation, 10201149.
- William G., 2003.** Physiologie végétale, Edition De Boeck Université, rue des Minimes 39, B1000 Bruxelles, 110-115p.
- Wishnie M.H., Dent D.H., Mariscal E., Deago J., Cedeno N., Ibarra D., Condit R., et Ashton P.M.S., 2007.** Initial performance and reforestation potential of 24 tropical tree species planted across a precipitation gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management*. 243:39-49.