

Effets du substrat et du régime hydrique sur la croissance de *Afzelia africana* Smith ex Pers. en pépinière en Basse Casamance (Ziguinchor/Sénégal)

Joseph Saturnin Dieme

Boubacar Camara

Aly Diallo

Arfang Ousmane Kémo Goudiaby

Babacar Ndiaye

Saran Diallo

Département Agroforesterie,

Université Assane Seck de Ziguinchor, Ziguinchor, Senegal

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n36p148](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n36p148)

Submitted: 27 August 2025

Accepted: 23 December 2025

Published: 31 December 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Dieme, J.S., Camara, B., Diallo, A., Goudiaby, A.O.K., Ndiaye, B. & Diallo, S. (2025). *Effets du substrat et du régime hydrique sur la croissance de Afzelia africana* Smith ex Pers. en pépinière en Basse Casamance (Ziguinchor/Sénégal). European Scientific Journal, ESJ, 21 (36), 148. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n36p148>

Résumé

Cette étude porte sur *Afzelia africana* qui est une espèce très prisée pour son importance socioéconomique au niveau des pays du Sahel ce qui entraîne une forte pression anthropique sur l'espèce. Cette dernière associée aux conditions climatiques qui sont souvent difficiles causent un handicap sur la régénération de l'espèce ainsi que sur sa conservation en milieu naturel. L'objectif de cette étude est de d'évaluer l'effet du substrat et du régime hydrique sur la croissance et le développement des jeunes plants de *A. africana* en pépinière. Des graines prétraitées avec ces trois prétraitements ont été conduites en pépinière et semées sur du substrat constitué du sable et du terreau d'anacardier avec les proportions 1/3 terreau, 2/3 terreau, 3/3 terreau et 3/3 sable et les issus du semis direct ont subi à 60JAS un stress hydrique avec un régime d'arrosage différent (1fois/jour ; 1fois/2jours ; 1fois /3jours et 1fois /4jours) pour un test de croissance. Les résultats de l'étude montrent que les substrats 1/3 terreau, 2/2 terreau et 3/3 terreau ont donné les meilleures croissances comparées au substrat 100% sable à 60JAS. Pour le régime

hydrique, ce sont les fréquences 1 fois/jour, 1 fois/2jours et 1 fois/3jours qui ont enregistré les meilleures croissances en diamètre respectivement de 4,79+/-0,52 cm, de 4,86+/-0,47 cm et 4,80+/-0,50 cm, en hauteur respectivement de 24,21+/-2,58 cm, 23,99+/-3,65 cm et 23,50+/-3,46 cm et en nombre de feuilles (5,15+/-0,78 feuilles) comparées à la fréquence 1 fois/4jours à 105JAS et 45 jours après l'application du stress.

Mots-clés: *Afzelia africana*, substrat, stress hydrique, fréquence

Effects of Substrate and Water Regime on the Growth of *Afzelia africana* Smith ex Pers. in Nursery in Lower Casamance (Ziguinchor/Senegal)

Joseph Saturnin Dieme

Boubacar Camara

Aly Diallo

Arfang Ousmane Kémo Goudiaby

Babacar Ndiaye

Saran Diallo

Département Agroforesterie,
Université Assane Seck de Ziguinchor, Ziguinchor, Senegal

Abstract

This study focuses on *Afzelia africana*, a species that is highly prized for its socio-economic importance in Sahelian countries, which results in strong anthropic pressure on the species. This pressure, combined with the often difficult climatic conditions, has a negative impact on the regeneration of the species and its conservation in the wild. The objective of this study is to contribute to the evaluation of the effect of the substrate on the growth and development of seedlings in the spine. Seeds pre-treated with these three pre-treatments were conducted in nursery and sown on a substrate made of sand and cashew potting soil with the proportions 1/3 potting soil, 2/3 potting soil, 3/3 potting soil and 3/3 sand and the direct seeded ones were subjected to a water stress at 60 days with a different watering regime (1x/day, 1x/2days, 1x/3days and 1x/4days) for a growth test. The results of the study show that the 1/3 potting soil, 2/2 potting soil, and 3/3 potting soil substrates gave the best growth compared to the 100% sand substrate at 60 days. For the water regime, the 1x/day, 1x/2day and 1x/3day frequencies recorded the best growth in diameter 4,79+/-0,52 cm, de 4,86+/-0,47 cm et 4,80+/-0,50 cm respectively, height, 24,21+/-2,58 cm, 23,99+/-3,65 cm et 23,50+/-3,46 cm

respectively and number of leaves ($5,15 \pm 0,78$ leaves) compared to the 1×4 day frequency at 105 days and 45 days after the application of the stress.

Keywords: *Afzelia africana*, substrate, stress, water regime, frequency

Introduction

Les forêts tropicales sont les plus diversifiées, mais aussi les plus menacées (Sanoussi et al., 2019). Dans le Sud du Sénégal, qui dispose de formations forestières, l'expansion de l'agriculture souvent accompagnée d'une forte demande en bois, du développement du pâturage et de la multiplication des feux de brousse, constitue, avec la détérioration des conditions climatiques, l'un des facteurs majeurs de la régression du couvert forestier (N'Gaïde, 1997; Sané, 2003; CSE, 2015, Tappan et al., 2004, Solly et al., 2018;) *Afzelia africana* est une des espèces à usages multiples les plus menacées en Afrique (Donkpegan et al., 2014) *Afzelia africana* est un grand arbre de la famille des Césalpiniacées dont le bois, de grande qualité, est recherché par les industriels du bois. Outre la bonne qualité de son bois, elle présente également d'intéressantes propriétés médicinales et agroforestières, tout en jouant un rôle culturel et culturel non négligeable (Donkpegan et al., 2014) Elle est jugée comme une ressource menacée au Mali, au Burkina Faso, au Nigéria, au Cameroun (Gérard & Louppe, 2011), et particulièrement au Bénin où elle se fait de plus en plus rare (Bonou et al., 2009; Sinsin et al., 2004)

En effet, *Afzelia africana* subit une forte pression pour la production de fourrage dans de nombreux pays (Sinsin et al., 2004, Ouédraogo et al., 2006;). L'espèce est très exploitée comme bois d'œuvre, (perches pour la construction) bois de service et bois d'énergie. Les peuplements sont souvent défrichés à des fins agricoles (Assogbadjo et al., 2010) Presque tous les organes sont utilisés par les populations pour la satisfaction de leurs besoins économiques, alimentaires et socioculturels (Sanoussi et al., 2019). Les multiples utilisations de *Afzelia africana*. en Afrique de l'Ouest, en particulier l'utilisation des graines, ont entraîné une pression permanente sur les populations naturelles. Ces différentes pressions anthropiques limitent non seulement la production en fruits de l'espèce, mais aussi entrave sa régénération en milieu naturel. Selon Padonou et al., (2013), le taux de germination des graines de *Afzelia africana* est faible. La régénération naturelle de l'espèce semble plus abondante en zone soudanienne (Ouédraogo et al., 2006) qu'en zone guinéenne (Bonou et al., 2009). La longévité des semences et la survie des plantules sont des facteurs déterminants de la régénération des espèces forestières (Bariteau, 1992; Bationo et al., 2001) De plus, la viabilité des semences et la résistance des plantules aux multiples agressions en milieu naturel peuvent être déterminées par des facteurs biologiques et écophysologiques propres aux espèces elles-mêmes (Miquel,

1987, Willan, 1992, Mapongmetsem et *al.*, 1999, Dirik, 2000; López et al., 2000;).

La survie de cette *Afzelia africana* pourrait donc reposer sur des approches de gestion appropriées et associées à des techniques de régénération naturelle et/ou assistée. Afin de mieux comprendre les aspects importants de la biologie reproductive de *Afzelia africana*, il est nécessaire d'effectuer des observations, par exemple sur la germination des graines mais aussi sur la croissance des plantules. L'écologie de reproduction des *Afzelia* de forêts denses humides demeure très peu étudiée. Seules des informations très ponctuelles concernant les phénophases de ces espèces sont disponibles (Donkpegan et *al.*, 2014). Aussi, une évaluation de la capacité de germination de semences de *Afzelia africana* selon les morphotypes (Padonou et *al.*, 2013) et selon les prétraitements (Diallo et *al.* 2023) a été réalisée. Aussi, Padonou et *al.* (2013) ont évalué la capacité de croissance de plantules de *Afzelia africana* selon les morphotypes. C'est dans cette dynamique que s'inscrit la présente étude qui a pour objectif principal de déterminer les meilleures conditions de production de plants de *Afzelia africana*. Il s'agit spécifiquement d'évaluer l'effet du substrat et du régime hydrique sur la croissance et le développement des jeunes plants en pépinière.

Materiel et Methodes

Méthode

Présentation du site d'étude

L'essai a été mené au niveau de la ferme expérimentale du département d'Agroforesterie de l'Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ). Cette dernière se trouve dans la ville de Ziguinchor (Figure 1). La ferme est située à 12°32'15,88" de latitude Nord et de 16°16'40,89" de longitude Ouest et est caractérisée par une pluviométrie moyenne comprise entre 1300 et 1500 mm par an. Le climat est de type tropical qui appartient au domaine Sud soudanien côtier caractérisé par une longue saison sèche (Octobre à Mai), et une saison des pluieuses qui dure quatre mois (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).

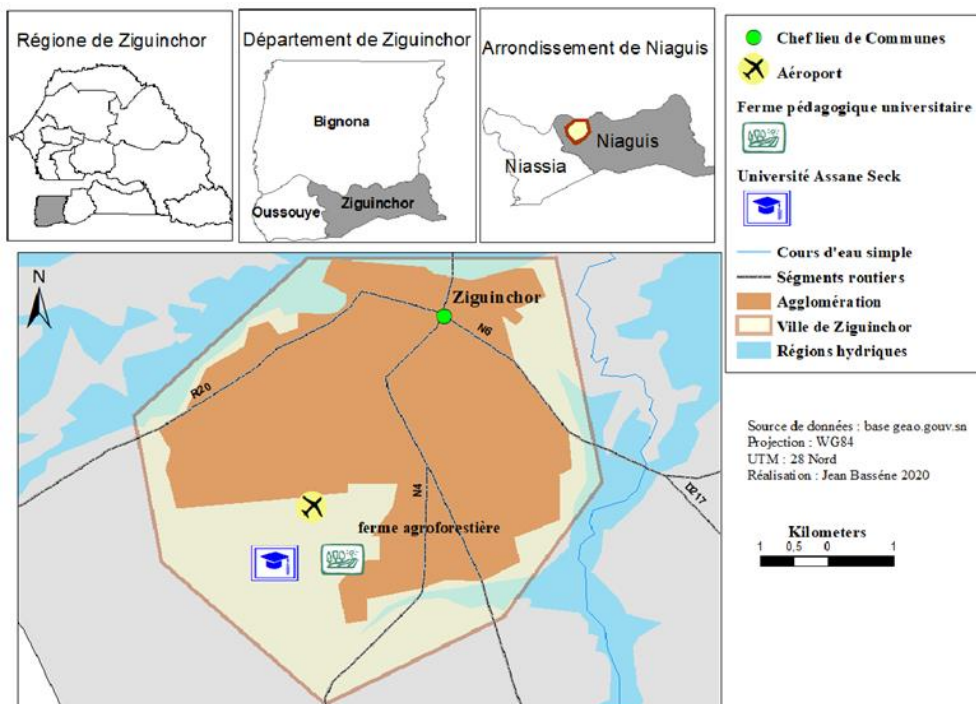


Figure 1 : Carte de localisation du site (source Ndiaye et *al.*, 2018)

Conduite de l'essai

Facteurs étudiés et dispositif expérimental

Deux facteurs ont été étudiés dans le cadre de cette expérimentation:

- **Facteur 1** : proportion de terreau avec quatre (4) modalités (100% sable, 1/3 de terreau, 2/3 de terreau et 3/3 de terreau).
- **Facteur 2** : la fréquence d'arrosage avec quatre (4) modalités (1fois/jour, 1fois/2jours, 1fois/3jours et 1fois/4jours).

Dispositif expérimental

L'expérience a été menée selon un dispositif en split plot réparti en 4 blocs (répétitions) sur un terrain de 48 m² de superficie. Chaque bloc a été divisé en 4 parcelles élémentaires qui représente chacune une proportion de terreau d'anacardier (1/3 ; 2/3 ; 3/3 et 100% sable) dans laquelle on a les 3 meilleurs prétraitements obtenus au laboratoire ainsi que le témoin, ce qui faisait 4 traitements pour chaque parcelle et 16 traitements pour chaque bloc randomisé (Figure 2). Pour éviter les risques de contamination entre les traitements, une distance de 50 cm a été utilisée entre les parcelles élémentaires et de 1,30 m entre les blocs. Un total de 10 gaines de dimension 10x15 a été attribué à chaque traitement reproduit quatre fois soit 40 gaines par parcelle et 160 par bloc. Le total des graines pour l'expérience est de 640 (figure 2).

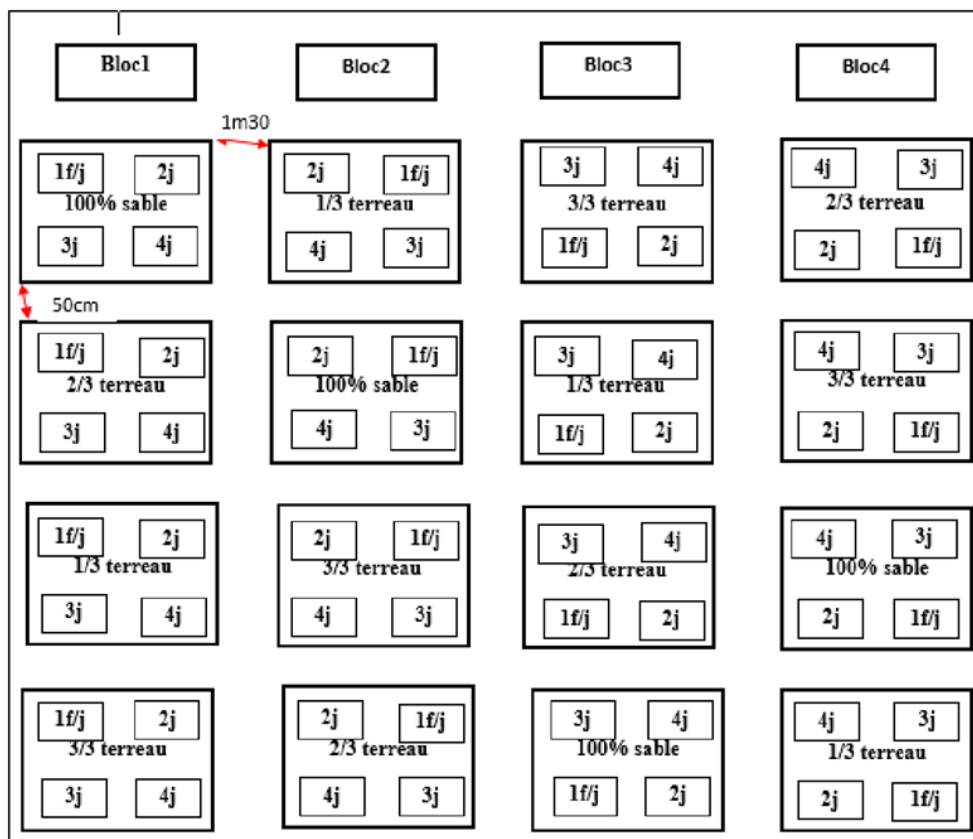


Figure 2 : Dispositif expérimental en split plot

Collecte de terreau et préparation du substrat de culture

Le terreau a été collecté dans les champs d'anacardier situés à Diabir, non loin de l'université à l'aide de pelles et de brouettes pour le transport vers le site d'étude. Une partie du substrat a été mélangée avec du sable selon les proportions de terreau (1/3 et 2/3). Un 1/3 correspond à 2 seau de sable pour 1 seau de terreau alors que 2/3 correspond à 1 seau de sable pour 2 seaux de terreau. L'autre partie a été utilisée comme étant les 3/3 de terreau. Les substrats sont ensuite mis dans les gaines (Figure 3).



Figure 3 : Rempotage des gaines 10 x 15 (crédit photo Ndiaye et Diallo, 2020)

Installation du dispositif et semis des graines

Les 640 gaines ont été installées suivant le dispositif expérimental en split plot. Les graines sont aussitôt semées après les traitements prés germinatifs (Figure 4).



Figure 4: Dispositif expérimental installé (crédit photo Ndiaye et Diallo, 2020)

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de semences de *Azelia africana* récoltées dans la région de Ziguinchor et certifiées par le PRONASEF (Programme National de Semences Forestières) du Sénégal.

Mesures des paramètres de croissance des plants de *Azelia africana*

Les mesures des paramètres de croissance ont été faites au 45JAS et 60JAS avant l'application du stress aux plants et 90JAS et 105JAS après l'application du stress (Tableau 1).

Tableau 1 : Planning de mesure des paramètres de croissance

Paramètres de croissance	Périodes de mesure			
	1 ^{ère} mesure	2 ^{ème} mesure	3 ^{ème} mesure	4 ^{ème} mesure
Nombre de feuilles	45 JAS	60 JAS	90 JAS	105 JAS
Diamètre au collet	45 JAS	60 JAS	90 JAS	105 JAS
Hauteur	45 JAS	60 JAS	90 JAS	105 JAS

JAS : Jour Après Semis

Le décompte du nombre de feuilles a été fait manuellement du bas vers le haut. L'espèce étant constituée de feuilles composées, le décompte implique aussi les bourgeons sans folioles. La mesure du diamètre des plants a été faite au niveau collet des plants à l'aide d'un pied à coulisse et la lecture des valeurs se fait directement sur l'appareil. La hauteur des plants a été mesurée du collet jusqu'au bourgeon terminal à l'aide de la règle graduée.





Figure 5 : Mesures de la hauteur (A, B), du diamètre au collet (C)
(photo Ndiaye et Diallo, 2020)

Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été saisies dans un tableur Excel 2013 et soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel XLSTAT 2014. Le test de Fisher a été utilisé pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de 5%. Des corrélations sont établies entre les différents paramètres et les facteurs géographiques, en faisant l'Analyse en Composantes Principales (ACP) avec le logiciel XLSTAT.

Résultats

Effet du substrat et de la fréquence d'arrosage sur la variation du nombre de feuilles

L'analyse de variance du nombre de feuilles des plants à la date 60 JAS (Figure 6) fait ressortir des différences très significatives ($p < 0,0001$) entre les substrats avec le même rythme d'arrosage (1fois/jour). Le substrat composé de 3/3 de terreau a donné les plus grands nombres de feuilles ($4,13 \pm 0,60$ feuilles) comparable à 2/3 ($4,03 \pm 0,35$ feuilles) et 1/3 ($3,93 \pm 0,46$ feuilles). Le substrat composé entièrement de sable a donné le nombre de feuilles le plus petit ($2,72 \pm 0,60$ feuilles).

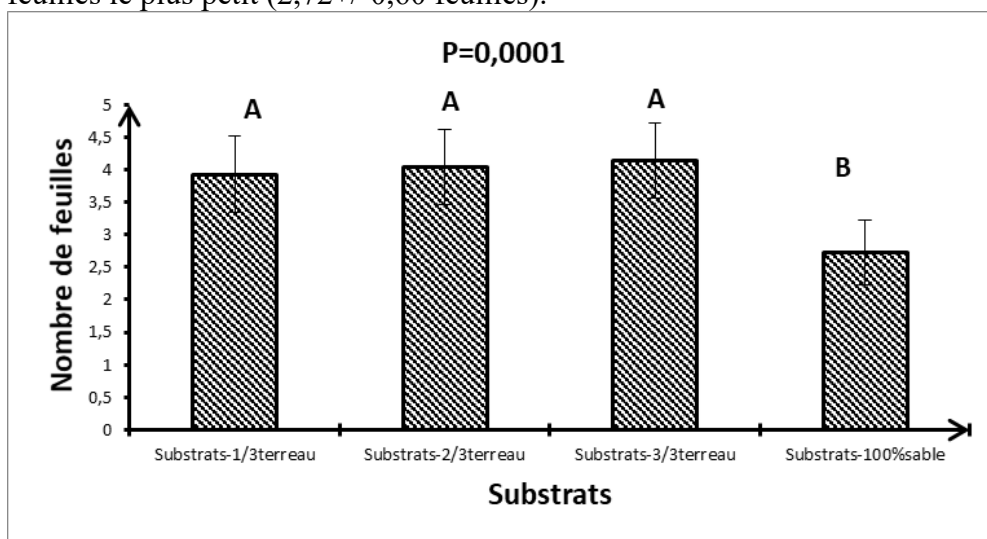


Figure 6 : Effet du substrat sur la variation du nombre de feuilles

L'analyse de variance du nombre de feuilles effectués à la date 105 JAS qui correspond à 45 jours après la variation de la fréquence d'arrosage montre une différence très significative ($p = 0,001$) entre les fréquences d'arrosage (Figure 7). Les fréquences une fois par jour (1f/j) ; une fois par deux jours (1f/2j) et une fois par trois jours (1f/3j) donnent le plus grand nombre de feuilles ($5,15 \pm 0,78$ feuilles) et c'est la fréquence quatre jours (4j) qui enregistre le plus faible moyenne ($3,93 \pm 0,51$ feuilles).

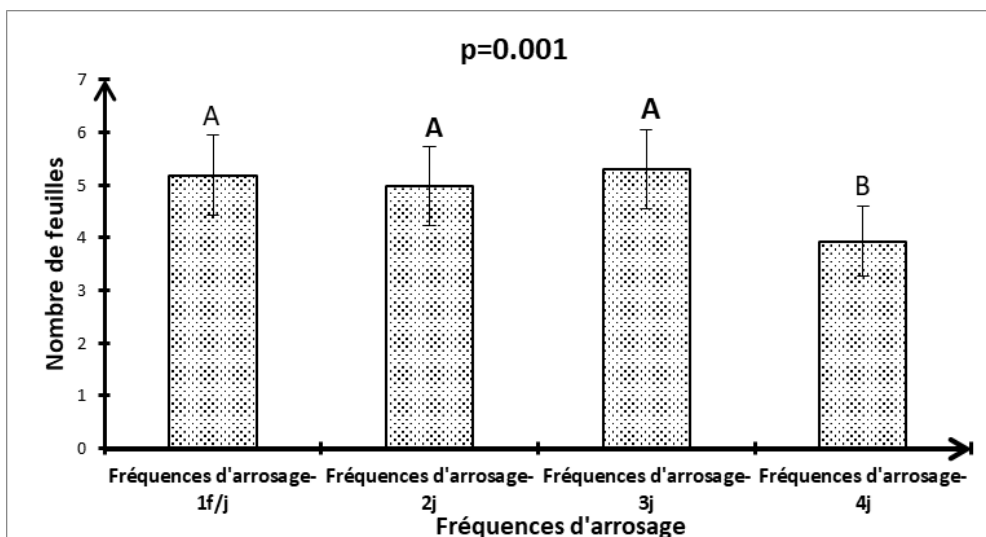


Figure 7 : Effet de la fréquence d'arrosage sur la variation du nombre de feuilles à 105 JAS

Effet du substrat et de la fréquence d'arrosage sur la variation du diamètre au collet

L'analyse de variance réalisée sur le diamètre moyen au collet des plants de *Azalia africana* à 60 JAS avant l'application de la fréquence d'arrosage montre une différence significative ($p < 0,0001$) entre les substrats composés du terreau 1/3t ; 2/3t ; 3/3t avec respectivement les moyennes ($4,98 \pm 0,23$ cm) ; ($4,92 \pm 0,31$ cm) ; ($4,69 \pm 0,36$ cm) et le substrat constitué uniquement de sable ($3,40 \pm 0,34$ cm) (Figure 8).

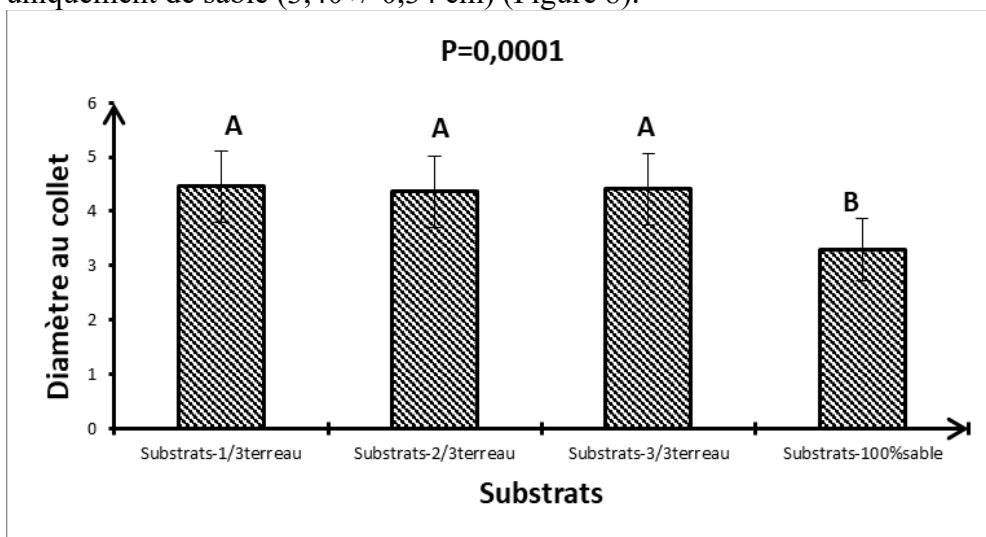


Figure 8 : Effet du substrat sur la croissance en diamètre des plants de *A. africana* à 60 JAS

L'analyse de la variance réalisée sur les données du diamètre moyen au collet à 105 JAS et 45 jours après (Figure 9) révèle une différence hautement significative ($p < 0,0001$) entre les fréquences d'arrosage. Les diamètres moyens les plus élevés sont obtenus avec les fréquences 1f/jour (4,79 \pm 0,52 cm) ; 1f/2j (4,86 \pm 0,47 cm) et 1f/3j (4,80 \pm 0,50 cm) et le plus petit diamètre moyen a été obtenu avec la fréquence 1f/4j (3,54 \pm 0,41 cm).

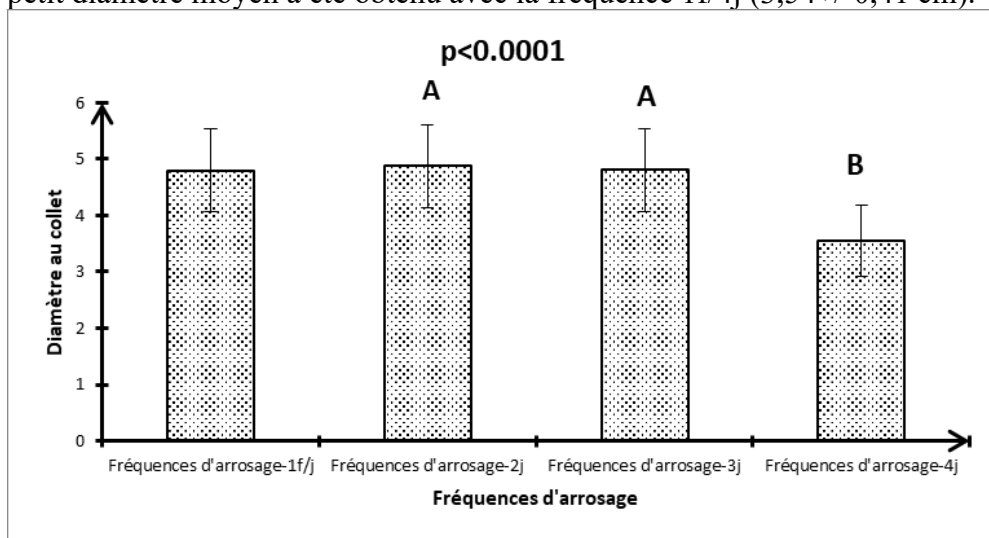


Figure 9 : Effet de la fréquence d'arrosage sur la croissance diamètre au collet des plants de *A. africana*

Effet du substrat et de la fréquence d'arrosage sur la hauteur des plants

L'analyse de la variance de la hauteur des plants de *Afzelia africana* à 60 JAS avant l'application de la fréquence d'arrosage montre une différence significative ($p < 0,0001$) entre les substrats composés du terreau et le substrat constitué entièrement de sable. Les plus grandes hauteurs sont observées par les substrats composés de 3/3 de terreau (22,77 \pm 2,84 cm) et 1/3 de terreau (22,45 \pm 3,00 cm). La hauteur la plus courte est enregistrée avec le substrat 100% sable (21,32 \pm 3,95 cm) (Figure 10).

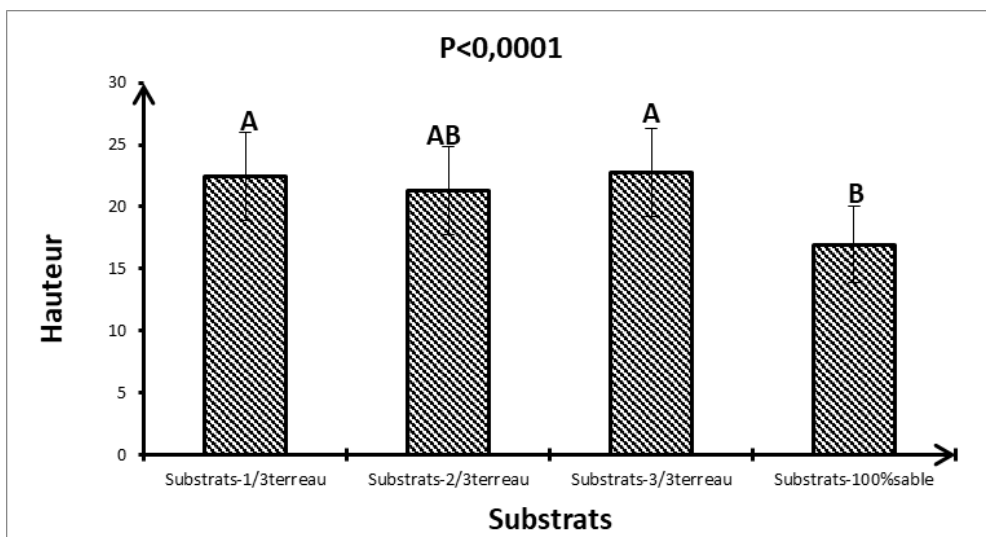


Figure 10 : Effet du substrat sur la croissance en hauteur des plants de *A. Africana*

L'analyse de la variance de la hauteur mesuré à la date 105 JAS et 45 jours après l'application de la fréquence d'arrosage révèle une différence hautement significative ($p < 0,0001$). Les hauteurs les plus élevées sont donnés par fréquences 1f/jour (24,21 \pm 2,58 cm) ; 1f/2j (23,99 \pm 3,65 cm) et 1f/3j (23,50 \pm 3,46 cm) et la hauteur la plus courte est donné par la fréquence 4j (16,96 \pm 3,15 cm) (Figure 11).

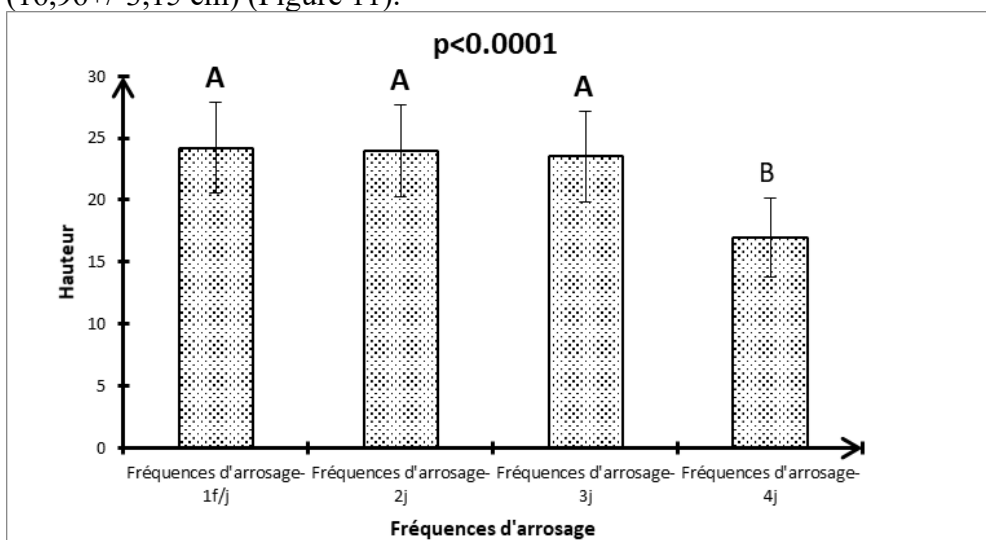


Figure 11 : Effet de la fréquence d'arrosage sur la croissance diamètre au collet des plants de *A. Africana*

Effet de l'interaction entre le substrat et la fréquence d'arrosage sur la variation de la hauteur

Le tableau 2 illustre les résultats sur la variation du diamètre au collet des plants de *Azalia africana* selon les différents traitements avec une différence très significative entre les traitements ($p < 0,0001$). Les traitements constitués par les substrats avec du terreau et les différentes fréquences d'arrosage ont donné les hauteurs les plus élevées et les plus petites hauteurs sont notées avec les traitements constitués de sable entièrement et une fréquence d'arrosage 1f/4j.

Tableau 2 : L'ANOVA de la hauteur par rapport aux traitements (substrat et fréquence d'arrosage)

traitement	Moyenne estimée en cm
3/3terreau*1f/j	25,690(+/-1.70)
3/3terreau*1f/3j	25,148(+/-1.83)
1/3terreau*1f/j	24,803(+/-0.72)
100%sable*1f/2j	24,740(+/-3.46)
2/3terreau*1f/2j	24,710(+/-1.50)
3/3terreau*1f/2j	23,903(+/-5.90)
100%sable*1f/j	23,685(+/-4.62)
1/3terreau*1f/3j	23,498(+/-2.79)
3/3terreau*1f/4j	23,408(+/-3.03)
2/3terreau*1f/3j	23,360(+/-4.61)
1/3terreau*1f/4j	23,118(+/-3.40)
2/3terreau*1f/j	22,693(+/-1.26)
1/3terreau*1f/2j	22,643(+/-3.72)
100%sable*1f/3j	22,008(+/-4.57)
2/3terreau*1f/4j	21,350(+/-3.87)
100%sable*1f/4j	22,292(+/-3.09)
Pvalue	0,0001
DDL	9
SDC	2541,11

Corrélation entre les variables évaluées et les différents traitements

Les moyennes des paramètres de croissance en pépinière ont été soumises à une analyse en composante principale (ACP). Les résultats donnent une inertie de 81,22% qui se répartit entre les deux premiers axes. L'axe 1 explique à 52,01% la variabilité de la croissance en diamètre. L'axe 2, quant à lui explique à 29,21% le nombre de feuilles (Figure 12). Suivant les valeurs de F1, les traitements présentent un diamètre au collet élevé. Par ailleurs, le nombre de feuilles moyen augmente dans le sens des valeurs négatives de F2. Ainsi, trois (3) groupes de traitements se forment. Un groupe G1 constitué des traitements (1/3t-1f/j ; 1/3t-1f/3j ; 2/3t-1f/2j ; 3/3t-1f/j ; 3/3t-1f/2j et 3/3t-1f/3j) qui influencent la croissance en diamètre (5.03) ; un groupe G2 constitué des traitements (100%sable-1f/j ; 100%sable-1f/3j ; 100%sable-1f/4j 1/3t-1f/4j et 1/3t-1f/2j) qui influencent négativement la croissance en

diamètre (4.74) et un groupe G3 constitué des traitements (3/3t-1f/4j ; 2/3t-1f/3j et 2/3t-1f/j) qui influencent le nombre de feuilles (5.59).

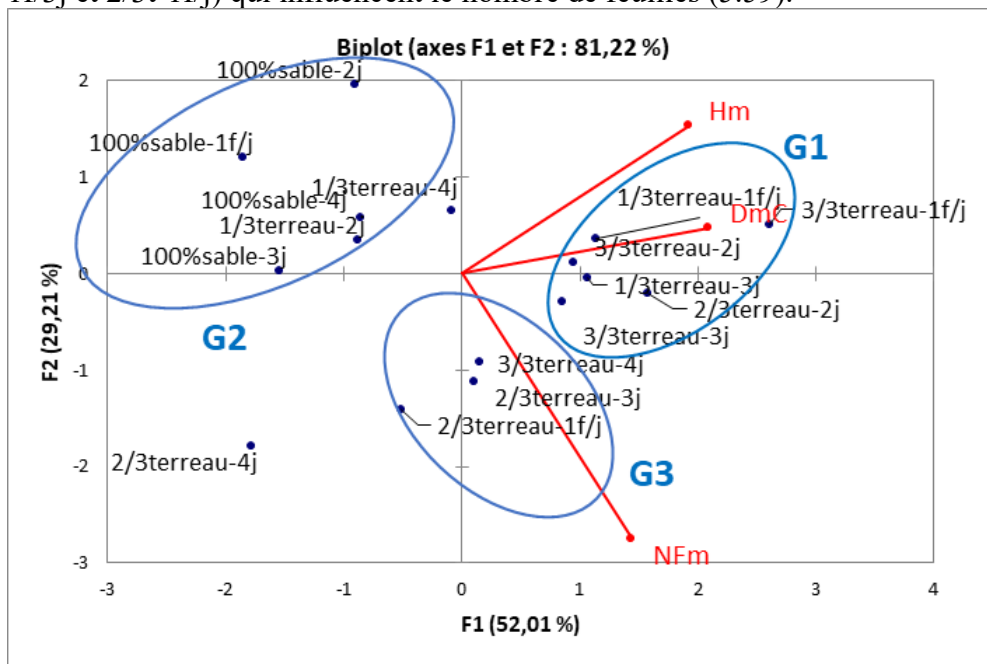


Figure 12 : Matrice de corrélation entre les variables évaluées et les traitements

Discussion

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'effet du substrat et du régime hydrique sur la croissance et le développement des jeunes plants en pépinière. Autrement dit, l'étude comportementale des jeunes plantes de *A. africana* a permis de mettre en évidence l'effet du substrat sur leur croissance. Les résultats laissent apparaître que les substrats constitués de 1/3, 2/3 et 3/3 de terreau ont tous le même effet sur la croissance des jeunes plants de *A. africana* mesurés à deux (2) mois après semis (60 JAS) avant l'application du stress hydrique. La qualité du plant forestier dépend en grande partie de la nature et de la richesse du substrat (Bouchaour-Djabeur et al., 2015). Le substrat apparaît comme un facteur de modulation très important du développement racinaire des plants, de leur croissance. En conditions de fertilisation optimale, les performances de croissance et de photosynthèse maximales sont réalisées avec les substrats caractérisés par une aération très favorable (Guehl et al., 1988). Autrement dit, selon Boudreault, (2010), le substrat utilisé pour la culture en pépinière doit remplir trois fonctions primordiales afin de permettre le développement optimal de la plante. Tout d'abord, il doit posséder une structure favorisant l'enracinement et le support vertical du plant. Ensuite, le substrat doit permettre le stockage de l'eau et des nutriments en sa structure. Enfin, le substrat de culture doit permettre un

transport efficace des gaz à travers sa matrice, afin d'évacuer les gaz métaboliques et d'alimenter les racines en oxygène. Ces caractéristiques semblent exister dans la combinaison sable et terreau.

Ainsi, les analyses des variances du nombre de feuilles, de la hauteur et du diamètre au collet montrent tous que les grandes moyennes de ces paramètres de croissance sont obtenues avec les substrats sable + terreau quel que soit la proportion de terreau contrairement au substrat composé essentiellement de sable. Des résultats similaires ont été obtenus par Benmahioul et *al.*, (2010) avec un substrat composé de sable et de tourbe qui apparaît favorable à la croissance des plantules de *Pistacia vera* L. Ce même substrat a assuré un bon développement des plants de *Pistacia atlantica* selon Baghdadi & Sahouli, (2003). Edondoto et *al.*, (2020) quant à eux ont montré que les graines de *Azizelia bipindensis* ont eu une bonne germination et une bonne croissance sur des substrats de terreau forestier et d'ordure ménagère.

Par contre, ces résultats sont différents de ceux de Goudiaby et *al.*, (2018) pour qui les hauteurs les plus élevées sont obtenues avec le substrat sable suivi de 1/3 terreau et 1/2 terreau et pas de différence sur la croissance en diamètre chez des jeunes plants de *Anacardium occidentale* L.

Les données soumises à l'analyse statistique afin de comparer les différents régimes d'arrosage révèlent des différences significatives entre les paramètres de croissance évalués. Les fréquences 1f/jour jusqu'à 1f/3jours ont enregistré les meilleures croissances pour le nombre de feuilles, la hauteur ainsi que le diamètre au collet comme comparés à la fréquence 1f/4jours qui enregistre les plus faibles croissances. L'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes (Reynolds et *al.*, 2004). La croissance est l'ensemble des changements quantitatifs irréversibles des organes qui se produisent au cours du temps. Elle implique à la fois la croissance et le développement cellulaire où les processus impliqués (division, différenciation et élargissement cellulaire) sont très sensibles au déficit hydrique en raison de leur dépendance à la turgescence (Ferreira et *al.*, 2015). Un déficit en eau a généralement des effets réducteurs sur la croissance des plantes avec pour conséquence une baisse du rendement (Chaves et *al.*, 2002). La réponse d'une plante au manque d'eau est complexe et dépend à la fois du stade de développement de la plante, de la sévérité du stress, de la durée du stress et de l'état dans lequel se trouvait la plante quand le stress a eu lieu (Aziadekey et *al.*, 2014). En effet, une réaction de la plante soumise à un manque d'eau est de réduire de manière active sa transpiration, par la fermeture de ses stomates (Teulat et *al.*, 1997) dès que le déficit hydrique apparaît. Aussi, une réduction de sa surface foliaire est notée suite à une: réduction de la vitesse de croissance des feuilles ou de leur nombre, de la sénescence accélérée des feuilles (Chaves et *al.*, 2002, Amigues et *al.*, 2006). Le déficit hydrique affecte

la croissance des plants de même que l'état juvénile des plants (Aziadekey et *al.*, 2014; Kagambèga et *al.*, 2019).

L'analyse en composantes principales (ACP) montre les croissances en diamètre et en nombre de feuilles dépendent du substrat. Ce résultat suggère que ces substrats possèdent les qualités physiques et chimiques favorables à la croissance des plants. En effet, le pH, la Capacité d'Echange Cationique du sol (CEC), la granulométrie et la porosité (caractéristiques physiques) sont des facteurs qui influent sur la disponibilité des éléments nutritifs et leur absorption (Gobat et *al.*, 2010, M'Sadak et Tayachi 2014, Thiemele et *al.*, 2023). Ces facteurs influencent également la mobilité de l'eau dans le milieu permettant ainsi aux plants de se développer en hauteur et en épaisseur (Atsin et *al.*, 2019, Thiemele et *al.*, 2023). Ainsi, la croissance en diamètre est plus importante avec la plupart des traitements constitués de terreau quel que soit le régime d'arrosage. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que le substrat constitué de terreau a la capacité de retenir l'eau plus longtemps. Les jeunes plants utilisent une grande partie des éléments nutritifs du substrat pour leur croissance en diamètre. Les teneurs en azote des substrats pourraient justifier ces croissances en diamètre et en nombre de feuilles. Selon, Ercoli et *al.*, (2008) une teneur élevée en azote est responsable d'un meilleur développement des feuilles.

En effet, le déficit hydrique induit un déficit de nutrition azotée qui provient principalement des réductions de flux d'azote au niveau des racines et de la réduction des échanges entre les parties aériennes et racinaires du fait de la chute de la transpiration (Fardeau & Frossard, 1991, Amigues et *al.*, 2006; Dugo, 2002).

Conclusion et Perspectives

L'étude a mis en évidence l'effet du substrat et du régime hydrique sur la croissance en pépinière des jeunes plants. Les meilleures moyennes de croissance en hauteur et en diamètre de même que le nombre de feuilles ont été obtenus avec les substrats 1/3, 2/3 et 3/3terreau. Aussi, cette étude a permis de mettre en exergue l'importance du régime hydrique sur le développement des jeunes plants de *A. african*. Ainsi, les meilleurs résultats après l'application de la fréquence d'arrosage sont obtenus avec les fréquences respectives 1f/jour, 1f/2jours et 1f/3jours. Cependant, la vitesse de croissance ralentie avec une fréquence d'arrosage de 1f/4jours. Ces résultats sur la croissance vont contribuer à la connaissance de la sylviculture de l'espèce. Ils pourront être utiles aux programmes de restauration des écosystèmes dégradés, de sa conservation et de sa protection contre les effets néfastes de l'action anthropique et du changement climatique.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Amigues, J. P., Debaeke, P. P., Itier, B. B., Lemaire, G. G., Seguin, B., Tardieu, F. F., & Thomas, A. (2006). Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective. Synthèse du rapport.
2. Assogbadjo, A. E., Glele Kakaï, R. L., & Sinsin, B. (2010). *Afzelia africana* Caesalpiniaceae. May 2014, 288–291.
3. Atsin, O. G. J., N'guetta, A., N'da V. C. F., Traore S., N'goran, N., & Kobenan, K. (2019). Effet du compost à base de résidus de bananiers et cacao sur la croissance et le développement des vivo plants de trois variétés de bananiers plantain. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 33, 276 – 286
4. Aziadekey, M., Atayi, A., Odah, K., & Magamana, A. E. (2014). Étude de l'influence du stress hydrique sur deux lignées de niébé. *European Scientific Journal*, 10(30), 328–338.
5. Baghdadi, H., & Sahouli, S. (2003). Contribution à l'étude de la multiplication de pistachier de l'Atlas : *Pistacia atlantica* Desf. par semis et par voie in vitro. *Université des sciences et de la technologie, Oran*.
6. Bariteau, M. (1992). Régénération naturelle de la forêt tropicale humide de Guyane : étude de la répartition spatiale de *Qualea rosea* Aublet, *Eperua falcata* Aublet et *Symphonia globulifera* Linnaeus f. *Annales Des Sciences Forestières*, 49(4), 359–382.
7. Bationo, B., Ouedraogo, S., & Guinko, S. (2001). Longévité des graines et contraintes à la survie des plantules d'*Afzelia africana* Sm. dans une savane boisée du Burkina Faso. *Annals of Forest Science*, 58(1), 69–75.
8. Benmahioul, B., Khelil, B., Kaid-Harche, M., & Daguin, F. (2010). Étude de la germination et de l'effet du substrat sur la croissance de jeunes semis de *Pistacia vera* L. *Acta Botanica Malacitana*, 107(35), 107–114.
9. Bonou, W., Glèlè Kakaï, R., Assogbadjo, A. E., Fonton, H. N., & Sinsin, B. (2009). Characterisation of *Afzelia africana* Sm. habitat in the Lama Forest Reserve of Benin. *Forest Ecology and Management*,

- 258, 1084–1092.
10. Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J., Rodrigues, M. L., Ricardo, C. P., Osorio, M., Carvalho, I., Faria, T., & Pinheiro, C. (2002). How plants cope with water stress in the field photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, 89, 907–916.
 11. CSE. (2015). Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Édit. Centre de Suivi Écologique, Dakar (Sénégal).
 12. Diallo, A., Camara, B., Goudiaby, A. O. K., Ndiaye, B., & Diallo, S. (2023). Effet des Prétraitements sur la Germination des Semences de *Afzelia africana* Smith ex Pers. en Milieu Semi Contrôlé en Basse Casamance (Senegal). *European Scientific Journal*, 19(216–230).
 13. Diatta, C. D., Gueye, M., & Akpo, L. E. (2013). Les plantes médicinales utilisées contre les dermatoses de la pharmacopée Bainouk de Djibonker, Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 70, 5599–5607.
 14. Dirik, H. (2000). Effet du stress hydrique osmotique sur la germination des graines chez les provenances de Cèdre du Liban (*Cedrus Libani* A. Rich.) d'origine Turque. *Annals of Forest Science*, 57(4), 371–367.
 15. Donkpegan, A. S. L., Hardy, O. J., Lejeune, P., & Oumorou, M. (2014). Un complexe d ' espèces d ' *Afzelia* des forêts africaines d ' intérêt économique et écologique (synthèse bibliographique). 18(2), 233–246.
 16. Dugo, M. V. G. (2002). Effet du déficit hydrique sur l'état de nutrition azotée chez les graminées fourragères. Université de Poitiers.
 17. Edondoto, S. S., Oklingo, A. L., Nshimba, H. I., & Risasi, R. E. L. (2020). Germination des graines et croissance des plantules d'*Afzelia bipindensis* Harms (Fabaceae) en RD Congo. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(2), 158–162.
 18. Ercoli, L., Lulli, L., Mariotti, M., Masoni, A., & Arduini, I. (2008). Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *European Journal of Agronomy*, 28(2), 138-147
 19. Fardeau, J. C., & Frossard, E. (1991). Processus de transformation du phosphore dans les sols de l'Afrique de l'Ouest semi-arides: Application au phosphore assimilable. In H. Tiessen & E. Frossard (Eds.), *Phosphorus cycles in terrestriai and aquatic ecosystems. regional workshop 4: Africa* (pp. 18–22).
 20. Gérard, J., & Louppe, D. (2011). *Afzelia africana* Sm. ex Pers. In R. H. M. J. Lemmens, D. Louppe, & A. A. Oteng-Amoako (Eds.), *PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale)*.
 21. Goudiaby, A. O. K., Diedhiou, S., Ndiaye, S., Ndour, N., & Ndoeye, 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), 148 – 159.
22. Kagambèga, F. W., Nana, N., Bayen, P., Thiombiano, A., & Boussim, J. I. (2019). Tolérance au déficit hydrique de cinq espèces prioritaires pour le reboisement au Burkina Faso. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 23(4), 245–256.
23. López, M., Humara, J., Casares, A., & Majada, J. (2000). The effect of temperature and water stress on laboratory germination of *Eucalyptus globulus* Labill. seeds of different sizes. *Annals of Forest Science*, 57(3), 245–250.
24. Mapongmetsem, P. M., Duguma, B., Nkongmeneck, B. A., & Selegny, E. (1999). The effect of various seed pretreatments to improve germination in eight indigenous tree species in the forests of Cameroon. *Annals of Forest Science*, 56(8), 679–684.
25. Miquel, M. (1987). Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. *Bulletin Du Muséum National d'histoire Naturelle, Paris*, 4(9), 101–121.
26. N'Gaïde, A. (1997). Stratégies d'occupation de l'espace et conflits fonciers : les marabouts gaabunke et les peuls jaawaringa (Région de Kolda, Sénégal). In J. Bonnemaïson, L. Cambrezy, & L. Quinty-Bourgeois (Eds.), *Le territoire, lien ou frontière ? Identités, conflits ethniques, enjeux et recompositions territoriales* (ORSTOM, p. 18).
27. Ndiaye, O., Goudiaby, A. O. K., & Sambou, A. (2018). Effets of substrate on germination and growth of *Moringa oleifera* Lam., *Acacia mellifera* (Vahl) Benth. et *Zizyphus mauritiana* Lam. *Seedlings. Reforesta*, 6, 86–99.
28. Ouédraogo, A., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K., & Guinko, S. (2006). Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, 17, 485–491.
29. Padonou, E. A., Kassa, B., Assogbadjo, A. E., Chakeredza, S., Babatoundé, B., & Glèlè Kakai, R. (2013). Differences in germination capacity and seedling growth between different seed morphotypes of *Azizelia africana* Sm. in Benin (West Africa). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 88(6), 679–684.
30. Sané, T. (2003). La variabilité climatique et ses conséquences sur l'environnement et les activités humaines en Haute-Casamance (Sud Sénégal). Université Cheikh Anta Diop.
31. Sanoussi, D. M., Dahiratou, I., & Baragé, M. (2019). Etude de la structure des formations végétales à *Azizelia africana* Smith et

- Isobberlinia doka* Craib & Stapf dans le parc national du W du Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 41(2), 6864–6880.
32. Sinsin, B., Eyog-Matig, O., Sinadouwirou, T., & Assogbadjo, A. (2004). Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azizelia africana* Sm. Dynamic changes in trees found in different climate zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, 13, 1555–1570.
33. Solly, B., Dieye, E. H. B., Sy, O., & Barry, B. (2018). Suivi de la déforestation par télédétection Haute-résolution dans le département de Médina Yoro Foulah (Haute-Casamance, Sénégal). *Journal International En Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement*, 3(2), 38–41.
34. Tappan, G. G., Sall, M., Wood, E. C., & Cushing, M. (2004). Ecoregions and land cover trends in Senegal. *Journal of Arid Environments*, 59(3), 427–462.
35. Teulat, B. B., Monneveux, P., Wery, J., Borries, C., Souyriss, 1, Charrieri, A., & This, D. (1997). Relationships between relative water content and growth parameters under water stress in barley: a QTL study. *New Phytologist*, 137, 99–107.
36. Thiemele, D. E. F., Kone D., Kone M.T., & Diarrassouba, N.(2023). Effet des substrats sur la croissance et le développement de vivoplants de bananiers plantain (*Musa* sp.) en zone marginale de production au Nord de la Côte d'Ivoire (Korhogo) Afrique *SCIENCE* 23(4) 72 - 85
37. Willan, R. L. (1992). Guide de manipulation des semences forestières dans le cas particulier des régions tropicales (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (ed.); Etude FAO,).