

## Effets du substrat et du régime hydrique en pépinière sur la croissance de *Afzelia africana*

*Joseph Saturnin Dieme*

*Boubacar Camara*

*Aly Diallo*

*Arfang Ousmane Kémo Goudiaby*

*Babacar Ndiaye*

*Saran Diallo*

Département Agroforesterie, Université Assane Seck de Ziguinchor, Senegal

Doi: 10.19044/esipreprint.10.2025.p423

Approved: 20 October 2025

Posted: 22 October 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 en pépinière sur la croissance de Afzelia africana.*

ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2025.p423>

### Résumé

Cette étude porte sur l'*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 sa conservation en milieu naturel. L'objectif de cette étude est de contribuer à l'évaluation de l'effet du substrat sur la croissance et le développement des jeunes plants 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 qui découlent de cette seconde phase 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 1fois/jour, 1fois/2jours et 1fois/3jours ont enregistré les meilleures croissances en

diamètre, en hauteur et en nombre de feuilles comparées à la fréquence 1 fois/4 jours à 105 JAS et 45 jours après l'application du stress.

---

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

---

## **Effects of substrate and water regime on the growth of plants of *Afzelia africana* in nurseries**

*Joseph Saturnin Dieme*

*Boubacar Camara*

*Aly Diallo*

*Arfang Ousmane Kémo Goudiaby*

*Babacar Ndiaye*

*Saran Diallo*

Département Agroforesterie, Université Assane Seck de 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 from this second phase 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, height, and number of leaves compared to the 1x/4day 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 péjoration des conditions climatiques, l'un des facteurs majeurs de la régression du couvert forestier (CSE, 2015; N'Gaide, 1997; Sané, 2003; Solly et al., 2018; Tappan et al., 2004) *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 cultuel 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 (Ouédraogo et al., 2006; Sinsin et al., 2004). L'espèce est très exploitée comme bois d'oeuvre, 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* Smith ex Pers. en Afrique de l'Ouest, en particulier l'utilisation des graines, ont entraîné une pression permanente sur les populations naturelles.

Les 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 écophysiologiques propres aux espèces elles-mêmes (Dirik, 2000; López et al., 2000; Mapongmetsem et al., 1999; Miquel, 1987; Willan, 1992).

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 l'écologie 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 est d'étudier les capacités d'adaptation de plantules de *Afzelia africana* aux variations édaphiques en conditions contrôlées. Il s'agit spécifiquement d'étudier l'effet du substrat et du régime hydrique sur la croissance de plantules de *Afzelia africana*.

## **Chapitre 2 : Matériel et méthodes**

### **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). Elle 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 (Ndiaye et al., 2018). 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 (Diatte et al., 2013). L'humidité relative est faible en Janvier, Février et Mars sous l'influence du harmattan. En Août-Septembre l'air se rapproche de son point de saturation (Ndiaye et al., 2018).

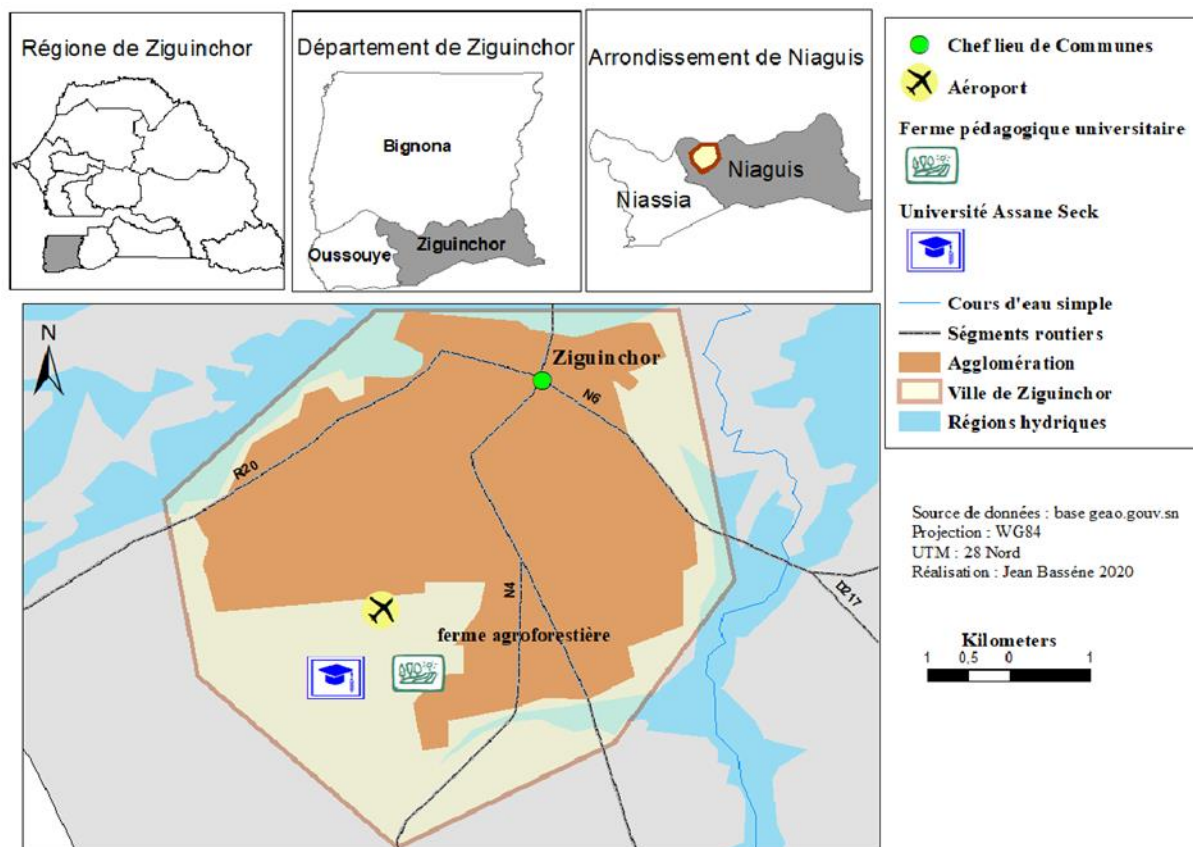


Figure 1 : Carte de localisation du site (Ndiaye et al., 2018)

## Matériel végétal

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

## Conduite de l'essai

### Facteurs étudiés et dispositif expérimental

**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 m<sup>2</sup> 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 labo ainsi que le témoin, ce qui faisait 4 traitements pour chaque parcelle et 16 traitements pour chaque bloc randomisé. Pour éviter les risques de contamination, 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.

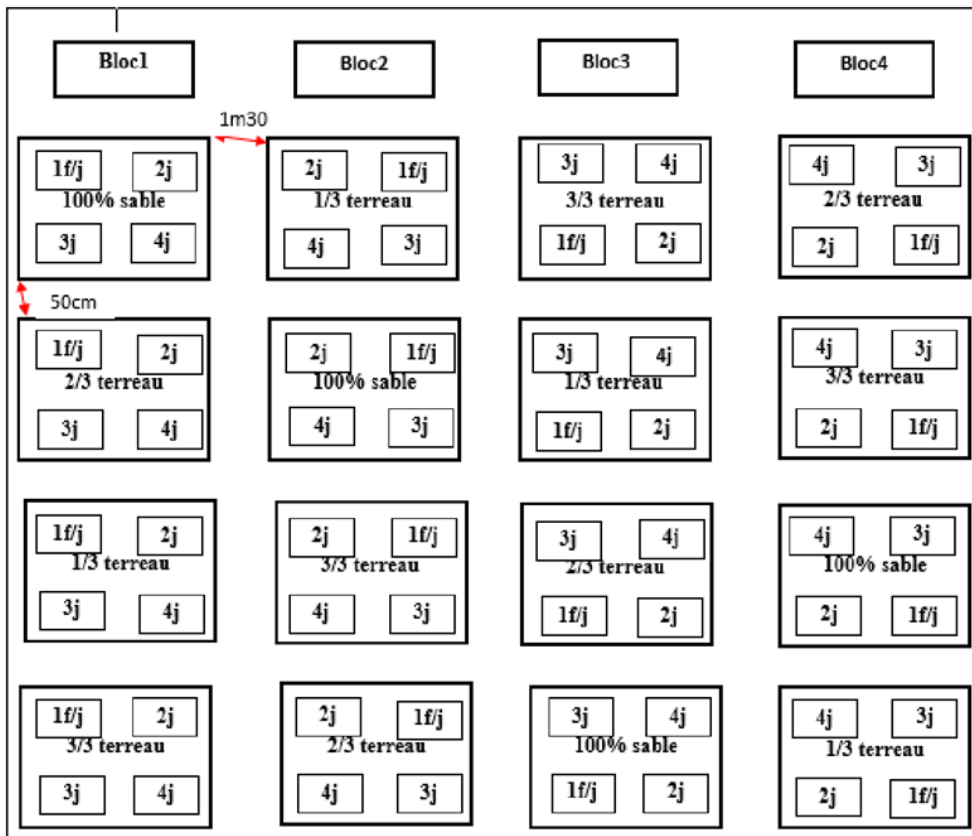


Figure 2 : Dispositif expérimental en split plot

### Collecte de terreau et préparation du substrat

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) à l'aide des seaux comme unité de mesure (pour 1/3 : 2 seau de sable pour 1 seau de terreau et pour 2/3 : 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 :** 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 semées aussitôt après les traitements prés germinatifs.



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

### **Evaluation du taux et de la vitesse de germination**

Une graine est considérée comme ayant germé lorsque les cotylédons s'écartent pour laisser la radicule émerger (Diallo et al., 2023). Les observations sur la germination ont été faites entre 8H-9H pendant quinze (15) jours et les données collectées sont consignées dans une fiche. Ces données ont permis de calculer le taux de germination qui correspond au rapport entre le nombre de graines ayant germées et le nombre total de graines semées et la vitesse de germination déterminé à partir de la durée médiane (DM).

➤ **Taux de germination :**

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

➤ **Vitesse de germination :** elle est déterminée par la durée médiane

$\text{Durée médiane} = T1 + 0.5 - G1G2 - G1/(T2 - T1)$  (Lachiheb et al., 2004) Avec :

G1 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur inférieure

G2 = pourcentage cumulé des graines germées dont la valeur est la plus proche de 50% par valeur supérieure.

T1 = temps correspondant à G1

T2 = temps correspondant à G2

DM<5 : vitesse de germination rapide

### Evaluation des paramètres de croissance

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 :** Planning de mesure des paramètres de croissance

| Paramètres de croissance | Périodes de mesure      |                         |                         |                         |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          | 1 <sup>ère</sup> mesure | 2 <sup>ème</sup> mesure | 3 <sup>ème</sup> mesure | 4 <sup>ème</sup> 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

### Nombre de feuilles

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.

### Le diamètre au collet

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.



**Figure 4** : mesure du diamètre au collet à l'aide d'un pied à coulisse (crédit photo Ndiaye et Diallo, 2020)

### **La hauteur**

La mesure de la hauteur a été faite avec une règle graduée



**Figure 5** : mesure de la hauteur des plants à l'aide d'une règle graduée (crédit photo Ndiaye et Diallo, 2020)

### **Traitement et analyse des données**

Les données de mesures des paramètres de croissance ont été saisies sur Excel et traitées avec le logiciel XLSTAT 2014. L'analyse porte sur l'ANOVA (analyse de variance) avec un seuil de tolérance de 5% selon de

test de Fisher et l'ACP (analyse des composantes principales) pour déterminer les corrélations entre les paramètres de croissance.

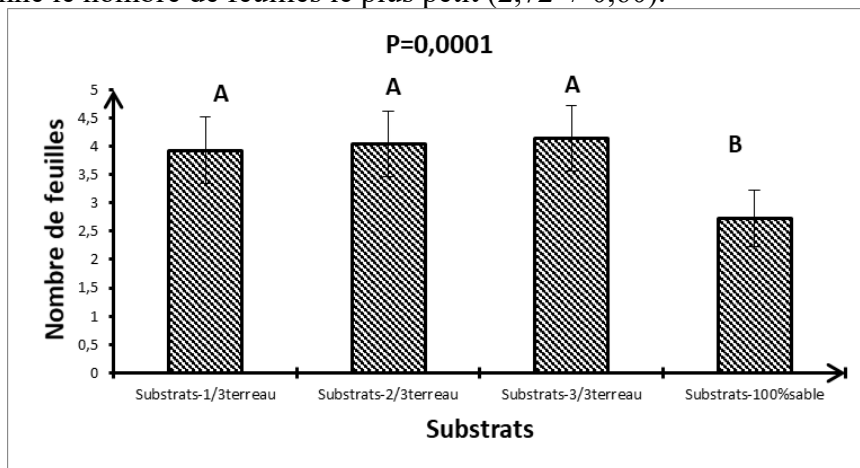
Ainsi, si  $P < 0,001^{***}$ , la différence est très hautement significative, si  $P = 0,001^{**}$ , la différence est hautement significative, si  $P = 0,01$  ou  $0,05^*$ , la différence est significative et en fin si  $P > 0,05$  il n'y a statistiquement pas de différence.

### Chapitre 3 : Résultats et discussions

#### Résultats

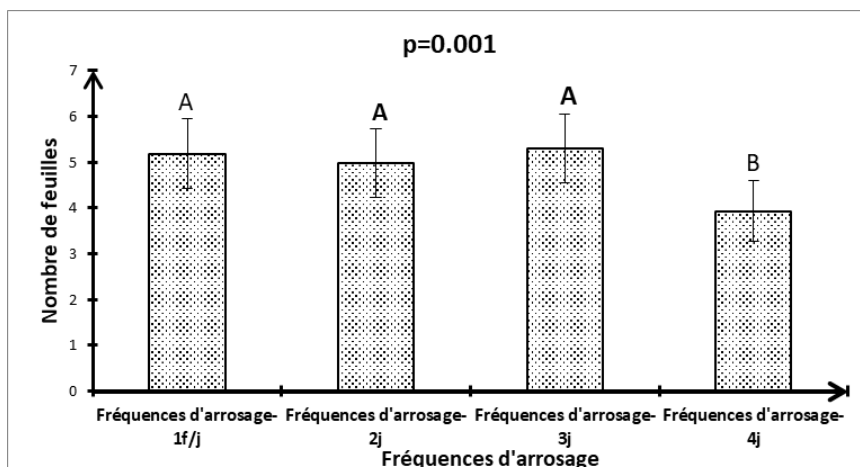
#### Effet du substrat et de la fréquence d'arrosage sur la variation du nombre de feuilles

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 variables du nombre de feuilles en fonction des substrats avec le même rythme d'arrosage (1fois/jour). Le substrat composé de 3/3 de terreau a donné les plus grands nombre de feuilles ( $4,13 \pm 0,60$ ) comparable à 2/3 ( $4,03 \pm 0,35$ ) et 1/3 ( $3,93 \pm 0,46$ ). Le substrat composé entièrement de sable a donné le nombre de feuilles le plus petit ( $2,72 \pm 0,60$ ).



**Figure 6** : Effet du substrat sur la variation du nombre de feuille

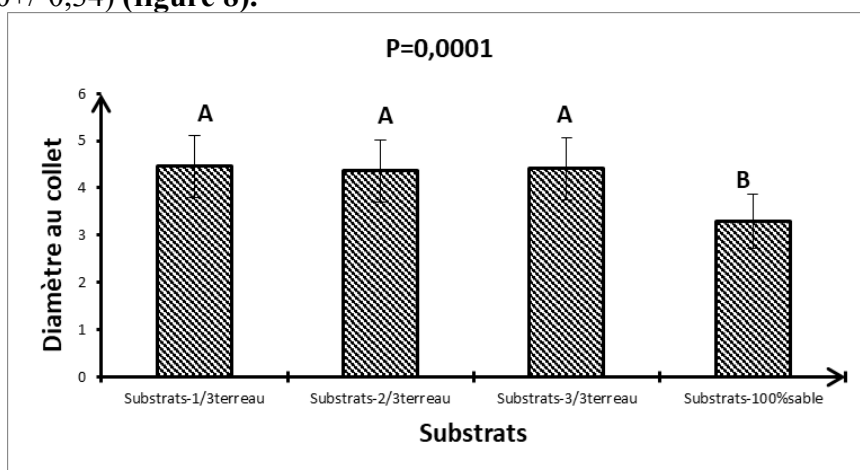
L'analyse de variance du nombre de feuilles effectués à la date 105 JAS qui correspond à 45 jours après la variation de la fréquence d'arrosage montre une différence très significative ( $p = 0,001$ ) entre les variables du nombre de feuilles en fonction de la fréquence d'arrosage (**figure 7**). Les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



**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

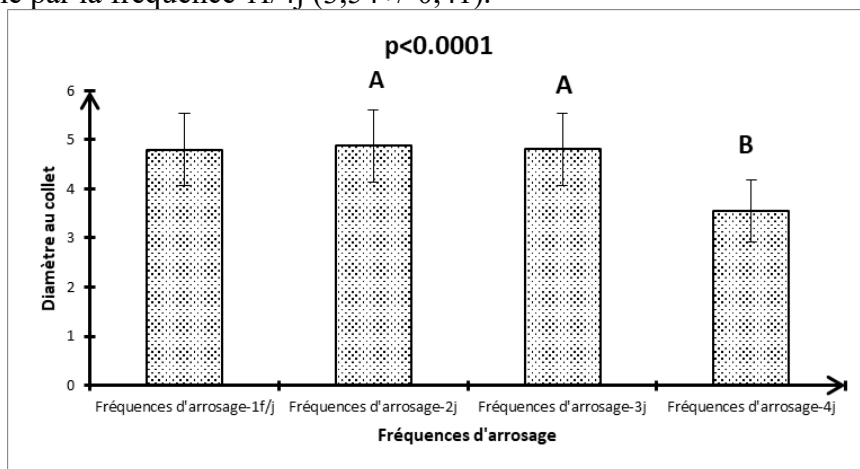
L'analyse de la variance du diamètre moyen au collet des plants de *Azela africana* à 60 JAS avant l'application de la fréquence d'arrosage montre une différence significative ( $p < 0,0001$ ) entre les substrats composés du terreau 1/3t ; 2/3t ; 3/3t avec respectivement les moyennes ( $4,98 \pm 0,23$ ) ; ( $4,92 \pm 0,31$ ) ; ( $4,69 \pm 0,36$ ) et le substrat constitué uniquement de sable ( $3,40 \pm 0,34$ ) (**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 du diamètre moyen au collet mesuré à 105 JAS et 45 jours après l'application de la fréquence d'arrosage (**figure 9**) révèle une différence hautement significative ( $p < 0,0001$ ). Les diamètres moyens les plus élevés sont donnés par fréquences 1f/jour ( $4,79 \pm 0,52$ ) ;

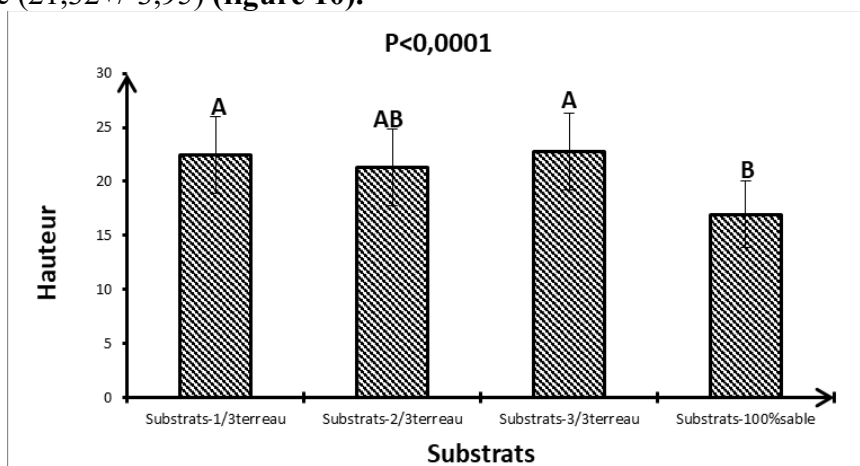
1f/2j (4,86+/-0,47) et 1f/3j (4,80+/-0,50) et le plus petit diamètre moyen est donné par la fréquence 1f/4j (3,54+/-0,41).



**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

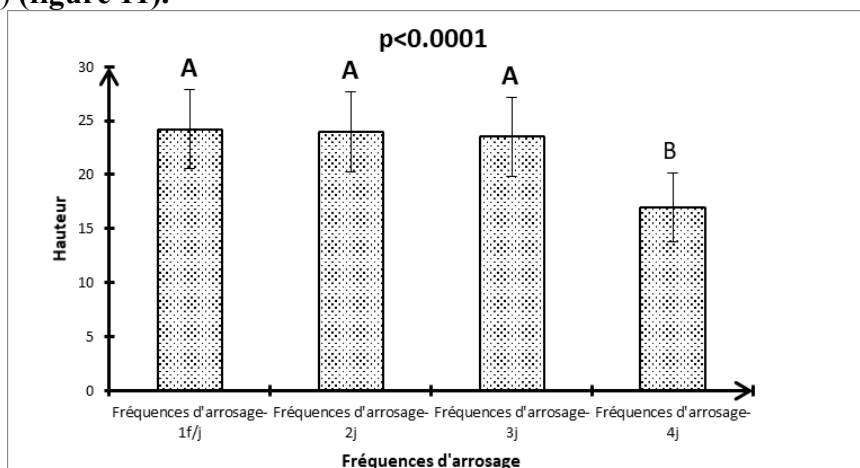
L'analyse de la variance de la hauteur des plants de *Azizelia africana* à 60 JAS avant l'application de la fréquence d'arrosage montre une différence significative ( $p < 0,0001$ ) entre les substrats composés du terreau et le substrat constitué entièrement de sable. Les plus grandes hauteurs sont données par les substrats composés de 3/3 de terreau (22,77+/-2,84) et 1/3 de terreau (22,45+/-3,00). La hauteur la plus courte est enregistrée par le substrat 100% sable (21,32+/-3,95) (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 données par fréquences 1f/jour (24,21 $\pm$ 2,58) ; 1f/2j (23,99 $\pm$ 3,65) et 1f/3j (23,50 $\pm$ 3,46) et la hauteur la plus courte est donnée par la fréquence 4j (16,96 $\pm$ 3,15) (**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 5** ci-dessous illustre les résultats sur la variation du diamètre au collet des plants de *Azelia 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 différents fréquences d'arrosage ont donné les hauteurs les plus élevées et les plus petits hauteurs sont notés avec les traitements constitués de sable entièrement et une fréquence d'arrosage 1f/4j.

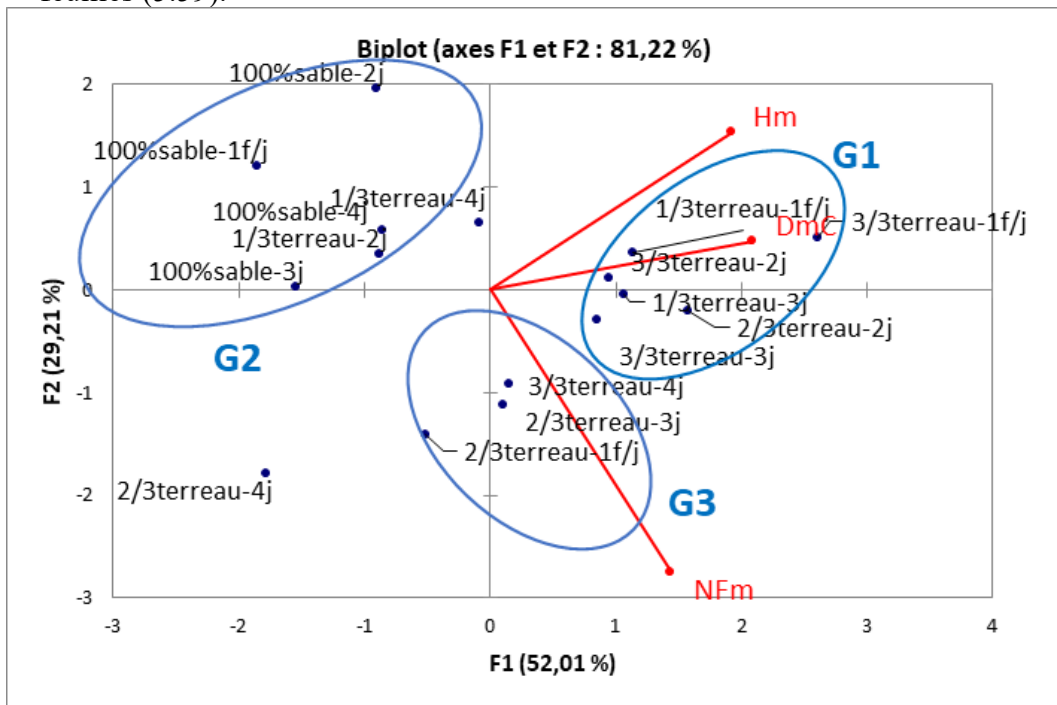
**Tableau 5** : l'ANOVA de la hauteur par rapport aux traitements (substrat et fréquence d'arrosage)

| traitement       | Moyenne estimée |
|------------------|-----------------|
| 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) |
| <b>Pvalue</b>    | <b>0,0001</b>   |
| <b>DDL</b>       | <b>9</b>        |
| <b>SDC</b>       | <b>2541,11</b>  |

### 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

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* évaluée à deux (2) mois après semis (60 JAS) avant l'application du stress hydrique. Barigah et al., (1998), soulignent que la croissance en diamètre de la plupart des espèces suit à peu près celle de la hauteur.

En effet, 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 Benmahiou 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 *Azela 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. Par contre, 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 est indispensable à la croissance et au développement des plantes. Elle joue un rôle important dans le transport des substances nutritives, d'éléments issus du métabolisme et des déchets, etc. (Calu, 2004). De plus, pour les plantes, la variation de stock d'eau dans le sol pendant une période considérée est le résultat du bilan entre les apports (pluie, irrigation, remontées capillaires) et les pertes d'eau (évapotranspiration réelle et le drainage profond). Le déficit hydrique intervient donc à partir du moment où les entrées (pluie et irrigation) n'arrivent pas à couvrir l'évapotranspiration réelle et à assurer le stock d'eau dans la plante. Les paramètres affectés par le stress hydrique au niveau de la plante sont: la photosynthèse, l'alimentation minérale, la croissance végétative, etc 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 et par une réduction de sa surface foliaire: réduction de la vitesse de croissance des feuilles ou de leur nombre, sénescence accélérée des feuilles (Amigues et al., 2006; Chaves et al., 2002) ; 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 des composantes principales (ACP) montre les croissances en diamètre et en nombre de feuilles dépendent du substrat.

En effet, la vitesse de croissance en diamètre est plus rapide 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 modèles d'allocation de la biomasse varient selon les espèces et sont sensibles aux variations environnementales (Atkin et al., 2006) Plusieurs études ont montré que la sécheresse influe les modèles d'allocation (Ledo et al., 2018; Liu & Stützel, 2004; Poorter et al., 2015; Spollen et al., 1993). 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 (Amigues et al., 2006; Dugo, 2002). Aussi, la disponibilité en eau du sol peut affecter la nutrition phosphatée dans les zones semi-arides en réduisant de manière drastique les possibilités de désorption des ions phosphate depuis la phase solide du sol et de leur transfert vers la racine (Fardeau & Frossard, 1991).

## Conclusion et Perspectives

La présente étude a mis en évidence l'effet des prétraitements sur la germination des graines de *A. africana* et l'effet du substrat et du régime hydrique sur la croissance en pépinière des jeunes plants. Les résultats des tests de germination ont montré que l'acide 75% avec un temps de trempage de 30mn a permis d'obtenir un taux de germination plus élevé et homogène pour le traitement acide. Pour le traitement eau tiède, la meilleure germination est obtenue avec une durée de trempage de 12h. 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. L'évolution de ces croissances a aussi permis de connaître l'importance du régime hydrique par rapport au 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 et à partir cette fréquence c'est-à-dire 1f/4jours, la vitesse de croissance ralentie. Ces résultats issus du test de germination et la croissance

vont contribuer à la connaissance de la sylviculture de l'espèce et pourront constituer un outil de décision pour la prise en compte de cette dernière dans le programme de restauration des écosystèmes dégradés ainsi que sa conservation et sa protection contre les effets néfastes de l'action anthropique et du changement climatique. Toutefois une étude beaucoup plus approfondie sur l'évolution de l'espèce dans le milieu naturel (in situ) allant jusqu'à la production de bois ou de biomasse permettra de mieux appréhender son écosystème et par conséquent sa gestion durable.

**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. Atkin, O. K., Loveys, B. R., Atkinson, L. J., & Pons, T. L. (2006). Phenotypic plasticity and growth temperature: understanding interspecific variability. *Journal of Experimental Botany*, 57, 267–281.
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. Barigah, T. S., Imbert, P., & Huc, R. (1998). Croissance et assimilation nette foliaire de jeunes plants de dix arbres de la forêt guyanaise, cultivés à cinq niveaux d'éclairement. *Annales Des Sciences Forestières*, 55(6), 681–706.
7. 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.
8. Bationo, B., Ouedraogo, S., & Guinko, S. (2001). Longévité des graines et contraintes à la survie des plantules d'*Azelia africana* Sm. dans une savane boisée du Burkina Faso. *Annals of Forest Science*, 58(1), 69–75.
  9. Benmahiou, 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.
  10. Bonou, W., Glèlè Kakai, R., Assogbadjo, A. E., Fonton, H. N., & Sinsin, B. (2009). Characterisation of *Azelia africana* Sm. habitat in the Lama Forest Reserve of Benin. *Forest Ecology and Management*, 258, 1084–1092.
  11. Calu, G. (2004). *L'eau, le sol et les plantes*.
  12. 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.
  13. CSE. (2015). *Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Édit. Centre de Suivi Écologique, Dakar (Sénégal)*.
  14. Diallo, A., Camara, B., Goudiaby, A. O. K., Ndiaye, B., & Diallo, S. (2023). Effet des Prétraitements sur la Germination des Semences de *Azelia africana* Smith ex Pers. en Milieu Semi Contrôlé en Basse Casamance (Senegal). *European Scientific Journal*, 19(216–230).
  15. Diatta, C. D., Gueye, M., & Akpo, L. E. (2013). Les plantes médicinales utilisées contre les dermatoses de la pharmacopée Bainounk de Djibonker, Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 70, 5599–5607.
  16. 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 Turquie. *Annals of Forest Science*, 57(4), 371–367.
  17. Donkpegan, A. S. L., Hardy, O. J., Lejeune, P., & Oumorou, M. (2014). *Un complexe d'espèces d'Azelia des forêts africaines d'intérêt économique et écologique (synthèse bibliographique)*. 18(2), 233–246.
  18. Dugo, M. V. G. (2002). *Effet du déficit hydrique sur l'état de nutrition azotée chez les graminées fourragères*. Université de Poitiers.
  19. Edondoto, S. S., Oklingo, A. L., Nshimba, H. I., & Risasi, R. E. L. (2020). Germination des graines et croissance des plantules d'*Azelia bipindensis* Harms (Fabaceae) en RD Congo. *Revue Marocaine Des*

- Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(2), 158–162.
20. 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).
  21. 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)*.
  22. 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.
  23. 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.
  24. Ledo, A., Heathcote, R., Hastings, A., Smith, P., & Hillier, J. (2018). Perennial-GHG: A new generic allometric model to estimate biomass accumulation and greenhouse gas emissions in perennial food and bioenergy crops. *Environmental Modelling & Software*, 102, 292–305.
  25. Liu, F., & Stützel, H. (2004). Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 102, 15–27.
  26. 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.
  27. 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.
  28. Miquel, M. (1987). Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. *Bulletin Du Muséum National d'histoire Naturelle, Paris*, 4(9), 101–121.
  29. N'Gaide, 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).
30. 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.
  31. 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.
  32. 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.
  33. Poorter, H., Jagodzinski, A. M., Ruiz-Peinado, R., Kuyah, S., Luo, Y., Oleksyn, J., Usoltsev, V. A., Buckley, T. N., Reich, P. B., & Sack, L. (2015). How does biomass distribution change with size and differ among species? An analysis for 1200 plant species from five continents. *New Phytologist*, 208(3), 736–749.
  34. 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.
  35. Sanoussi, D. M., Dahiratou, I., & Baragé, M. (2019). Etude de la structure des formations végétales à *Azizelia africana* Smith et *Isobertia doka* Craib & Stapf dans le parc national du W du Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 41(2), 6864–6880.
  36. 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.
  37. 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.
  38. Spollen, W. G., Sharp, R. E., Saab, I. N., & Wu, Y. (1993). Regulation of cell expansion in roots and shoots at low water potentials. In J. A. C. Smith & H. Griffiths (Eds.), *Water deficits, plant responses from cell to community* (pp. 37–52). Bios Scientific Publishers Oxford.
  39. 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.
40. 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.
  41. 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,).