

## Article de Recherche

# Sol développé sur roche granitique inoculé avec les champignons mycorhiziens : substrat approprié pour la croissance juvénile de *Balanites aegyptiaca* (Linn.) sous climat soudano-guinéen de l'Adamaoua-Cameroun

Abba Maimouna<sup>1\*</sup>, Mamoudou Saidou<sup>1</sup>, Dieudonné Nwaga<sup>2,3</sup>, et Clotilde Megueni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département des Sciences Biologiques, Université de Ngaoundéré, P. O. Box 454, Ngaoundéré, Cameroun

<sup>2</sup>Département de Biologie et Physiologie Végétale, Université de Yaoundé I, P. O. Box 812, Yaoundé, Cameroun

<sup>3</sup>Laboratoire de microbiologie des sols, Centre des Biotechnologies de l'Université de Yaoundé I, P.O. Box 812 Yaoundé, Cameroun

\*Les correspondances doivent être adressées à Abba Maimouna; Email: [abbamouna@gmail.com](mailto:abbamouna@gmail.com), Tel: + 237 679954544

Soumis : 30 avril 2021

Révisé : 16 Juin 2021

Accepté : 07 Aout 2021

Editeur de section: Tchuenteu Tatchum Lucien, Ph.D.

Copyright © 2020 Maimouna et al. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## Résumé

*Balanites aegyptiaca* (Linn.) Del se présente au regard de son importance économique comme une nouvelle voie dans la stratégie de diversification des productions agricoles mais cette espèce demeure presque à l'état sauvage. Dans l'optique de contribuer à la lutte contre la pauvreté, l'une des stratégies consiste à domestiquer cette espèce. C'est ainsi que cette étude vise à contribuer à la domestication de celle-ci dans la région de l'Adamaoua (Cameroun). Il s'agit d'évaluer l'influence d'un bio fertilisant mycorhizien sur la croissance initiale de *B. aegyptiaca* sur différents types de sol de l'Adamaoua. Un dispositif aléatoire à 08 traitements (SB: Sol développé sur roche basaltique; SBM: Sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes; SG: Sol développé sur roche granitique; SGM: Sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes; VS: Vertisol; VSM: Vertisol inoculé par les mycorhizes; CV: Sol développé sur cendres volcaniques; CVM: Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes) répétés 12 fois a été utilisé. Les résultats indiquent que le taux de germination est de 96,7 % sur SBM, 93,33 % sur CVM, et 90 % sur SGM. Le pourcentage de mycorhization est de 80,3 % sur CVM, 70,3 % sur VSM et 70,6 % sur SBM. Par contre sur SGM, la mycorhization n'a pas été effective (16 %). La croissance de *B. aegyptiaca* varie significativement ( $p < 0,05$ ) en fonction du substrat. L'application de 10 g de mycorhizes par poquet sur sol développé sur sol basaltique au moment des semis est recommandée pour la croissance juvénile de *B. aegyptiaca*.

**Mots clés :** *Balanites aegyptiaca*, germination, croissance, mycorhizes

## Abstract

*Balanites aegyptiaca* (Linn.) Del despite of its economic importance is a new avenue in the strategy of diversification of agricultural production, but this species remains almost in the wild. In order to protect local species against genetic erosion and to contribute to the reduction of poverty, one of the numerous strategies consists of domesticating multipurpose species such as *Balanites aegyptiaca*. This work aimed to contribute to domestication of

*Balanites aegyptiaca* (Linn.) Del. In Adamawa region. It consists of evaluating the effect of mycorrhizal biofertilizer on the initial growth of *Balanites aegyptiaca* on three different types of Adamawa soils: volcanic ashes (SCV), basaltic soil (SB) and granitic soil (SG). The aim was to identify the best soil on which the plant can early grow, compared to its growth on vertisol which is the control soil coming from the Far North of Cameroon. The experiment was carried out for six months in the sachets with a factorial device of type 3 x 2 (with three types of soil and two degrees of mycorrhization). The six treatments were repeated 12 times. Plants were inoculated twice time with mycorrhizae: at sowing and three months after. At 24 weeks, results showed that the germination rate is 96.7% on SBM, 93.33% on SCVM and 90% on SGM. Mycorrhization rate was 80.3% on SCVM, 70.3% on VSM and 70.6% on SBM. On the other hand, mycorrhization was not effective (16%) in SGM soil. A significant difference was observed at 5% with the SBM being the best soil adapted for the initial growth of *B. aegyptiaca*.

**Key words:** *Balanites aegyptiaca*, germination, growth, mycorrhizae

---

## 1. Introduction

*Balanites aegyptiaca*, arbre de la famille des zygophyllacées est une espèce caractéristique des régions arides et semi-arides de l'Afrique tropicale (Arbonnier, 2004). En Afrique, au Sud du Sahara et dans les régions Soudano-Sahéliennes du Cameroun en particulier, cette espèce oléagineuse occupe une place de choix dans la vie quotidienne des populations (Tchiégang-Megueni et al., 2002). En effet, ces auteurs relèvent que *B. aegyptiaca* ou Dattier du désert est source de bois, de médicaments et d'aliments pour les populations rurales. Malgré ses énormes potentialités et son importance ethnobotanique (Malaisse, 2010), cette espèce demeure malheureusement presque à l'état sauvage. Ces produits à l'instar de ceux de nombreuses plantes indigènes sont vendus localement à petite échelle et sont ainsi une source de revenus pour les paysans (Falconner, 1990 ; Arnold, 1996). L'exploitation de ces essences locales à leur état sauvage les expose à l'érosion génétique. Le dattier du désert se présente au regard de son importance économique comme une nouvelle voie dans la stratégie de diversification des productions agricoles, stratégie consécutive à la crise économique que connaît l'économie des pays africains (Kengue et al., 2002). L'intensification de la domestication des plantes indigènes comme le dattier

du désert devrait améliorer la qualité, le rendement et la valeur marchande de leurs différents produits, contribuant ainsi au développement durable (Leakey, 1998). Bien plus, la culture des plantes indigènes sur les terrains victimes de la déforestation en augmentant les revenus des paysans, se présenterait comme une alternative à l'agriculture itinérante sur brûlis. Il y a donc un besoin urgent de domestication à mener en même temps que la commercialisation des produits (Leakey, 1999). Les données ethnobotaniques et ethno nutritionnelles sur *B. aegyptiaca* ont été étudiées dans la Région Soudano-Sahélienne du Cameroun (Iyawa, 2000 ; Tchiégang-Megueni et al., 2001 ; Hamawa, 2018). Malgré ses multiples usages relevés, peu de travaux ont été consacrés à la domestication de cette espèce. Dans cette optique de domestication, Siama (2001) a évalué les sols de la région de l'Adamaoua favorables à la culture de *B. aegyptiaca*. Cet auteur a montré que les sols développés sur cendres volcaniques paraissent les mieux adaptés à la culture de *B. aegyptiaca*. L'aptitude culturale de ces derniers types de sols pourrait donc être améliorée de façon durable en utilisant les engrais naturels tels que les mycorrhizes. Les mycorrhizes améliorent la production végétale (Megueni et al., 2006 ; Ngakou et al., 2007, Maimouna et al., 2016) la régénération forestière, la fertilité des sols. En outre

les mycorhizes constituent un moyen de lutte biologique contre les agents pathogènes des plantes (Nwaga, 2000).

C'est ainsi que cette étude visait à développer une stratégie de domestication fiable et durable à moindre coût de *B. aegyptiaca* dans les sols de l'Adamaoua (Cameroun). Spécifiquement, il s'agit d'évaluer l'effet de la mycorhization des différents sols de la région de l'Adamaoua sur la germination et la croissance initiale de *B. aegyptiaca*. L'intérêt et l'utilité de cette étude repose sur le fait que le type de sol le plus approprié pour la croissance de *B. aegyptiaca* sera recommandé pour la domestication de *B. aegyptiaca*.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Sols

L'expérimentation a porté sur trois types de sols issus de l'altération des différentes roches de la Région de l'Adamaoua et un type de sol de la Région de l'Extrême-Nord Cameroun. Dans la ville de Ngaoundéré, les prélèvements ont été faits respectivement à Borongo (Sol développé sur Basalte : SB), au Lac Tison (Sol développé sur Cendre Volcanique : SCV) et au pied du Mont Ngaoundéré (Sol développé sur Granite : SG). Le vertisol (VS) prélevé dans la localité de Moutourwa à l'Extrême-Nord du Cameroun a été utilisé comme sol de référence par rapport aux trois types de sols. Tous ces prélèvements ont été effectués à une profondeur d'environ 20 cm. Leurs caractéristiques physico-chimiques sont déterminées par des méthodes classiques.

Les caractéristiques physico-chimiques des différents sols utilisés sont regroupées dans le tableau

1. Ces caractéristiques varient selon le type de sol. La couleur du vertisol est d'un vert sombre tandis que les cendres volcaniques sont brunes sombres. La structure de ces sols est polyédrique et la texture est argileuse et prédominante. Il ressort du tableau que plus la texture est argileuse plus la teneur en eau est élevée. Les sols SG, SCV et SB sont acides tandis que le vertisol VS présente un pH proche de la neutralité ( $6,4 \pm 0,60$ ). Ce dernier est de type smectite et souvent saturé en Ca et Mg. Ce qui explique la valeur du pH proche de la neutralité. La concentration en phosphore de la solution du sol est généralement très faible car elle est inférieure à 5 mg / L. Ainsi, les sols tropicaux sont pauvres en phosphore ( $P = 0,7\text{mg} / \text{l}$ ) à cause de leur acidité. La faible teneur en azote dans les sols tropicaux s'explique par le lessivage et le drainage qui peuvent dépasser 30 % de pluviométrie. Seulement 2 à 5 % de l'azote organique du sol est libéré sous forme inorganique après activité microbienne. Les champignons mycorhiziens peuvent augmenter la proportion d'azote minérale à la disposition des plantes et des micro-organismes.

### 2.2. Graines de *Balanites aegyptiaca* et inoculum mycorhizien

Les graines mûres de *Balanites aegyptiaca* utilisées proviennent de Moutourwa dans la région de l'Extrême Nord Cameroun. Ces graines ont été trempées dans de l'eau froide pendant 48 heures et par la suite, la pulpe a été enlevée avant les semis.

Les biofertilisants mycorhiziens utilisés (Figure 1) ont été fournis par le Laboratoire de Microbiologie et des Sols du Centre de Biotechnologie de l'Université de Yaoundé I. Ceux-ci contenaient des spores infectieuses et des propagules de deux genres

*Glomus* et *Scutellospora* avec une concentration de 20 spores/g de substrat.

**Tableau 1.** Résultats des analyses physico-chimiques des différents sols

Paramètres	Types de sol			
	VS (Moutourwa)*	SB (Borongó)*	SG (Mont Ngaoundéré)*	SCV (Tison)*
Couleur	Vert sombre	Brun (rougeâtre)	Brun	Brun sombre
Porosité	Très faible	Moyenne	Grande	Faible
Structure	-	Polyédrique moyenne	Polyédrique fine	Polyédrique moyenne
Texture	Argileuse	Argileuse	Argilo-sableuse	Argileuse
Humidité (%)	3,06 ± 0,72	5,94 ± 0,53	3,34 ± 0,44	5,65 ± 1,65
pH	6,4 ± 0,60	5,19 ± 0,563	5,52 ± 0,89	5,9 ± 0,89
P total (mg / 100g MS)	6,88 ± 0,04	5,80 ± 0,18	0,13 ± 0,3	0,08 ± 0,03
Azote (mg / 100g MS)	0,076 ± 0,03	0,20 ± 0,01	0,19 ± 0,07	00,61 ± 0,02

\*Les noms placés entre parenthèses représentent les localités où les sols ont été prélevés.

**Légende :** **VS:** Vertisol; **SB:** Sol développé sur roche basaltique; **SG:** Sol développé sur roche granitique ; **SCV:** Sol développé sur cendres volcaniques.



**Figure 1 :** Inoculum mycorrhizien

## 2.3. Méthodologie

### 2.3.1. Préparation des pots et semis

Les différents échantillons des sols homogénéisés ont été répartis dans les sachets plastiques. Deux (02) Kg de sol ont été mis par pot et ces pots ont été arrosés 24 heures avant l'ensemencement. L'inoculation s'est effectuée en deux phases : au début de l'expérience et trois mois après semis. L'inoculation du début s'est effectuée en plaçant 10 g de mycorhizes dans un trou préalablement percé au centre du sachet ; la graine a été ainsi placée dans le poquet au-dessus des mycorhizes et couverte d'une couche de sol. La deuxième inoculation à déposer 10 g de mycorhizes dans chaque pot.

### 2.3.2. Dispositif expérimental

Un dispositif aléatoire à 08 traitements (SB: Sol développé sur roche basaltique; SBM: Sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes; SG: Sol développé sur roche granitique; SGM: Sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes; VS: Vertisol; VSM: Vertisol inoculé par les mycorhizes; SCV: Sol développé sur cendres volcaniques; CVM: Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes) répétés 03 fois a été utilisé.

### 2.3.3. Paramètres étudiés, échantillonnage et analyses statistiques

Le taux de levée des plants a été évalué à 10 jours après semis; pendant la phase végétative, la taille des plants, le nombre de feuilles par plant ont été évalués à intervalle de temps régulier de 02 semaines. 30 plants font l'objet d'un échantillonnage. A la fin de l'expérience, le dosage de la chlorophylle dans les feuilles a été effectué. L'évaluation du taux de mycorhization racinaire a eu lieu à la floraison, la méthode d'évaluation de

pourcentage de colonies mycorhiziennes utilisée est celle de Kourmanick et Mc Graw (1992).

Le logiciel Statgraphics plus 5.0 a été utilisé pour l'analyse de variance et le test de Duncan a été utilisé pour comparer les moyennes des traitements. Le logiciel Excel 2010 a été utilisé pour la saisie des données et la réalisation des graphiques.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Taux de germination de *Balanites aegyptiaca*

Les graines de *Balanites aegyptiaca* commencent à germer à partir du 10<sup>e</sup> jour sur les substrats SBM (sol développé sur roche basaltique inoculée par les mycorhizes), SG (sol développé sur roche granitique), SGM (sol développé sur roche granitique inoculée par les mycorhizes) et SCV (sol développé sur cendres volcaniques) (Figure 2). Par contre aucune germination n'a été enregistrée sur les milieux SB (Sol développé sur roche basaltique), VS (vertisol), VSM (vertisol inoculé par les mycorhizes) et SCV (sol développé sur cendres volcaniques) en cette date. Le délai de germination variait selon les substrats. Les caractères physiques des différents types de sol seraient à l'origine de ces observations. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Saïdou (1998) qui a démontré que le délai de germination de *Balanites aegyptiaca* dépend des substrats utilisés. Les sols développés sur basalte, sur granite et sur cendre volcanique laissent passer de l'eau permettant de lever l'inhibition tégumentaire chez *B. aegyptiaca*. Donc, la perméabilité du sol joue un grand rôle sur la germination. Cependant, le vertisol étant un sol difficilement perméable à cause de sa forte teneur en argile, il crée une résistance à l'émergence de la plantule à la surface du sachet plastique. Ce qui justifie le long délai de germination (14 jours) observé sur ce substrat. Quant aux taux de germination maximum, il est atteint

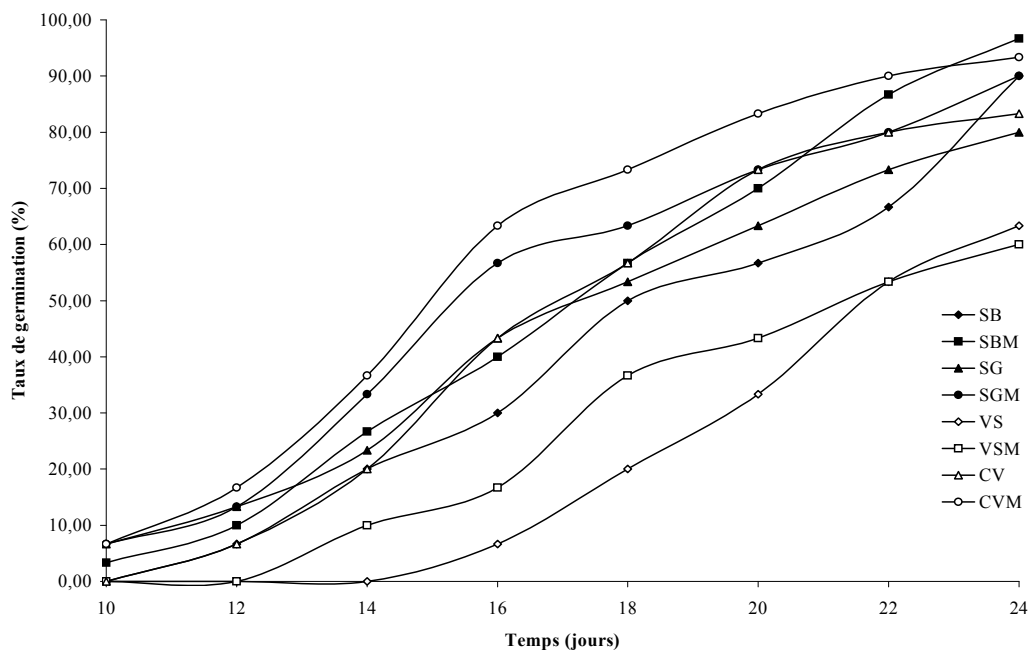
après 3 semaines. Le taux de germination le plus élevé a été enregistré sur le substrat SBM. Selon Siana (2001), la cendre volcanique (SCV) apparaît comme le substrat le plus apte pour la germination de *B. aegyptiaca* (95,5%). Mais les expériences montrent que le sol basaltique (SBM) inoculé par les mycorhizes serait le plus apte à la germination de *B. aegyptiaca* (96,7%).

### 3.2 Croissance et développement de *Balanites aegyptiaca*

#### 3.2.1. Evolution de la taille des plantes

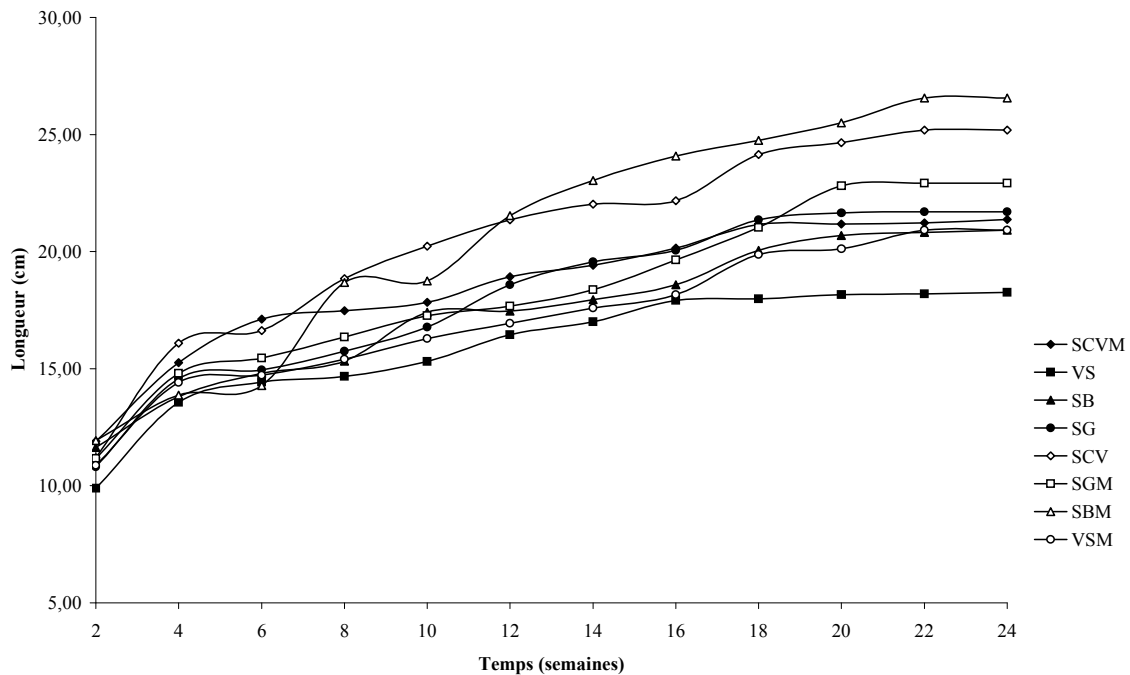
La longueur des tiges augmente normalement sur les différents substrats en fonction du temps (Figure

3). Au cours des quatre premières semaines, aucune différence significative ( $p < 0,05$ ) n'est notée entre les traitements à l'exception des substrats SCV (Sol développé sur Cendres Volcaniques :  $16,1 \pm 1,2$  cm) et SCVM (Sol développé sur Cendres Volcaniques inoculé par les Mycorhizes :  $15,2 \pm 0,8$  cm). Sur les six autres substrats, les longueurs oscillent autour de 13 cm et 14 cm. Ces résultats sont similaires à ceux de Siana (2001) qui mène des études sur *Balanites aegyptiaca* et rapporte que cette plante se développe mieux dans le substrat Sol développé sur cendre volcanique.



**Figure 2 :** Taux de germination de *Balanites aegyptiaca*

SB: Sol développé sur roche basaltique; SBM: Sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes; SG: Sol développé sur roche granitique; SGM: Sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes; VS: Vertisol; VSM: Vertisol inoculé par les mycorhizes; SCV: Sol développé sur cendres volcaniques; CVM: Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes



**Figure 3 :** Croissance en longueur des tiges de *B. aegyptiaca*

SB: Sol développé sur roche basaltique; SBM: Sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes; SG: Sol développé sur roche granitique; SGM: Sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes; VS: Vertisol; VSM: Vertisol inoculé par les mycorhizes; SCV: Sol développé sur cendres volcaniques; CVM: Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes

A la vingt quatrième semaine, les longueurs maximales sont atteintes sur les différents substrats; SCVM : Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes ( $21,4 \pm 1,2$  cm), VS : vertisol ( $18,1 \pm 0,9$  cm), SB : sol développé sur roche basaltique ( $20,9 \pm 3,2$  cm), SG :sol développé sur roche granitique ( $21,7 \pm 1,2$  cm), SCV :sol développé sur cendres volcaniques ( $25,2 \pm 1,6$  cm), SGM : sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes ( $22,9 \pm 0,9$  cm), SBM : sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes ( $26,6 \pm 1,9$  cm) et CVM : sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes ( $20,9 \pm 0,3$  cm). A partir de ces valeurs maximales, un ralentissement de la croissance est noté sur tous les substrats utilisés : ceci serait dû soit à l'épuisement du substrat en nutriments, soit au manque d'espace dans les sachets pour un bon développement

des racines. Une différence significative au seuil de 5% est notée entre les traitements pour la taille des plants.

Pour une bonne croissance en hauteur de *B. aegyptiaca* dans la région de l'Adamaoua (Cameroun), le sol développé sur basalte serait le meilleur substrat, si ce dernier est inoculé aux mycorhizes. Ce sol enregistre la hauteur la plus grande ( $26,6 \pm 1,9$  cm), tandis que la hauteur des plants développés sur VS n'est que de  $18,10 \pm 0,6$  cm. Il ressort également de cette étude qu'après le substrat SBM, le sol développé sur cendres volcaniques (SCV) présente une bonne aptitude pour la croissance de *B. aegyptiaca*. Mais après la deuxième inoculation, un ralentissement de la vitesse de croissance est noté. Ce résultat reste à élucider. Cette augmentation de taille serait liée à l'amélioration des propriétés du sol et la libération d'éléments nutritifs par les engrais biologiques (Gove, 2014, Megueni et al., 2017).

### 3.2.2. Production foliaire

La figure 4 illustre l'augmentation du nombre de feuilles en fonction du temps. Le nombre de feuilles est plus élevé sur les sols inoculés. Les Mycorhizes ont un effet sur le nombre de feuilles car les valeurs les plus représentatives sont observées au niveau des sols inoculés par les mycorhizes. Une différence significative au seuil de 5% est notée entre les différents traitements. A partir de la douzième semaine, l'augmentation du nombre de feuilles est ralentie ; ceci est sûrement dû à l'épuisement des éléments minéraux dans les différents sols. La re inoculation a lieu à ce moment et la croissance reprend quelques jours plus tard. Les plantes développées sur cendres volcaniques enregistrent le nombre le plus élevé en feuilles ( $37,7 \pm 2,0$ ). Ces résultats sont conformes à celui de Siama (2001) qui a démontré que les sols développés sur SCV présentent le nombre de feuille le plus élevé. La plus faible valeur est enregistrée sur vertisol. Ces résultats sont conformes à ceux de Fatou et al. (2016) qui ont démontrés que les inoculations mycorhiziennes ont augmenté la hauteur et le nombre de feuilles des plants.

### 3.2.3. Teneur en chlorophylle et couleur des feuilles de *Balanites aegyptiaca*

La teneur en chlorophylle des feuilles est indiquée dans le tableau 2. Pendant les quatre premières semaines, les feuilles des plantes présentent la même coloration (verte foncée). Après quelques semaines (6 à 10 semaines), la coloration diffère selon le traitement et est directement liée aux constituants nutritifs de chaque type de substrat. Les feuilles issues du sol développé sur roche basaltique (SB) inoculé par les mycorhizes possèdent une haute teneur en chlorophylle ( $42,002 \pm 0,017^e$  mg/l) tandis que celles du sol développé sur cendres volcaniques inoculé

par les mycorhizes présentent la plus faible valeur ( $10,72 \pm 0,039^a$  mg/l). L'accumulation des chlorophylles dans les feuilles des plantes est influencée par l'inoculation mycorhizienne, suggérant ainsi que la fertilité du sol a un impact direct sur la synthèse de la chlorophylle dans les feuilles de la plante étudiée. Cette accumulation en chlorophylle totale est surtout due à celle de la chlorophylle a dans le sol SBM ( $31,73 \pm 0,02^e$ ). Le tableau 2 indique que les feuilles ayant une coloration vert foncé ont une grande teneur en chlorophylle. Les feuilles des plantes développées sur basalte inoculé aux mycorhizes et des plantes développées sur vertisol gardent leur couleur de départ (vert foncé) alors que les feuilles des plantes développées sur sol granitique inoculé aux mycorhizes, sur sol basaltique et sur sol développé sur cendre volcanique changent légèrement la leur. Ceci provient d'une nutrition moins appropriée sur ces derniers substrats. La teneur en chlorophylle reflète bien la couleur des feuilles sur les différents substrats en ce sens que les feuilles ayant une coloration verte prononcée sont plus riches en chlorophylle. Ces résultats sont en accord avec ceux de Latef & Chaoxing (2011) qui démontrent que la grande teneur en chlorophylle chez les plants inoculés aux mycorhizes s'explique par une absorption accrue de magnésium et d'azote par les hyphes des champignons.

### 3.3 Croissance, développement et taux de mycorhization racinaire

L'examen du système racinaire des plantes sur les différents substrats a permis de constater que les plantes de *B. aegyptiaca* présentent un système racinaire constitué d'une racine principale pivotante pluri ramifiée. Le développement des racines varie selon les traitements.

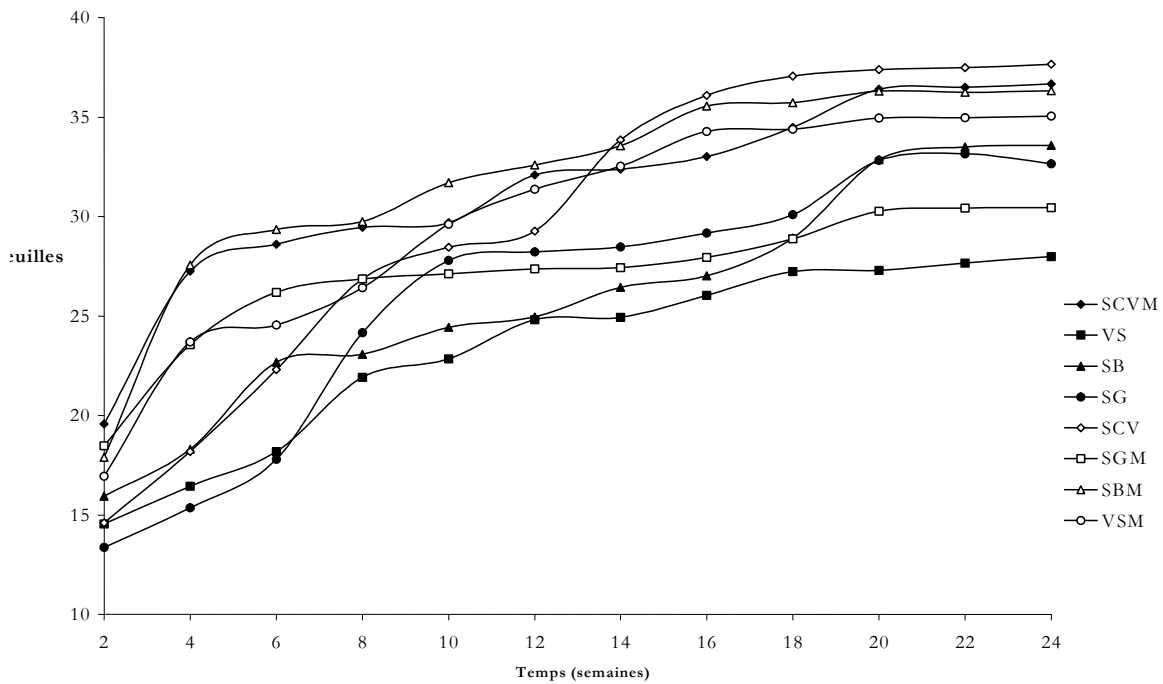


Figure 4 : Augmentation du nombre de feuilles de *B. aegyptiaca* pendant 24 semaines

SB: Sol développé sur roche basaltique; SBM: Sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes; SG: Sol développé sur roche granitique; SGM: Sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes; VS: Vertisol; VSM: Vertisol inoculé par les mycorhizes; SCV: Sol développé sur cendres volcaniques; CVM: Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes

Tableau 2 : Teneur en chlorophylle (mg /l) et couleur des feuilles en fonction des différents traitements

Paramètres	Types de sol							
	SCV	SB	VS	SG	SCVM	SBM	VSM	SGM
Coloration	++	++	+++	+	+	+++	+	++
Chlorophylle	21,55±0,03 <sup>c</sup>	27,41±0,01 <sup>d</sup>	39,76±0,01 <sup>e</sup>	14,64±0,03 <sup>b</sup>	10,72±0,03 <sup>a</sup>	42,00±0,01 <sup>e</sup>	16,97±0,01 <sup>b</sup>	27,77±0,03 <sup>d</sup>
Chlorophylle a	15,7±0,01 <sup>b</sup>	25,13±0,02 <sup>c</sup>	29,87±0,02 <sup>d</sup>	11,08±0,01 <sup>a</sup>	9,24±0,01 <sup>a</sup>	31,73±0,02 <sup>e</sup>	12,62±0,02 <sup>a</sup>	25,08±0,01 <sup>c</sup>
Chlorophylle b	6,18±0,02 <sup>bc</sup>	2,28±0,03 <sup>a</sup>	9,91±0,03 <sup>d</sup>	3,56±0,02 <sup>ab</sup>	1,47±0,02 <sup>a</sup>	10,28±0,03 <sup>d</sup>	4,35±0,03 <sup>b</sup>	2,69±0,02 <sup>a</sup>

+: vert clair ; ++: vert ; +++ : vert foncé ; ± : écart-type ; SB: Sol développé sur roche basaltique; SBM: Sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes; SG: Sol développé sur roche granitique; SGM: Sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes; VS: Vertisol; VSM: Vertisol inoculé par les mycorhizes; SCV: Sol développé sur cendres volcaniques; CVM: Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes

**Tableau 3 :** Ramifications, longueur et mycorhization des racines de *B. aegyptiaca* sur les différents traitements

Paramètres	Types de sol							
	SB	SBM	SG	SGM	SCV	SCVM	VS	VSM
Nombre de ramifications	3,0 ± 2,0	5,7 ± 2,0	5,3 ± 2,1	5,3 ± 2,5	3,0 ± 2,0	5,0 ± 1,7	3,3 ± 1,5	3,0 ± 2,0
Longueur de la racine	28,05 ± 1,34	34,05 ± 1,38	33,22 ± 2,02	31,97 ± 4,15	28,74 ± 1,95	5 ± 1,73	30,69 ± 3,31	25,79 ± 3,01
Taux de mycorhization racinaire (%)	60	75	65	55 %	70	70 %	60	65 %

**Légende :** **SB:** Sol développé sur roche basaltique; **SBM:** Sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes; **SG:** Sol développé sur roche granitique; **SGM:** Sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes; **VS:** Vertisol; **VSM:** Vertisol inoculé par les mycorhizes; **SCV:** Sol développé sur cendres volcaniques; **CVM:** Sol développé sur cendres volcaniques inoculé par les mycorhizes

### 3.3.1. Ramification et longueur des racines

Le nombre de ramification racinaire le plus important (5,7±2,0) est observé sur les racines développées sur sol basaltique mycorhizé (tableau 3). Le nombre le plus faible est observé au niveau des substrats suivants : sol basaltique, sol développé sur cendres volcaniques, vertisol mycorhizé. Le sol développé sur granite mycorhizé et non mycorhizé ont le même nombre moyen de ramification. Par contre le sol développé sur cendre volcanique mycorhizé a 5,00 ± 1,70 ramifications.

La comparaison de ces résultats permet de dire que le nombre moyen des ramifications racinaires est plus élevé sur les substrats mycorhizés, excepté le milieu vertisol inoculé par les mycorhizes qui présente le même nombre de ramifications que le milieu vertisol.

La longueur de la racine principale est mesurée et les résultats obtenus montrent que c'est sur le milieu sol développé sur roche basaltique inoculée par les mycorhizes que l'on observe la plus longue racine principale (34,1±1,4 cm) suivi du sol développé sur roche granitique (33,2±2,0 cm) et la plus faible longueur est observée sur vertisol inoculé par les mycorhizes (25,79 ± 3,01) (tableau 3).

### 3.3.2. Taux de mycorhization racinaire

La fréquence de mycorhization (tableau 3) est effective sur tous les fragments racinaires issus des substrats mycorhizés. La fréquence de mycorhization est plus élevée sur : sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes (SBM : 75%) et la valeur la plus faible est notée sur sol développé sur roche granitique inoculé par les mycorhizes (SGM : 55%). Les résultats obtenus sur les différents traitements montrent que la croissance des plantes, le développement et la mycorhization du système racinaire sont plus importants sur les substrats mycorhizés. Ces résultats se rapprochent de ceux de Houngnandan et al. (2009) qui ont montré que la fréquence de mycorhization est comprise entre 53,58% et 63,15% sur le maïs avec l'espèce *Glomus*.

## 4. Conclusion

Les sols de l'Adamaoua sont acides (pH variant entre 5,2 et 5,9) et très pauvre en éléments minéraux essentiels (la teneur en phosphore total varie de 0,08 ± 0,03 à 5,80 ± 0,18 mg/100g MS et celle de l'azote varie de 0,19 ± 0,07 à 0,61 ± 0,02 mg /100g MS). Le taux de germination le plus élevé (96,7%) est enregistré sur le milieu SBM tandis que le vertisol utilisé ici comme sol témoin fournit la plus faible valeur (60%) au 24<sup>ème</sup> jour après semis. Ce dernier substrat présente également le

plus long délai de germination. La croissance de *B. aegyptiaca* est stimulée dans le sol développé sur roche basaltique inoculé par les mycorhizes. C'est ainsi que sur ce milieu, la plus grande longueur de tige (26,60 cm), de la racine (34,10 cm) et le plus grand nombre de ramifications racinaires (5,70) sont enregistrés. Le taux de mycorhization le plus élevé est également noté sur ce substrat. Donc, les mycorhizes améliorent les potentialités du sol développé sur basalte et le rend plus adapté pour la culture de *B. aegyptiaca* dans la région de l'Adamaoua (Cameroun). L'application de 10 g de mycorhizes par poquet sur sol développé sur sol basaltique au moment des semis et à 03 mois est recommandé pour la croissance juvénile de *B. aegyptiaca*. Nos études futures consisteront à déterminer la dose minimale de mycorhizes nécessaire pour une croissance maximale de *B. aegyptiaca*.

#### Déclaration d'intérêts

Les auteurs ont déclaré qu'il n'existe pas d'intérêts concurrents.

#### Contribution des auteurs

Ce travail a été réalisé avec la collaboration de tous les auteurs. L'auteur MEGUENI a conçu l'étude et a géré les recherches bibliographiques. L'auteur MAIMOUNA a rédigé le protocole et a effectué les analyses statistiques. L'auteur DJAO MEINDA a rédigé la première version du manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

#### Références bibliographiques

Abdel Latef, A.A.H., Chaoxing, H. (2011). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 127 (3), 228-233.

Arbonnier, M. (2004). *Arbres, arbustes et Lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. 2<sup>ème</sup> édition. Montpellier (France), 541p.

Arnold, J. (1996). Economic factors in farmer adoption of forest product activities. In: *Domestication and Commercialization of Non - timber Forest Products in Agroforestry*, Non -wood forest products N° 9, FAO, Roma (Italy), 131 - 146.

Falconer, J. (1990). The major significance of "minor" forest products. The local use and value of forest in the West African humid forest zone. *Forests, Trees and People, Community Forestry Note*, N° 6, FAO, Roma (Italy), 232 p.

Fatou, N., Abdala, G., Diedhiou, Moustapha, G. Dioumacor, F., Adeline, B., Mame, O. S., Kandiora, N., Diegane, D. and Aboubacry, K. (2016).. Réponse du fonio blanc (*Digitaria exilis* Stapf) à l'inoculation avec des champignons mycorhiziens à arbuscules en conditions semi-contrôlées. *Journal Applied Bioscience*, (103), 9784-9799.

Gove, A., (2014). Evaluation l'effet fertilisant des pyroclastites basaltiques du lac Tison et des trachytes de Béka sur les sols de Marza-Ngaoundéré. Mémoire de Master. Université de Ngaoundéré, Cameroun, 134 p.

Hamawa, Y., Balna, J., Souare, K., (2018). Structure écologique et production fruitière de *Haematostaphis barteri* Hook. F. en la zone sahélienne du Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 130, 13232 - 13243.

Houngnandan, P., Yemadje, R.G.H., Kane, A., Boeckx, P., Van Cleemput, O. (2009). Les Glomales indigènes de la forêt claire à isoberlinia doka (craib et stapf) à Mari-warou au Cente Benin. *Tropicultura*, 27 (2), 83-87.

Iyawa, M., (2000). Données ethnobotaniques non conventionnelles de la zone Soudano-Sahélienne du Cameroun. *Balanites aegyptiaca* (L) Del et *Moringa oleigera* Lamp. Mémoire de Maîtrise, Faculté des Sciences, Université Ngaoundéré (Cameroun).

Kengue, J., Anegbeh, P., Waruhiu, A., Avana, M.L., Kengni, E., Tsoheng, A., Tchoundjeu, Z., Leakey, R.R.B., (2002). Domestication du safoutier (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam): un état des lieux. In : 3<sup>ème</sup> Séminaire International sur la

- valorisation du safoutier et autres oléagineux non – conventionnels, pp. 60 – 72.
- Kourmanick, P., Mc Graw, A. C., 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhize in plant root. In: *methods and principles of mycorrhizal research*. Ed. Schenck N. C. The American physical Society. St-Paul. Minnesota, pp. 37-45.
- Leakey, R.R.B., Izac, A., (1996). Linkages between domestication and commercialisation of non – timber forest products: implications for agroforestry, In: *Domestication and Commercialization of Non – timber Forest Products in Agroforestry Systems*, Non –wood forest products N° 9, FAO, Roma (Italy), pp. 1 – 7.
- Leakey, R.R.B., (1999). Agroforestry for biodiversity in farming systems. In: *Biodiversity in agrosystems*, CRC Press, New – York (USA), pp. 127-145.
- Malaisse, F., (2010) How to live and survive in Zambezian open forest (Miombo Ecoregion). Book review. *Plant Ecology and Evolution*, 144, 377- 378.
- Maimouna, A., Megueni, C., Nwaga, D., Wassouni, F., Nkongmeneck, B.A., Manchang, T. K. (2016). "Impact of selecting phosphate Solubilizing microorganisms on the growth of maize and sorghum using Vivianite as inorganic phosphate supply", *International Journal of Current Research*, 8(10), 39579-39591.
- Megueni, C., Tchuenteu, T. L., Noubissié, E., Maimouna, A., Bachirou, H., (2017). Field productivity of carrot (*Daucus carota* L.) in Adamawa Cameroon and chemical properties of roots according to chicken manure pretreatments and vivianite powder. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 10 (1), 2319-2372.
- Megueni, C., Ngakou, A., Makalao, M.M, Kameni, TD., (2006). Response of soybean (*Glycine max* L.) to soil solarization and rhizobial inoculation at Dang Ngaoundéré, Cameroun. *Asian Journal of Plant Science*, 5 (5), 832-837.
- Ngakou, A., Nwaga, D., Nebane, C.L.N., Ntonifor, N.N., Tamo, M., Parh (2007). Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Rhizobia and *Metarhizium anisoplae* enhance P, N, Mg, K and Ca accumulation in field grown cowpea. *Journal of Plant Sciences*, (5), 518-529.
- Nwaga, D., (2000). Impact des microorganismes bénéfiques pour la production agricole : bilan de quelques résultats obtenus au Cameroun, in *Biotechnologies et maîtrise des intrants agricoles en Afrique centrale*. 70p
- Saïdou, M. (1998). Potentialités du *Balanites aegyptiaca* (Dattier du désert ou dattier sauvage), In : *Acte du 2<sup>e</sup> séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non conventionnels*. Ngaoundéré-Cameroun, 4-5 décembre 1997, Presse Universitaire de Yaoundé (Cameroun), pp. 159-164.
- Siama, A. (2001). *Evaluation des sols favorables a la culture d'une oléagineuse de la zone Soudano-Sahélienne du Cameroun (Balanites aegyptiaca, (L.) DEL.) dans la région de Ngaoundéré*. Mémoire de Maîtrise en botanique, Faculté des sciences, Université de Ngaoundéré (Cameroun), 32 p.
- Tchiegang-Megueni, C., Tchiegang C., Iyawa, M., Kapseu, C., Noubissie, J.B., Parmentier, M., (2002). Etude des espèces oléagineuses endémique de la région Soudano-Sahélienne du Cameroun : données ethnobotaniques sur *B. aegyptiaca*. In : *3<sup>ème</sup> séminaire international sur la valorisation du Safoutier et autres oléagineux non – conventionnels*, 193-203pp.
- Tchiegang-Megueni, C., Mapongmetsem, P.M., Akagou, Zedong, C.H., Kapseu, C., (2001). An ethnobotanical study of indigenous fruit trees in northern Cameroon. *Forests, Trees and Livelihoods*, 11, 149-158.

#### Comment citer ce papier?

Maimouna, A., Saidou, M., Nwaga, D., Megueni, C. (2021). Sol développé sur roche granitique inoculé avec les champignons mycorrhiziens : substrat approprié pour la croissance juvénile de *Balanites aegyptiaca* (Linn.) sous climat soudano-guinéen de l'Adamaoua-Cameroun. *Journal of Experimental and Applied Tropical Biology*, 1(2), 1-12.