



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Germination et croissance des plantules d'une espèce fruitière indigène au Niger : *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

Maman Kamal ABDOU HABOU<sup>1\*</sup>, Habou RABIOU<sup>1</sup>, Laouali ABDOU<sup>1</sup>, Salamatu ABDOURAHAMANE ILLIASSOU<sup>1</sup>, Abdoul Aziz E. SANOUSSI ISSOUFOU<sup>1</sup>, Amadou SOUMANA<sup>2</sup> et Ali MAHAMANE<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Diffa, BP : 78, Diffa, Niger.

<sup>2</sup>Institut National de Recherche Agronomique du Niger, BP : 662, Zinder, Niger.

<sup>3</sup>Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey, BP : 10662, Niamey, Niger .

\*Auteur correspondant ; E-mail : [abdoukamalm@yahoo.fr](mailto:abdoukamalm@yahoo.fr) ; Tél: (+227) 96 04 07 68.

### RESUME

*Balanites aegyptiaca* est l'une des plantes à usages multiples au Niger très appréciée par les populations. Cette étude conduite au Centre Régional de Recherche Agronomique de Zinder, vise à étudier la germination et l'évolution des plantules de cette espèce. Les essais de germination ont été effectués dans des planches rectangulaires sur six types de traitements pendant 3 mois et le suivi de croissance des plantules dans des pots plastiques enfouis dans le sol pendant 6 mois. L'étude a montré que l'ingestion des fruits de *Balanites aegyptiaca* par les chèvres réduit significativement la dormance tégumentaire. Les graines extraites des noyaux qui ont transité par le tractus digestif des chèvres ont le taux de germination le plus élevé (76,87%) et le taux de germination le plus faible a été obtenu avec les fruits entiers (38,12%). Après 6 mois de suivi, la croissance du pivot racinaire des plantules (78,59±9,04 cm) est plus importante que celle de la partie aérienne (61,8±6,2 cm). Cette étude permet d'envisager la production des plants de *Balanites aegyptiaca* en vue de sa conservation durable.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

**Mots clés :** *Balanites aegyptiaca*, germination, ingestion par chèvres, dormance, croissance, Niger.

## Germination and seedling growth of an indigenous fruit species in Niger : *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

### ABSTRACT

*Balanites aegyptiaca* is one of multipurpose plants in Niger very appreciated by the populations. This study conducted at Zinder's Regional Center for Agricultural Research, aims to study the germination and evolution of seedlings of this species. The germination tests were carried into rectangular plates on six types of treatment for 3 months and the growth monitoring of seedlings in plastic pots buried in the soil for 6 months. The study showed that ingestion of *Balanites aegyptiaca* fruits by goats significantly reduces tegumentary dormancy. Seeds extracted from cores that have passed into the digestive tract of goats have the highest germination rate (76.87%) and the lowest germination rate was obtained with intact fruits (38.12%). After 6 months of monitoring, the pivot root growth of seedlings (78.59±9.04 cm) is greater than the aerial part (61.8±6.2 cm). This study allows envisaging the production of *Balanites aegyptiaca* plants for its sustainable conservation.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

**Keywords :** *Balanites aegyptiaca*, germination, goat ingestion, dormancy, growth, Niger.

## INTRODUCTION

La dégradation des ressources ligneuses est une réalité en zone sahélienne. Elle est caractérisée par la raréfaction voire la disparition de certaines espèces (Ganaba, 2008). Les produits divers fournis par les ligneux présentent des enjeux socio-économiques certains, car la vie de nombreuses populations en dépend directement (Bellefontaine et al., 2001). Les prélèvements excèdent souvent les capacités de production de beaucoup d'espèces et constituent la première cause de leur destruction (Douma et al., 2010). Chez la plupart des ligneux qui régressent, le potentiel de régénération existe, mais la longue saison sèche, les fluctuations climatiques et les fortes pressions anthropiques rendent cette régénération aléatoire (Diouf et al., 2002).

*Balanites aegyptiaca* est l'une des espèces de valeur au Niger, très exploitée par les populations. En effet, les fruits sont une ressource alimentaire et peuvent être utilisés à des fins médicinales, le bois résistant aux insectes est utilisé en construction, manches d'outils, cure-dents, bois de feu et charbon, les graines sont employées dans la fabrication d'huiles et de savons, les jeunes rameaux et feuilles sont affouragés et font l'objet de consommations humaines (Arbonnier, 2000 ; Abdou, 2016). Dans beaucoup de villages au Niger, l'une des activités principales source de revenus est la transformation des fruits de *B. aegyptiaca*. Chaque jour, les formations naturelles et les champs sont parcourus par les populations à la recherche des fruits, appauvrissant ainsi la banque séminale édaphique. Du coup, la régénération de l'espèce est compromise. La régénération par semis de *B. aegyptiaca* est également limitée du fait d'un endocarpe lignifié, peu perméable à l'air et à l'eau rendant ainsi la germination des graines très aléatoire.

Pour pérenniser la disponibilité de l'espèce et de ses utilisations, il importe d'entreprendre des activités de recherche pouvant améliorer les connaissances sur la biologie des semences, les contraintes à la germination et à la croissance des plantules

pour une large vulgarisation de cette essence locale.

Très peu de recherches se sont intéressées à la germination des graines de *B. aegyptiaca* (Schelin et al., 2003 ; Boubacar et al., 2018) et à la dynamique de croissance des paramètres biologiques de développement des plantules de cette espèce. Ce manque d'informations limite sérieusement la mise en place de techniques sylvicoles adaptées au semis direct de l'espèce.

Cette étude a pour objectif d'étudier la germination et l'évolution des plantules de *B. aegyptiaca*.

## MATERIEL ET METHODES

### Provenance des semences et site expérimental

Les fruits de *B. aegyptiaca* destinés à cette étude ont été prélevés en décembre 2017 dans la commune de Dogo Dogo (département de Dungass, région de Zinder) (12°50'-13°00' Nord et 9°06'- 9°33' Est). Ces fruits ont été récoltés mûrs sur 25 individus en secouant les branches. Ensuite, ils ont été mélangés et stockés dans des sacs à la température ambiante, à l'abri de l'humidité jusqu'à leur utilisation.

L'expérimentation a été conduite au Centre Régional de Recherche Agronomique (CERRA) de Zinder, centre-sud du Niger. Le climat qui y règne est sahélien, caractérisé par une alternance d'une courte saison de pluies (juin à septembre) et d'une longue saison sèche (octobre à mai) (Figure 1). La pluviométrie moyenne annuelle des dix dernières années est de 452,87±104,16 mm.

### Essais de germination

Les essais de germination ont été réalisés sur six (6) types de traitements :

- Traitement 1 (T1) : fruits mûrs entiers ;
- Traitement 2 (T2) : fruits débarrassés de l'épicarpe ;
- Traitement 3 (T3) : fruits débarrassés de leur pulpe (mésocarpe) à l'aide d'un couteau ;
- Traitement 4 (T4) : graines seules extraites des fruits débarrassés de leur pulpe et dont

l'endocarpe ligneux est concassé à l'aide d'un marteau ;

- Traitement 5 (T5) : fruits avec endocarpe ramassés après passage dans le tractus digestif des chèvres. Ces fruits ont été donnés aux chèvres qui séjournèrent dans une étable, ils ont été ramassés 24 h après avoir été ingérés et régurgités, mais seuls les noyaux qui portaient le contenu de la panse ont été prélevés ;
- Traitement 6 (T6) : graines seules extraites de l'endocarpe dont les fruits ont transité par le tractus digestif des chèvres (Traitement 5).

Les semis ont été effectués dans des petites planches rectangulaires de 1 m de longueur, 0,5 m de largeur et une profondeur de 20 cm (Figure 2A) contenant 1/3 du fumier décomposé et 2/3 du sable de rivière à raison de 20 graines par planche. Les graines ont été semées à une profondeur égale 2 fois leur diamètre (FAO, 1992). Ensuite, les planches ont été clôturées à l'aide d'un grillage pour les protéger contre les éventuels rongeurs fouisseurs et les reptiles. L'arrosage a été effectué chaque 48 h et les graines germées ont été dénombrées quotidiennement, une graine est considérée comme ayant germé lorsque les cotylédons émergent (Figure 2B). Chaque traitement a été répété quatre fois, soit un total de 24 planches. Les essais de germination ont été menés du 3 mars au 3 juin 2018.

Pour chaque traitement, les paramètres suivants ont été calculés (Côme et al., 1982) :

- le taux de germination =  $(\text{Nombre de graines germées} / \text{Nombre de graines mises à germer}) \times 100$  ;
- la durée de germination en jours : durée entre la première et la dernière germination ;
- le délai de germination en jours : temps écoulé entre le semis et la première germination ;
- la capacité de germination (qui est le pourcentage de germination maximal obtenu dans nos conditions après 45 jours).

### Suivi de la croissance des plantules de *B. aegyptiaca*

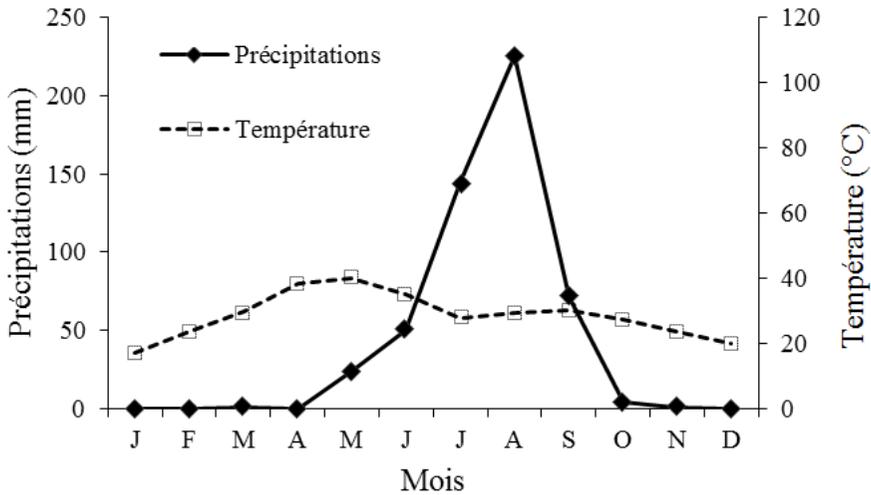
Le suivi de la croissance des plantules a été effectué dans des pots en

plastique de 30 cm de diamètre et 100 cm de profondeur. Chaque pot contenait 1/3 du fumier et 2/3 du sable de rivière. Pendant le remplissage des pots, le substrat a été légèrement damé, puis les pots ont été perforés pour faciliter le drainage de l'eau, ensuite ils ont été enfouis dans le sol et arrosés une semaine avant les semis. Toutes ces opérations ont pour objectif, non seulement de se rapprocher du milieu réel mais aussi de faciliter le déracinement des plantules lors des différentes mesures. Des semis directs de graines ont été effectués dans 12 pots (Soit 10 graines par pot), mais cinq plantules ont été laissées à la levée pour limiter les compétitions. Compte tenu de l'échelonnement de l'observation des plantules dans le temps et dans un souci de synchroniser la levée, ce sont des graines ayant déjà émis des racines dans des boîtes de pétri qui ont été semées. Les plants ont été exposés à la lumière solaire et arrosés chaque 48 h.

L'observation s'est étalée sur 6 mois (du 4 mars au 4 septembre). Chaque mois, 2 pots choisis au hasard ont été déterrés et détruits pour relever les paramètres suivants sur les plantules : la hauteur de la tige et la longueur du pivot racinaire au moyen d'une règle graduée en centimètre, le diamètre de la tige au collet à l'aide d'un pied à coulisse électronique en millimètre et les nombres de feuilles et d'épines de la tige principale ont été également comptés.

### Analyses statistiques

Un test de comparaison (ANOVA) sur les paramètres de germination selon les types de traitements a été effectué à un seuil de significativité de 5%. Une analyse en composantes principales (ACP) a également été réalisée afin de catégoriser les paramètres de germination qui caractérisent les 6 types de traitements. Les moyennes des paramètres de germination ont été présentées sous la forme : moyenne  $\pm$  écart type. Ces analyses ont été réalisées grâce au logiciel Minitab 17.



**Figure 1 :** Diagramme ombrothermique de la station météorologique de Zinder (moyennes mensuelles de 1981 à 2017).



**Figure 2 :** (A) Dispositif des semis, (B) Émergence des cotylédons du sol.

## RESULTATS

### Effet des traitements sur la germination des graines de *B. aegyptiaca*

Le taux de germination le plus élevé a été observé chez les graines isolées de l'endocarpe dont les fruits ont transité par le tractus digestif des chèvres (T6) (76,87%) suivi des noyaux ramassés après passage dans le tractus digestif des chèvres (T5) (74,37%) et des fruits débarrassés de leur pulpe (T3) (70,62%) (Tableau 1).

Le délai de germination le plus long est obtenu avec les fruits entiers (T1). La durée de germination la plus courte a été obtenue avec les graines seules extraites des fruits débarrassés de leur pulpe et dont l'endocarpe ligneux est concassé (T3) et la

plus longue avec les fruits entiers (T1). Les noyaux ingérés par les chèvres présentent une grande capacité de germination, à 45 jours d'observation, ils ont un taux de germination de 60,56%. L'analyse de variance sur les paramètres de germination montre qu'il existe une différence significative entre les traitements ( $P < 0,05$ ).

### Évolution des taux de germination en fonction du temps

La vitesse de germination est plus importante pour les graines isolées dont les fruits ont été ingérés par les chèvres (T6) suivie des fruits consommés par les chèvres (T5) (Figure 3). La germination a commencé  $26,50 \pm 4,20$  jours après semis pour les fruits

entiers (T1) et a continué d'évoluer en escalier durant toute la durée de l'observation. La germination a été assez rapide pour les fruits débarrassés de leur pulpe (T3) et le taux maximum est obtenu au bout de 48 jours (78,62%).

### Relation entre les paramètres de germination et les traitements

L'analyse en composantes principales (ACP) a permis de ressortir les relations qui existent entre les paramètres de germination et les types de traitements (Figure 4). Les deux premiers axes concentrent plus de 95,2% de la variance totale. L'axe 1 concentre 86% de l'information et le deuxième axe concentre 9,2%. En tenant compte des contributions que prend chaque paramètre de germination, l'ACP a permis de noter l'existence de deux groupes de paramètres plus ou moins homogènes. Un premier groupe composé des paramètres délai et durée de germination et un deuxième groupe composé de capacité de germination et taux de germination.

### Dynamique de croissance des plantules de *B. aegyptiaca*

La croissance moyenne en hauteur des plantules ( $17,57 \pm 1,59$  cm) est plus élevée que celle du pivot racinaire ( $5,89 \pm 0,56$  cm) après le premier mois du semis. Au 2<sup>ème</sup> mois, la partie aérienne présente une hauteur moyenne de  $24,89 \pm 7,36$  cm soit une élongation de  $7,32 \pm 2,19$  cm, alors qu'une croissance importante du pivot est observée ( $21,51 \pm 6,10$  cm) soit une élongation de  $15,62 \pm 5,54$  cm. Dès le 2<sup>ème</sup> mois, l'élongation du pivot racinaire reste plus importante que celle de la partie aérienne jusqu'à la fin de l'expérience (Figure 5A).

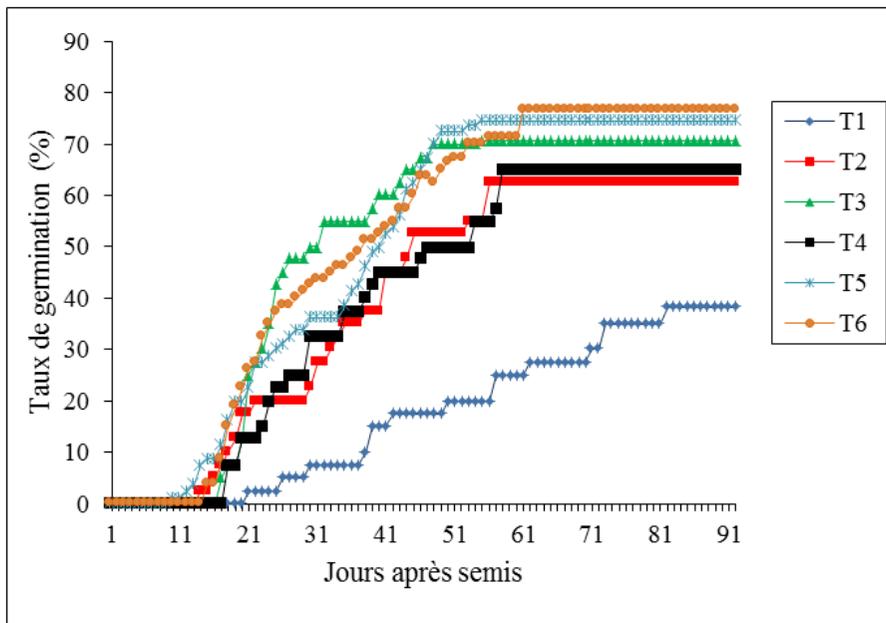
Les nombres de feuilles et d'épines des plantules suivent graduellement la croissance de la tige. Les nombres moyens de feuilles et d'épines sont respectivement de  $17,6 \pm 1,26$  et  $14 \pm 1,88$  un mois après semis. Ils passent à  $43,7 \pm 9,78$  pour les feuilles et  $38,6 \pm 10,15$  pour les épines au 3<sup>ème</sup> mois. Ces nombres se terminent à  $56,5 \pm 5,7$  pour les feuilles et  $50,5 \pm 6,57$  pour les épines à la fin de l'observation (Figure 5B). Quant à l'évolution du diamètre au collet, elle passe de  $2,75 \pm 0,44$  mm après un mois à  $4,12 \pm 0,71$  au 3<sup>ème</sup> mois pour atteindre  $5,24 \pm 0,78$  mm au 6<sup>ème</sup> mois (Figure 5C).

**Tableau 1** : Paramètres de germination des graines selon les traitements.

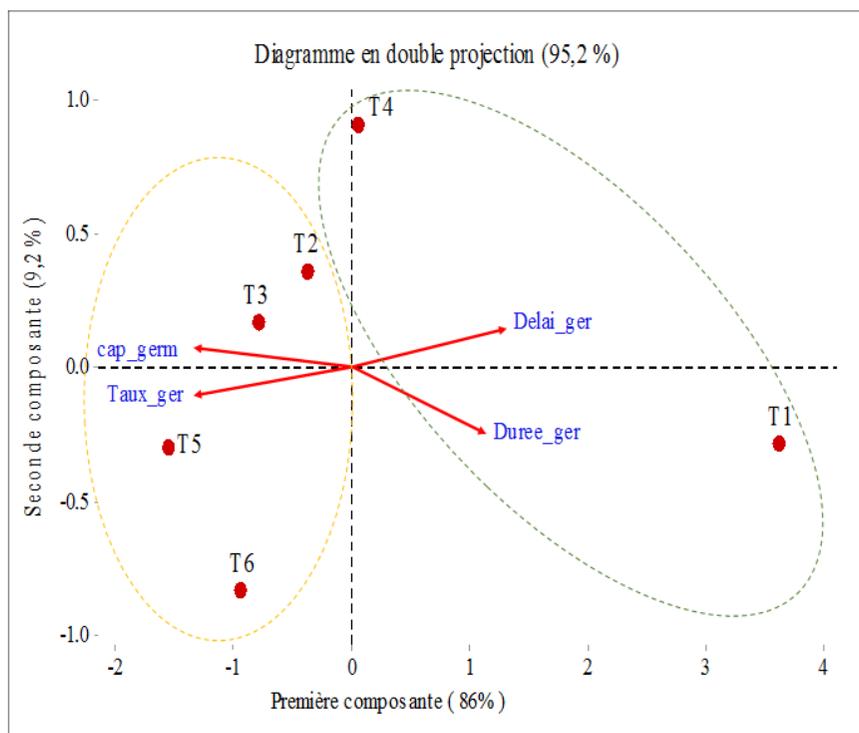
Traitements	Taux de germination (%)	Durée de germination (Jours)	Délai de germination (Jours)	Capacité de germination (%)
T1	$38,12 \pm 4,26^c$	$61,50 \pm 4,04^a$	$26,50 \pm 4,20^a$	$14,37 \pm 2,39^a$
T2	$60,62 \pm 5,54^b$	$42,25 \pm 1,70^{bc}$	$14,50 \pm 1,29^{cd}$	$44,62 \pm 3,90^b$
T3	$70,62 \pm 4,26^{ab}$	$41,75 \pm 4,99^{bc}$	$18,50 \pm 1,29^{bc}$	$58,31 \pm 3,17^c$
T4	$60,00 \pm 4,00^{ab}$	$39,50 \pm 1,73^c$	$19,75 \pm 1,70^b$	$43,37 \pm 4,53^b$
T5	$74,37 \pm 5,54^a$	$42,50 \pm 3,41^{bc}$	$15,25 \pm 1,25^{bcd}$	$60,56 \pm 1,50^c$
T6	$76,87 \pm 7,46^a$	$48,25 \pm 1,50^b$	$17,25 \pm 1,70^b$	$57,55 \pm 2,12^c$
Probabilité	0,000	0,000	0,000	0,000

Sur les colonnes, les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes ;

**T1** : fruits entiers avec pulpe et épicarpe; **T2** : fruits débarrassés de l'épicarpe; **T3** : fruits débarrassés de leur pulpe; **T4** : graines seules extraites des fruits débarrassés de leur pulpe et dont l'endocarpe ligneux est concassé; **T5** : fruits avec endocarpe ramassés après passage dans le tractus digestif des chèvres; **T6** : graines extraites de l'endocarpe dont les fruits ont transité le tractus digestif des chèvres.

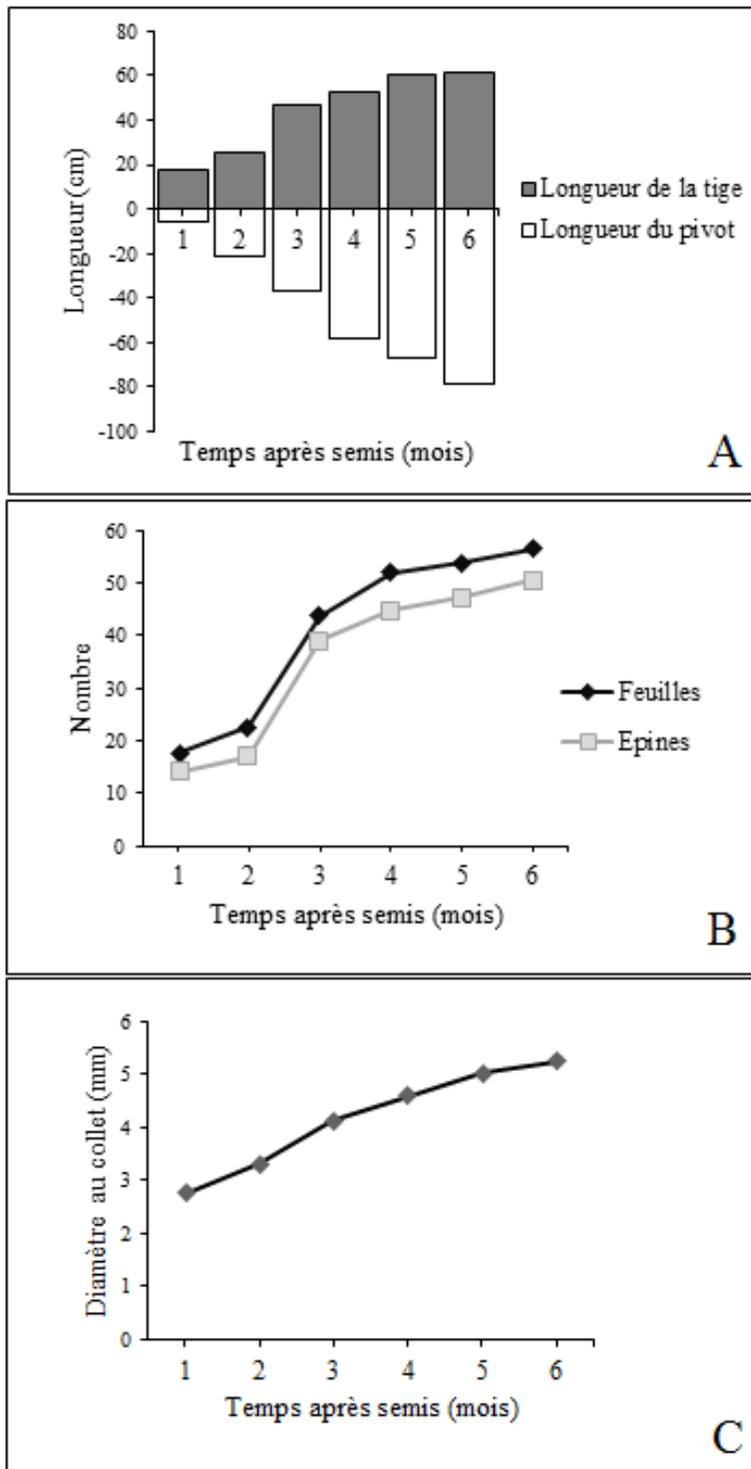


**Figure 3 :** Cinétique de germination de *B. aegyptiaca* sous l'effet des différents traitements.



Taux\_ger : taux de germination ; Duree\_ger : durée de germination ; Delai\_ger : délai de germination ; Cap\_ger : capacité de germination.

**Figure 4 :** Plan factoriel de l'Analyse en Composantes Principales (Paramètres de germination X traitements).



**Figure 5 :** Évolution des paramètres de croissance des plantules (A : longueurs de tige et du pivot racinaire ; B : Nombre des feuilles et épines ; C : Diamètre au collet).

## DISCUSSION

Le passage des fruits de *B. aegyptiaca* dans le tractus digestif des chèvres permet non seulement d'éliminer certaines barrières (l'épicarpe et la pulpe) contre la germination des graines, mais il fragilise aussi l'endocarpe ligneux et lève la dormance tégumentaire en laissant passer l'eau et l'air. La comparaison des taux et délais de germination entre les graines isolées et les graines isolées dont les fruits sont ingérés par les chèvres n'indique pas une différence significative. Cela se justifie par le fait que, l'effet de la rumination des fruits de *B. aegyptiaca* par les chèvres sur la germination s'arrête au niveau de l'endocarpe sans toucher la graine.

À part la barrière physique qu'il joue contre la germination, l'endocarpe ligneux pourrait être un avantage, en assurant la protection des graines contre la dessiccation. Cette dernière est le plus souvent la cause de la non viabilité des graines comme l'ont souligné plusieurs auteurs (Bationo et al., 2005 ; Gamene et al., 2005). En plus, la lignification des fruits constitue pour la plupart des espèces des zones arides et semi-arides une stratégie d'adaptation à des fortes variations des facteurs climatiques; elle protège non seulement l'embryon et les cotylédons des graines à des pourritures en cas d'engorgement d'eau et aux attaques parasitaires, mais elle les empêche aussi de germer dans des conditions défavorables. Dans l'aire de distribution de *B. aegyptiaca*, particulièrement au Sahel, il peut se passer plusieurs semaines entre la première et la deuxième pluie. D'autres études (Néya et al., 2008 ; Agbogon et al., 2014) ont montré que la lignification est une contrainte à l'émergence de la radicule et entraîne aussi une diminution de la perméabilité du tégument à l'eau et aux gaz respiratoires lors de l'émergence de la radicule.

La comparaison des paramètres de germination entre les fruits entiers et les fruits débarrassés de l'épicarpe montre une différence significative. Cette différence pourrait être expliquée par le fait que l'épicarpe des fruits de *B. aegyptiaca* est peu

perméable à l'eau et l'air. Contrairement à la pulpe, où la comparaison des moyennes des paramètres de germination entre les fruits avec pulpe et les fruits sans pulpe a montré une différence non significative. Ce qui démontre que la pulpe (mésocarpe) est facilement dissoute sans avoir un grand impact surtout sur le délai et la durée de la germination. Traoré et al. (2005) ont également révélé que l'épicarpe entrave la germination des graines de *B. aegyptiaca*. Ces mêmes auteurs ont démontré que le mésocarpe (pulpe) joue à la défaveur de la germination, contrairement aux résultats de la présente étude. Cette différence s'explique par la différence des conditions d'expérimentation. En effet, ces auteurs (Traoré et al., 2005) ont utilisé des boîtes de pétri comme milieu des semis, alors que dans la présente étude les semis ont été effectués dans le sol. Dans ce dernier, la microfaune, la chaleur et surtout l'eau d'arrosage contribuent à la dissolution rapide du mésocarpe. Dans leur étude, Setlalekgomo et Setlalekgomo (2013) ont trouvé un taux de germination nul chez les fruits intacts de *Sclerocarya birrea* pendant 60 jours d'observation. Dans la présente étude, à 60 jours d'observation, un taux de germination de 25% a été obtenu chez les fruits intacts pour se terminer à 38,12% à la fin de l'observation (90 jours). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'épicarpe et l'endocarpe lignifié, voire l'enveloppe embryonnaire de *S. birrea*, sont plus défavorables à la germination que ceux de *B. aegyptiaca*, donc ils nécessitent beaucoup plus du temps dans le sol pour permettre la germination des graines. En plus, les observations laissent supposer que la germination des graines de *B. aegyptiaca* peut se prolonger au-delà de la période considérée dans cette étude surtout chez les fruits entiers.

À l'exception des fruits entiers, les taux de germination sont élevés pour les 5 autres traitements. Ces taux de germination obtenus pourraient être attribués aux conditions d'expérimentation qui jouent en faveur de la germination. Ils pourraient être liés aussi aux semences relativement jeunes, qui n'ont pas perdu leur pouvoir germinatif

avec le temps. Ces taux de germination se rapprochent de ceux obtenus dans d'autres travaux sur la même espèce (Schelin et al., 2003 ; Elfeel, 2012 ; Boubacar et al., 2018) malgré que les conditions d'expérimentation, les traitements appliqués et les critères de germination différent de ceux de la présente étude. Ces taux sont également comparables aux taux de germination obtenus sur d'autres espèces ligneuses dont les fruits ont des caractéristiques semblables à celles de *B. aegyptiaca* (drupe), Dan Guimbo (2011) sur *Vitellaria paradoxa* et *Neocarya macrophylla* et Abdourhamane et al. (2014) sur *S. birrea*.

L'appréciation de la qualité des plants est traditionnellement et exclusivement fondée sur la base de critères morphologiques tels que la hauteur et le diamètre au collet (Benmahioul et al., 2010). Le suivi de la croissance des plantules de *B. aegyptiaca* montre que l'élongation du système racinaire est beaucoup plus importante que celle de la partie aérienne. Cette croissance racinaire au détriment de celle de la partie aérienne a été rapportée par plusieurs auteurs sur d'autres espèces (Ouédraogo et al., 2006 ; Yélé mou et al., 2007 ; Bationo et al., 2010).

La croissance racinaire de *B. aegyptiaca* obtenue en 6 mois dans cette étude dépasse largement celles obtenues en 12 mois par Dan Guimbo (2011) sur *V. paradoxa* et *N. macrophylla* et Abdou et al. (2015) sur *Prosopis africana*. Ce développement important du système racinaire pourrait être attribué aux conditions méthodologiques (l'utilisation des grands pots et leur enfouissement dans le sol) ou intrinsèque à l'espèce. Pour Dauro et al. (2003), le développement du système racinaire est un facteur déterminant dans la différence de survie des jeunes plants. L'hypertrophie de la racine reste une stratégie plus efficace pour la pérennisation des espèces ligneuses, car elle permet de stocker des réserves nourricières. Ce développement important du système racinaire et grâce aux réserves nourricières stockées dans cette partie seraient probablement les facteurs qui confèrent à l'espèce une bonne aptitude de se multiplier

par drageonnage en milieu naturel (Harivel et al., 2006).

Le rythme d'émission des feuilles et des épines de *B. aegyptiaca* suit la croissance de la tige. Le nombre de feuilles est supérieur à celui d'épines à tous les stades de croissance des plantules. Cette différence est due au fait que les épines apparaissent tardivement chez les plantules par rapport aux feuilles. Et en plus, on retrouve au niveau de certains nœuds plus d'une feuille contre une seule épine.

### Conclusion

Cette étude sur la germination et la croissance des plantules de *B. aegyptiaca* a montré que l'endocarpe ligneux et l'épicarpe sont les principaux obstacles à la germination des graines de l'espèce. Aussi, l'ingestion des fruits par les chèvres réduit considérablement la dormance liée à l'endocarpe en le fragilisant, ce qui facilite la rentrée de l'air et l'eau, facteurs indispensables à la germination. Ensuite, il est possible de produire des plants vigoureux avec des bons paramètres de croissance en 6 mois de culture. L'étude suggère que la stabulation des animaux particulièrement les chèvres dans les formations végétales à *B. aegyptiaca* pourrait contribuer significativement à la régénération de cette espèce par semis.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt lié à cet article.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MKAH a assuré l'élaboration du protocole de recherche, la collecte et le traitement des données et la rédaction du manuscrit sous la supervision et les conseils de HR. LA, SAI, ABESI et AS ont assuré la révision du manuscrit. AM a contribué dans l'orientation scientifique et la révision finale du manuscrit.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Centre Régional de Recherche Agronomique (CERRA) de Zinder pour le site d'expérimentation. Ils remercient également

l'Université de Diffa pour les appuis multifformes.

## REFERENCES

- Abdou HMK. 2016. Caractérisation de la végétation de la zone d'intervention du PLECO à Gouré. Mémoire de Master, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Maradi, 59p.
- Abdou L, Dan Guimbo I, Youchaou TA, Rabiou H, Mahamane A. 2015. Etude de la germination de la graine et suivi de la croissance en pépinière de *Prosopis africana* (G. et Perr.) Taub., espèce menacée de disparition au Niger. Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Tome XVIII-A, 1-12.
- Abdourhamane H, Dan Guimbo I, Morou B, Taffa SM, Mahamane A. 2014. Potential germination and initial growth of *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst, in Niger. *Journal of Applied Biosciences*, **76**: 6433-6443. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v76i1.13>
- Agbogon A, Bammite D, Tozo K, Akpagana K. 2014. Contribution à la multiplication, par graines et par bouturage de segments de tiges et de racines, de trois fruitiers spontanés de la région des savanes au Togo : *Haematostaphis barberi* Hook. F., *Lannea microcarpa* Engl. & K. Krauss et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. *European Scientific Journal*, **10**(6): 195-211. DOI: <http://eujournal.org/index.php/esj/article/viewFile/2751/2634>
- Arbonnier M. 2000. *Arbres, Arbustes et Lianes des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest*. CIRAD-MNHN-UICN : Montpellier (France) ; 541p.
- Bationo AB, Ouedraogo SJ, Somé AN, Pallo F, Boussim IJ. 2005. Régénération naturelle d'*Isobertlinia doka* Craib. et Stapf. dans la forêt classée du Nazinon (Burkina Faso). *Cahiers Agricultures*, **14**(3): 297-304. DOI: <http://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/download/30522/30282>.
- Bationo AB, Somé AN, Ouedraogo SJ, Kalinganire A. 2010. Croissance comparée des plantules de cinq espèces ligneuses soudaniennes élevées en rhizotron. *Sécheresse*, **21**(3): 196-202. DOI : 10.1684/sec.2010.0255
- Bellefontaine R, Petit S, Pain-Orcet M, Deleporte P, Bertault JG. 2001. Les arbres hors forêt. Vers une meilleure prise en compte. *Cahier FAO Conservation*, **35**: 231p.
- Benmahioul B, Khelil B, Kaïd-Harche M, Daguin F. 2010. Etude de la germination et de l'effet du substrat sur la croissance de jeunes semis de *Pistacia vera* L. *Acta Botanica Malacitana*, **35**: 107-114. DOI : <http://hdl.handle.net/10630/4320>
- Boubacar AA, Douma S, Diouf A, Agúndez MD, Alia R, Mahamane A. 2018. Effets du stress hydrique et de la température sur la germination de quatre ligneux alimentaires prioritaires du Niger. *Afrique Science*, **14**(3): 28-41. DOI : <https://www.researchgate.net/publication/325631343>.
- Côme D, Durand B, Jacques R, Penon P, Roland JC. 1982. *Croissance et Développement. Physiologie végétale II*. Hermann : Paris ; 465p.
- Dan Guimbo I. 2011. Fonction, dynamique et productivité des parcs à *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. et à *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance dans le sud-ouest du Niger. Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni, Niamey, 158p.
- Dauro D, Mohamed SMA, Gintzburger G. 2003. Recruitment and survival of native annual *Trifolium* species in the highlands of Ethiopia. *Afr. J. Ecol.*, **34**(1): 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1997.015-89015.x>.
- Diouf M, Akpo L-E, Rocheteau A, Do F, Goudiaby V, Diagne AL. 2002. Dynamique du peuplement ligneux d'une végétation sahélienne au Nord-

- Sénégal (Afrique de l'Ouest). *J. Sci.*, **2**(1): 1-9.
- Douma S, Chaibou R, Mahamane A, N'da D H, Saadou M. 2010. État actuel de dégradation des populations de quatre espèces ligneuses fruitières en zone sahélo soudanienne du Niger : réserve totale de faune de Tamou. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, **16**: 191-210. DOI : [http://revist.net/REVIST\\_16/REVIST\\_16\\_10.pdf](http://revist.net/REVIST_16/REVIST_16_10.pdf)
- Elfeel AA. 2012. Effect of seed pre-treatment and sowing orientation on germination of *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. seeds. *American-Eurasian J. Agric. & Environ.*, **7**(3): 191-193. DOI : 10.5829/idosi.aejaes.2012.12.07.1757.
- FAO. 1992. Foresterie en zones arides. Guide à l'intention des techniciens de terrain. Cahier FAO: conservation 20, Rome, 144p.
- Gamene CS, Erdey D, Baxter D, Motete N, Berjak P. 2005. Desiccation, germination and storage of *Sclerocarya birrea* seeds from Burkina Faso. *Comparative Storage Biology of Tropical Tree Seeds*, 40-56.
- Ganaba S. 2008. Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au Sahel, Burkina Faso. Thèse de doctorat d'Etat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 287p.
- Harivel A, Bellefontaine R, Boly O. 2006. Aptitude à la multiplication végétative de huit espèces forestières d'intérêt au Burkina Faso. *Bois et forêts des tropiques*, **288**(2): 39-50. DOI : [http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_288\\_39-50.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_288_39-50.pdf)
- Néya O, Hoekstra FA, Glovina EA. 2008. Mechanism of endocarp-imposed constraints of germination of *Lannea microcarpa* seeds. *Seed Sci. Research*, **18**: 13-24. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258508890058>.
- Ouédraogo A, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K, Guinko S. 2006. Régénération sexuée de *Boswellia dalzielii* Hutch., un arbre médicamenteux de grande valeur au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, **289**(3): 41-48. DOI : [http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_289\\_41-48.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_289_41-48.pdf).
- Schelin M, Tigabu M, Eriksson I, Sawadogo L, Oden PC. 2003. Effects of scarification, gibberellic acid and dry heat treatments on the germination of *Balanites aegyptiaca* seeds from the sudanian savanna in Burkina Faso. *Seed Sci. Techn.*, **31**: 605-617. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2003.31.3.10>
- Setlalekgomo MR, Setlalekgomo T. 2013. Effects of gut passage by kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) and pericarp on the germination percentage of morula (*Sclerocarya birrea*) seeds. *Scientific Journal of Biological Sciences*, **2**(6): 122-126. DOI: <http://sjournals.com/index.php/SJBS/download/841/pdf>
- Traoré B, Letreuch-Belarouci N, Sahki-Boutamine R, Gaouar A. 2005. Caractérisation dendrométrique et étude des possibilités d'amélioration des performances germinatives de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans la région de Tamanrasset (Ahaggar, Algérie). *Sécheresse*, **15**(2): 137-146.
- Yélémo B, Yaméogo G, Rasolodimby JM, Hien V. 2007. Germination sexuée et dynamique de développement de *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hochst, une espèce agroforestière du Burkina Faso. *Sécheresse*, **18**(3): 185-192. DOI : 10.1684/sec.2007.0091.