

Développement des unités de croissance de jeunes plants d'essences sahéliennes : *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan, de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del et de *Zizyphus mauritiana* Lam., (Dakar, Sénégal)

Fidèle Tonalta NGARYO^{1*}, Ampa-Kande BADIATTE², Jhonn LOGBO³, Oumar SARR², Venceslas GOUDIABY⁴ et Léonard-Élie AKPO²

¹ Université Adam Barka d'Abéché, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, BP 1173, Abéché, Tchad

² Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie végétale, BP 5005, Dakar, Sénégal

³ Ecole Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, BP 95, Kétou, Bénin

⁴ Université du Québec à Montréal, Département des Sciences Biologiques, Case postale 8888, succursale Centre-ville, Montréal, Québec H3C 3P8, Canada

* Correspondance, courriel : fideletonalta.ngaryo@ucad.edu.sn

Résumé

Malgré les usages multiples des plantes ligneuses du Sahel, peu d'études se sont intéressées au suivi de la mise en place des différents segments de tige de jeunes plants de *Acacia tortilis* (Forsk.) Haynesubsp. *raddiana* (Savi) Brenan, de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del et de *Zizyphus mauritiana* Lam. Notre objectif était alors de représenter les différents ordres, leur nombre en fonction de leur période d'apparition et le rapport entre le développement successif des Unités de Croissance (UC) des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* a été suivi en milieu semi-contrôlé par une approche visuelle globale à l'échelle du houppier entre octobre 2002 et octobre 2004. Les processus de ramification à l'échelle du houppier révèlent 5 ordres différents d'UC chez *A. tortilis* à 16 mois, 7 chez *B. aegyptiaca* à 24 mois et 5 chez *Z. mauritiana* à 9 mois. Les UC₃ et UC₄ sont les plus nombreuses chez les jeunes plants de *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana* alors que chez ceux de *A. tortilis*, le nombre des UC₂ est nettement supérieur. L'UC₁ est la plus longue chez les trois espèces. Le diamètre de l'UC₁ à 24 mois est de 79 mm chez *B. aegyptiaca*, de 39 mm chez *Z. mauritiana* et de 20 mm chez *A. tortilis* avec un nombre de nœuds nettement plus important chez *A. tortilis*. La longueur et le nombre de nœuds feuillés varient d'une espèce à l'autre.

Mots-clés : *Acaciatortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Zizyphusmauritiana*, jeune plant, unité de croissance (UC), nœuds.

Abstract

Development of the units of growth of young seedling of sahliangases : *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan, of *Balanites aegyptiaca* (L.) Del and of *Zizyphus Lam mauritiana*, (Dakar, Senegal)

In spite of the multiple uses of the woody plants of the Sahel, little study were interested in the follow-up of the setting up of the different segments of stem of young seedling of *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan, of *Balanites aegyptiaca* (L.) Del and of *Zizyphus mauritiana* Lam. Our aim was then to represent the different orders, their number according to their period of apparition and the report between the successive development of Unit of Growth (UG) seedlings of *A. tortilis*, of *B. aegyptiaca* and of *Z. mauritiana* has be followed in middle semi-controlled by a visual gross to scale approach of the crown between October 2002 and October 2004. The process to scale ramification of the crown reveal 5 different orders of UG to *A. tortilis* to 16 months, 7 *B. aegyptiaca* to 24 months and 5 to *Z. mauritiana* to 9 months. UE₃ and UE₄ are more numerous to seedlings of *B. aegyptiaca* and *Z. mauritiana* when to that to *A. tortilis*, the a large number of UC₂ is cleanly superior. The UC₁ is the longer to three species. The diameter of the UC₁ to 24 months is of 79 mm to *B. aegyptiaca*, of 39 mm to *Z. mauritiana* and of 20 mm to *A. tortilis* with a large number of knots cleanly more importing to *A. tortilis*. The length and a large number of rabbetted knots vary of a species to the other.

Keywords : *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Zizyphus mauritiana*, seedling, unit of growth (UG), knots.

1. Introduction

Les plantes ligneuses du Sahel occupent une place économique importante pour l'homme [1] et constituent la base de l'aliment du bétail [2]. La péjoration des conditions climatiques [3-5] et l'anthropisation croissante [6] sont des facteurs contribuant efficacement à la dégradation des écosystèmes sahéliens. L'utilisation de ces ligneux sahéliens dans les opérations de réhabilitation du couvert végétal durable dans les zones arides et semi-arides a été peu ou moins encouragée. Les espèces exotiques utilisées sont en général peu ou pas adaptées tant aux conditions écologiques qu'aux *desiderata* des populations locales. [7], tenant compte des différents impératifs, a préconisé l'utilisation de taxons autochtones à croissance rapide, et bien connus des populations locales pour leurs usages multiples. Cette stratégie s'impose aujourd'hui comme une nécessité [8]. Elle passe par une connaissance approfondie des mécanismes de croissance de ces plantes [9]. Des travaux portant sur des individus adultes des espèces autochtones ont constitué sans nul doute une étape importante dans la compréhension de l'adaptation des espèces à la sécheresse dans les zones arides et semi-arides. Il s'agit de la phénologie en relation avec les variations des conditions écologiques [10-12] et le fonctionnement hydrique [13,14]. L'objectif de cette étude est de suivre la mise en place des différents segments de tige des jeunes plants des principales espèces sahéliennes : *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne, *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., et *Zizyphus mauritiana* Lam qui seront désignés respectivement par *A. tortilis*, *B. aegyptiaca* et of *Z. mauritiana*. Le suivi s'est effectué dans les premiers stades de croissance. Les plants sont soumis aux conditions semi-contrôlées dans le centre de recherche de Bel Air (Dakar, Sénégal) et à un approvisionnement hydrique favorable.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude

L'étude a été menée dans la parcelle expérimentale de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) de Bel Air à Dakar. Le quartier Bel Air fait partie de la Commune d'Arrondissement de Hann-Bel Air qui s'étend sur 6,3 km du Nord au Sud et sur 2,7 à moins de 1 km d'Est en Ouest de la ville de Dakar au Sénégal. Géographiquement, il se situe dans la partie orientale de la tête de la presqu'île du Cap Vert et s'ouvre sur l'océan Atlantique par une côte échancrée de plus de 8 km de long [15]. Les sols de Dakar ferrugineux tropicaux, non lessivés [16], sont légèrement basiques (pH = 8,35) et reposent sur le substrat sédimentaire sableux. Ils renferment 0,92% de matières organiques contre 0,53% de carbone organique et 0,46% d'azote. D'un point de vue climatique, la ville de Dakar se caractérise par l'alternance de deux saisons :

- la saison sèche dure 9 mois (octobre à juin) avec des températures moyennes variant entre 20 à 23°C au mois de janvier ;
- la saison pluvieuse (communément appelée "hivernage") est brève. Les moyennes annuelles des précipitations à Dakar sur la période de janvier 1991 à janvier 2000 montrent que les mois de juillet, août et septembre sont humides. Le mois d'août est le plus pluvieux avec près de 46% des précipitations en 2002.

Depuis 1968, la température est relativement instable de même que la fréquence des pluies [15]. Le courant froid des Canaries ainsi que l'alizé maritime ont une action modératrice sur elle [14]. La végétation de la station expérimentale de Bel Air comprend des plantes herbacées (en majorité annuelles). Les arbres et arbustes plantés sont dominants: *Adansonia digitata*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Mangifera indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Azadirachta indica*, *Albizia lebbek*, *Terminalia mantaly*, *Casuarina equisetifolia*. Cependant, dans la presqu'île du Cap Vert, les seules zones à végétation restent les zones interdunaires marquées par les "Niayes" (dépressions interdunaires entre les cordons sableux où la nappe phréatique affleure). Ces unités sont caractérisées par une végétation Guinéenne dominée par les palmiers à huile et les cocotiers [16].

2-2. Méthodes d'études

Pour obtenir les jeunes plants, un prétraitement a été effectué sur les graines en vue de lever les obstacles liés à la dormance tégumentaire et embryonnaire, et d'améliorer le pouvoir germinatif. Cela a permis d'homogénéiser les dates de début de germination. Les graines de *A.tortilis* sont traitées à l'acide sulfurique pendant 60 minutes puis trempées dans l'eau froide pendant 10 à 15 minutes. Après avoir écarté l'endocarpe à l'aide d'étau, les graines de *B.aegyptiaca* sont trempées dans l'eau froide pendant 24 heures. L'endocarpe des graines de *Z. mauritiana* a été cassé à l'aide d'un petit marteau avant d'extraire l'amande. Les graines nues sont trempées dans l'acide sulfurique pendant 5 minutes puis trempées dans l'eau froide pendant 48 heures. La germination a duré un mois. Nous avons plantés 252 jeunes plants dans la parcelle expérimentale de l'I.R.D. La parcelle d'essai mesure 65 m de long sur 20 m de large soit 1300 m². Trois individus de chaque espèce sont choisis au hasard pour le suivi du système aérien. Ils sont âgés de 3 mois. Les différents ordres d'unités de croissance sont numérotés de bas vers le haut. La fréquence de relevés est de 15 jours. Les plants sont arrosés 3 fois dans la semaine. Les données ont été collectées entre octobre 2002 et octobre 2004 soit un suivi sur le terrain de 24 mois s'étendant sur trois périodes : 9mois, 16 mois et 24 mois.

A chaque période, nous avons étudié les paramètres suivants :

- chez *A. tortilis*, la longueur des UC, le diamètre basal, et de nœuds ;
- chez *B. aegyptiaca*, la longueur des UC, la largeur, le diamètre basal et le nombre de nœuds ;
- chez *Z. mauritiana*, la longueur des UC, le diamètre basal et le nombre de nœuds.

2-3. Analyse des données

Les UC de même ordre sont regroupées entre elles. Une comparaison est effectuée entre les UC de différents ordres par le test t pour séries appariées sous Stat View. Les analyses ont été complétées par le test de Student Newman-Keuls associé à l'analyse de variance pour les différents types d'entrenœuds.

3. Résultats

3-1. Période d'apparition des UC

A 9 mois, les observations révèlent 4 UC chez *A. tortilis*, 6 chez *B. aegyptiaca* et 5 chez *Z. mauritiana*. Au-delà de 9 mois, une UC₅ se forme à 16 mois chez les jeunes plants de *A. tortilis* et une UC₇ chez les jeunes plants de *B. aegyptiaca* à 24 mois. Chez les jeunes plants de *Z. mauritiana*, les UC se sont mises en place à 9 mois, à 16 mois chez ceux de *A. tortilis*. Jusqu'à 24 mois encore apparaissent des UC chez les jeunes plants de *B. aegyptiaca* (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Délai de mise en place des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

Espèces	UC ₁	UC ₂	UC ₃	UC ₄	UC ₅	UC ₆	UC ₇
<i>A. tortilis</i>	9 mois				16 mois	-	-
<i>B. aegyptiaca</i>	9 mois						24 mois
<i>Z. mauritiana</i>	9 mois					-	-

3-2. Nombre des UC en fonction de la période

Le nombre des UC le plus important est représenté à 9 mois par l'UC₃ chez *A. tortilis* et *Z. mauritiana*, à 16 mois par l'UC₄ chez *B. aegyptiaca*, l'UC₂ chez *A. tortilis* et l'UC₃ chez *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana* et à 24 mois par l'UC₂ chez *A. tortilis*, l'UC₃ chez *Z. mauritiana* et par l'UC₄ chez *B. aegyptiaca*. Quelle que soit la période, les UC₃ sont les mieux représentées chez *Z. mauritiana* avec 39,7%, 52,2% et 48% à 9, 16 et 24 mois respectivement. Lorsque l'on considère l'effectif total des UC émises, *A. tortilis* vient en tête à 9 mois (104 UC), suivie de *B. aegyptiaca* à 16 et 24 mois respectivement 119 UC et 169 UC. L'effectif des UC de *A. tortilis* a régulièrement diminué, de 30% entre 9 et 16 mois et de 20% entre 16 et 24 mois. C'est en définitif l'espèce qui a le moins d'UC à 24 mois. Pour les plants jeunes des autres espèces en revanche, le nombre des UC observées a augmenté avec l'âge des jeunes plants. (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Variation des effectifs des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

Espèces	Mois	UC ₂	UC ₃	UC ₄	UC ₅	UC ₆	UC ₇	Total
<i>A. tortilis</i>	9	38	58	5	-	-	-	104
	16	29	24	9	2	-	-	65
	24	24	20	10	3	-	-	58
<i>B. aegyptiaca</i>	9	15	36	39	24	3	-	99
	16	33	36	39	24	6	-	119
	24	35	39	51	27	6	2	169
<i>Z. mauritiana</i>	9	28	31	12	4	-	-	78
	16	30	47	20	6	-	-	104
	24	36	60	24	6	-	-	125

3-3. Diamètre basal moyen des UC

Le diamètre est variable à chaque mesure sur les UC de différents ordres étudiés :

- le diamètre moyen de l'UC₁ est de 9,50 mm chez *Z. mauritiana*, de 6,96mm chez *B. aegyptiaca* et de 8,20 mm *Z. mauritiana* ;
- l'UC₂ présente un diamètre basal qui varie entre 3 et 4 mm chez *B. aegyptiaca* et *A. tortilis*. Il est de 3,40 mm chez *Z. mauritiana* ;
- l'UC₃ a un diamètre basal variant de 2 à 3 mm chez *B. aegyptiaca* et *A. tortilis* et de 1,90 mm chez *Z. mauritiana*.

À 9 mois, en partant de l'UC₁ vers UC₆, on note une diminution du diamètre basal. Le diamètre des UC₁ n'est pas différent d'une espèce à l'autre ; il est partout inférieur à 10 mm. À 16 mois, le diamètre de l'UC₁ chez *B. aegyptiaca* atteint 47 mm, 24mm chez *Z. mauritiana* et moins de 20 mm *A. tortilis*. À 24 mois, le diamètre de l'UC₁ chez *B. aegyptiaca* atteint 79mm, 39 mm chez *Z. mauritiana* et moins de 20 mm *A. tortilis* (**Figure 1**).

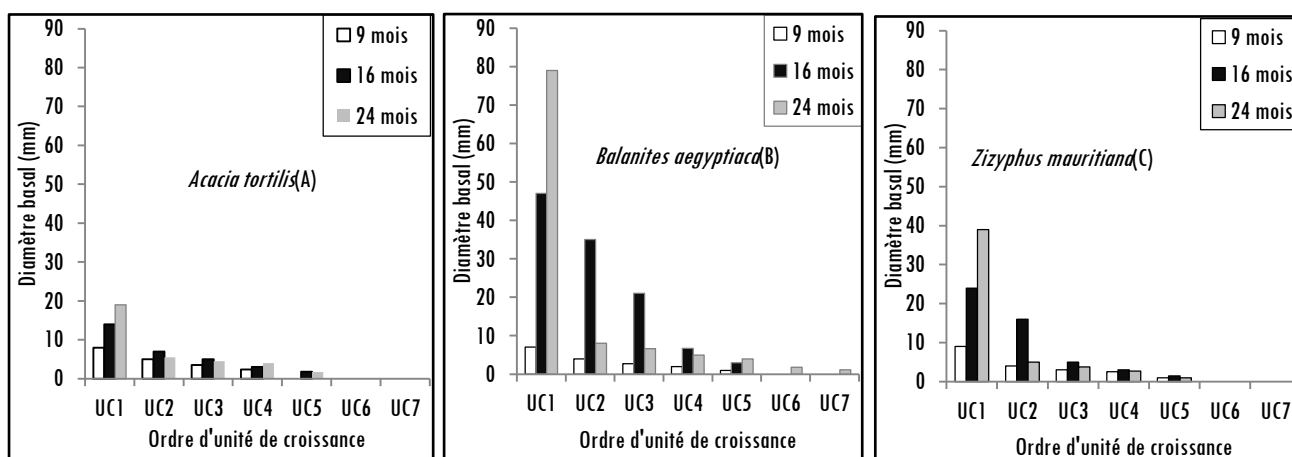


Figure 1 : Variation du diamètre basal des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

3-4. La longueur moyenne et la vitesse de croissance des UC

La hauteur moyenne des jeunes plants a varié de 95 cm chez *A. tortilis*, 110 cm chez *B. aegyptiaca* à 120 cm chez *Z. mauritiana*. La hauteur des jeunes plants de *Z. mauritiana* a fortement varié entre 9 et 16 mois, de 90 à 135 cm, (**Figure 2C**). La variation de la croissance des différentes UC des jeunes plants de *A. tortilis* et de *Z. mauritiana* (**Figures 2A et 2C**) peut être ajustée à un modèle exponentiel de type décroissant pour les périodes d'observation. Pour les jeunes plants de *B. aegyptiaca*, la courbe de type exponentiel décroissant peut être appliquée à 9 mois.

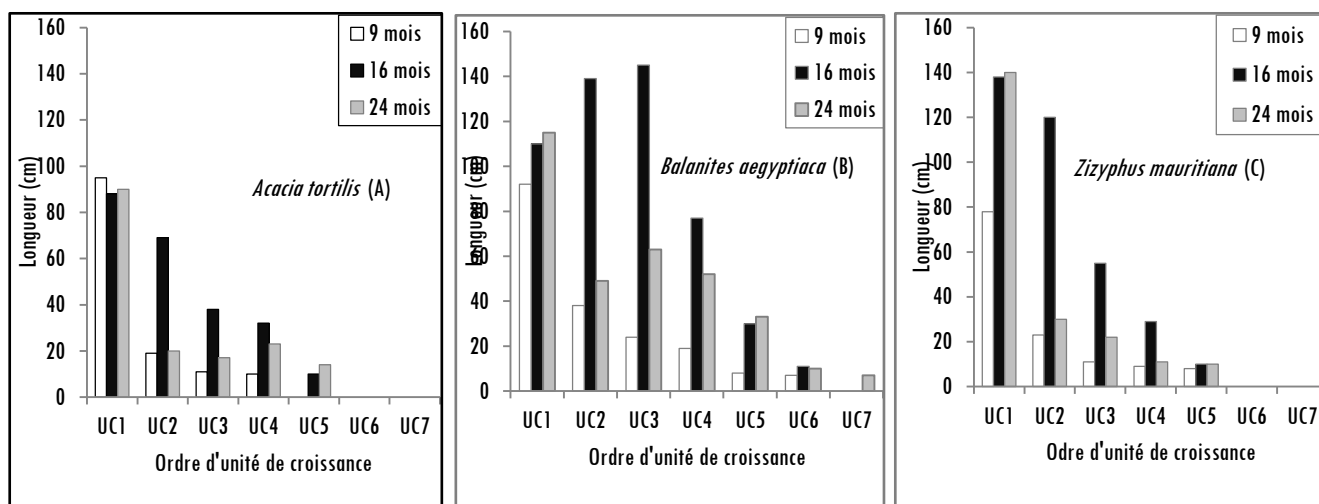


Figure 2 : Variation de la longueur moyenne des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

À 16 mois (**Figure 2B**), la structure s'accorderait davantage avec un modèle log-normal. Toujours pour cette espèce, la courbe présente deux pics à 24 mois. À l'exception, *A. tortilis* dont l'apex de l'UC₁ est cassé, toutes les UC mesurées à 16 et 24 mois ont été plus longues qu'à 9 mois. La croissance des UC a, en effet, été plus importante au cours de cette période pour toutes les espèces. Elle a varié de 31,20 cm chez les jeunes plants de *A. tortilis* à 71,41 cm chez ceux de *B. aegyptiaca* en passant par 48,79 cm chez ceux de *Z. mauritiana* (**Tableau 3**).

Tableau 3 : croissance moyenne des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

Mois	<i>A. tortilis</i>	<i>B. aegyptiaca</i>	<i>Z. mauritiana</i>
9	18,94 d	25,43 c	18,01 d
16	31,19 c	71,41 a	48,79 b
24	23,42 c	45,74 b	30,74 c
R ² (p = 0,0001)	0,966		

À l'exception de *A. tortilis*, la croissance a varié de manière significative non seulement entre les espèces mais aussi et surtout, entre les périodes d'observation. La croissance a été relativement assez faible au cours des 9 premiers mois chez les trois espèces. Les vitesses de croissance moyennes mensuelles les plus élevées ont été observées (**Tableau 4**). Au cours de la première période de 9 mois, la vitesse de croissance moyenne des UC₁ atteint 10,10 cm chez *A. tortilis* et *B. aegyptiaca* et 15,56 cm chez *Z. mauritiana*. A 16 mois, elle est de 12,91 cm à 14,5 cm pour les UC₂ respectivement chez *Z. mauritiana* et *B. aegyptiaca* alors que chez *A. tortilis*, nous avons noté 5,50 cm. À 24 mois, la vitesse de croissance devient importante (17,45 cm) pour les UC₃ chez *B. aegyptiaca*. Elle décroît progressivement jusqu'à 8,20 cm pour les UC₄ pour la même période. C'est à cette période aussi que la vitesse de croissance moyenne, et ainsi la croissance des plants, a été partout la plus faible, pour les 3 espèces à l'exception de l'UC₅ à 16 mois.

Tableau 4 : Vitesse de croissance (cm) moyenne des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

Espèces	Mois	UC1	UC2	UC3	UC4	UC5	UC6	UC7
<i>A. tortilis</i>	9	10,14	2,16	1,10	1,02	0	0	0
	16	1,50	5,50	3,63	3,21	1,52	0	0
	24	0,62	0,62	1,62	1,16	0,53	0	0
<i>B. aegyptiaca</i>	9	10,00	4,00	2,36	1,90	0,75	0,72	0
	16	2,26	14,52	17,45	8,20	2,52	0,67	0
	24	0,31	0,10	1,30	3,50	2,68	0,60	0,60
<i>Z. mauritiana</i>	9	15,56	3,30	2,34	1,51	1,20	0	0
	16	0,35	12,91	3,90	1,70	0,05	0	0
	24	0,30	3,66	0,001	0,35	0,16	0	0

3-5. Nombre de nœuds

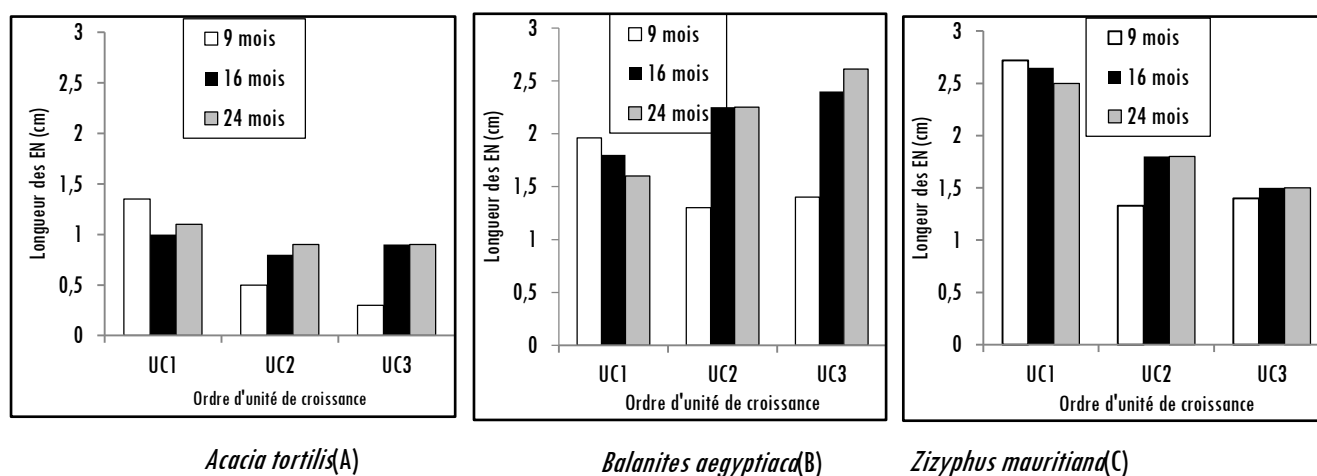
Sur les différents ordres d'UC, le nombre moyen des nœuds observé est représenté dans le **Tableau 5**. Le nombre de nœuds diminue de l'UC₁ vers l'UC_n. Il augmente en revanche avec l'âge du plant quelque soit l'espèce de manière significative jusqu'à 16 mois. Entre 16 et 24 mois, l'accroissement devient faible (parfois 2 nœuds pour l'UC₁ de *Z. mauritiana* et *B. aegyptiaca*) à nul (pour l'UC₁ de *A. tortilis*, ou l'UC₂ des 3 espèces). De même il n'y a pas d'UC sans nœud. Quelque soit l'UC, le nombre de nœuds est nettement plus important chez *A. tortilis*, suivi de *B. aegyptiaca*. *Z. mauritiana* présente le nombre de nœuds le plus faible.

Tableau 5 : Variation du nombre de nœuds des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

Espèces	Périodes	UC1	UC2	UC3	UC4	UC5	UC6	UC7
<i>A. tortilis</i>	9	72	42	35	0	0	0	0
	16	94	70	45	33	0	0	0
	24	94	70	56	33	19	0	0
<i>B. aegyptiaca</i>	9	46	30	17	0	0	0	0
	16	56	63	59	36	16	0	0
	24	58	63	54	41	16	13	3
<i>Z. mauritiana</i>	9	46	26	16	10	0	0	0
	16	54	64	29	20	9	0	0
	24	56	64	29	20	11	0	0

3-6. Relation entre la longueur et le nombre de nœuds des UC

La longueur de l'entrenœud est déterminée par le rapport entre la longueur de l'UC et le nombre de nœuds (**Figure 3**). Chez *Z. mauritiana*, la longueur des entrenœuds décroît en fonction de l'ordre d'apparition des UC. Les entrenœuds de l'UC₁ sont nettement plus longs que ceux des UC₂ et des UC₃. Chez *B. aegyptiaca* en revanche, on a observé une augmentation progressive de la longueur des entrenœuds de l'UC₁ vers l'UC₃. Les entrenœuds de l'UC₁ sont donc plus courts que ceux des UC₂, ceux des UC₂ que ceux des UC₃. Chez *A. tortilis* enfin, les entrenœuds de l'UC₁ sont légèrement plus longs que ceux des UC₂ qui sont comparables aux entrenœuds des UC₃.

**Figure 3 :** Variation de la longueur des entrenœuds (EN) des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

Au niveau de cette espèce, il n'y a donc pas de différence de la longueur des entrenœuds quelle que soit l'UC. Les plus longs entrenœuds ont été observés au cours des 9 premiers mois chez *Z. mauritiana*; ils sont au niveau de l'UC₁ et mesurent 3 cm environ, tandis que les plus courts appartiennent aux UC₃ de *A. tortilis* (0,3 cm pour la même période). Globalement, les jeunes plants de *Z. mauritiana* présentent sur la tige les entrenœuds les plus longs. Au niveau des deux premiers rameaux, ce sont les jeunes plants de *B. aegyptiaca* qui présentent les entrenœuds les plus longs. Quelle que soit l'UC considérée, les entrenœuds des jeunes plants de *A. tortilis* sont les plus courts. La relation entre la longueur et le nombre de nœuds feuillés est de type linéaire pour les UC de différents ordres (Figure 4).

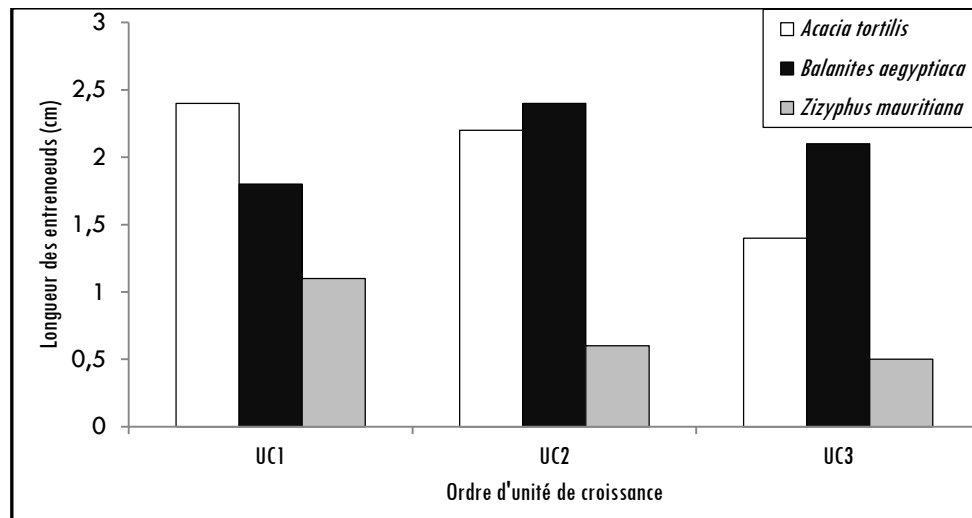


Figure 4 : Variation de la taille moyenne des entrenœuds à 24 mois en fonction des espèces

L'allongement des UC s'accompagne de la formation de nœud et de l'allongement de l'entre-nœud. Cette relation est hautement significative chez *A. tortilis*. Le test de Newman Keuls associé à l'analyse de variance qui a porté sur ces données permet de définir trois types d'entrenœuds (Tableau 6). Le groupe a contient les entrenœuds longs (2 cm). Le groupe c rassemble les entrenœuds courts dont la longueur varie entre 0,60 cm et 1,10 cm. Le groupe b, se situant entre les deux premiers, rassemble les entrenœuds dont la longueur varie entre 1,40 et 1,91 cm. Sur l'UC₁ des jeunes plants, les entrenœuds sont courts chez *A. tortilis*, moyens chez *B. aegyptiaca* et longs chez *Z. mauritiana*. Par rapport aux entrenœuds de l'UC₁, les UC₂ présentent des entrenœuds courts chez *A. tortilis* et des entrenœuds moyens chez *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana*.

Tableau 6 : Longueur moyenne des entrenœuds des UC des jeunes plants de *A. tortilis*, de *B. aegyptiaca* et de *Z. mauritiana* à 9, 16 et 24 mois

Entrenœuds	UC1	UC2	UC3
<i>A. tortilis</i>	1,10 c	0,68 c	0,61 c
<i>B. aegyptiaca</i>	1,91 b	1,86 b	2,21 a
<i>Z. mauritiana</i>	2,71 a	1,63 b	1,40 b

Les UC₃ sont constituées d'entrenœuds courts chez *A. tortilis*, d'entrenœuds moyens chez *Z. mauritiana* et d'entrenœuds longs chez *B. aegyptiaca*.

4. Discussion

La compréhension des processus de mise en place des éléments aériens des jeunes plants d'espèces ligneuses sahéliennes (*A. tortilis*, *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana*), s'est déroulée en milieu semi-contrôlé sans contrainte hydrique à partir de 9 mois, de 16 mois et de 24 mois. Chez des plants de *A. tortilis* âgés de 9 mois, l'observation a abouti à 4 ordres d'UC. Avec un nombre de 192, les UC₃ sont les mieux représentées. La longueur de l'UC₁ est supérieure à celle des UC₂ à des UC₄ [17]. L'UC₅ s'est formée au cours de la deuxième période. Les cinq ordres d'UC observées présentent certaines différences morphologiques. Elles se situent essentiellement au niveau de la longueur des UC mais aussi au niveau du nombre de feuilles portées par ces dernières. Au Cameroun, [18] a montré que les UC du jeune plant de *Dacryodesedulis* G. Don H. J. Lam présentent des variations qui tiennent compte soit du type foliaire soit des fluctuations d'organes constitutifs (feuilles et entre-nœuds). Chez *B. aegyptiaca*, le processus de ramification aboutit au cours de la première période d'étude à 6 UC d'ordres différents. L'effectif de l'UC₄ est le plus important (152) suivi des UC₃ (104), des UC₂ (48), des UC₅ (34), des UC₆ (4) et des UC₁ (3). En ce qui concerne leur longueur, l'UC₁ est la plus longue (90 cm) suivie des UC₂ à UC₆ [17]. L'UC₇ est apparue à 24 mois. Les multiples ramifications auraient tendance à rendre touffu le houppier des jeunes plants de *B. aegyptiaca* et leur permettraient d'occuper rapidement le milieu. [19] a noté une diminution du diamètre des UC lorsqu'on passe de l'UC₁ à l'UC₇ sur les jeunes plants de 24 mois.

Z. mauritiana a développé tous les 5 ordres d'UC dans les 9 premiers mois. L'UC₁ comparée aux autres ordres présente un meilleur allongement (76 cm). D'un point de vue architecturale, *A. tortilis*, *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana* présentent un système aérien similaire caractérisé par une UC₁ plus longue sur laquelle se forme l'UC₂. L'insertion se fait au niveau des nœuds séparés par des entrenœuds. L'UC₂ porte l'UC₃. L'effectif d'UC le plus important provient de l'UC₃ chez *A. tortilis*. Toutes ces UC de différents ordres reproduisent les caractéristiques du développement de l'UC₁ porteuse. L'étranglement de l'UC₁ produit une UC₂. La reproduction des caractéristiques de l'UC₁ par cette dernière se fait grâce au développement du méristème apical [20,21]. Au-delà de l'UC₃, l'effectif des UC_{n+1} diminue chez *A. tortilis* et *Z. mauritiana* alors que chez *B. aegyptiaca*, cette réduction ne concerne que les UC d'ordre supérieur à 3 avec un effectif plus élevé pour les UC₄. De même l'effectif des UC₃ et UC₄ est plus élevé chez *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana* que chez *A. tortilis*. Les UC à l'échelle de l'arbre sont significativement plus nombreuses chez les jeunes plants de *B. aegyptiaca* (159) et de *Z. mauritiana* (116) que chez ceux de *A. tortilis* (58) âgés de 24 mois.

Le débourrement des bourgeons axillaires qui donnent naissance aux premiers rameaux a lieu à 40 jours chez *Z. mauritiana*, puis à 130 jours chez *B. aegyptiaca*. Ce processus est aussi tardif chez *A. tortilis*; il se traduit par un étranglement. [22] soulignent que l'étranglement survient à l'âge de 4 mois chez *A. tortilis* et *B. aegyptiaca*; il est tardif chez *Z. mauritiana* (6 mois). Cette variation pourrait être expliquée par la perturbation du fonctionnement physiologique des jeunes plants lors de leur transfert en parcelle. La formation des UC₅ est tardive chez *A. tortilis* (20 mois) alors que pour *B. aegyptiaca* celle des UC₇ apparaît à 24 mois. Une réduction de la longueur des UC est notée de l'UC₁ à l'UC_{n+1}. À 9 mois, la vitesse de croissance des jeunes plants de *Z. mauritiana* (15,56cm) est plus importante que celle de *A. tortilis* (10,44cm) puis de *B. aegyptiaca* (10cm). Le contraire est observé pour des individus de 16 mois. Pour 24 mois, c'est surtout les jeunes plants de *Z. mauritiana* (3,66cm) qui croissent plus vite suivi de *B. aegyptiaca* (3,5cm) et en fin de *A. tortilis* (1,62cm). Il semblerait que la croissance de *A. tortilis* s'effectue de façon continue alors que celle de *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana* est discontinue. Une première phase de croissance est notée chez les plants de *B. aegyptiaca* et *Z. mauritiana* à 9 mois et une seconde phase de croissance à 24 mois.

Les plants de *A. tortilis* ont une croissance rapide et continue et ont donné des fleurs à 18 mois alors que ceux de *Z. mauritiana* a commencé à 19 mois. Cependant aucun plant de *B. aegyptiaca* n'a fleuri jusqu'à 24 mois. La contribution majeure en termes d'allongement provient de l'UC₁ pour toutes les espèces. Les valeurs moyennes varient de 94 cm chez *A. tortilis*, de 90 cm chez *B. aegyptiaca* et de 76 cm *Z. mauritiana*. La longueur des UC₂ à UC₄ chez *B. aegyptiaca* comparée à celle des UC₂ à UC₄ chez *Z. mauritiana* et chez *A. tortilis* est la plus importante. La faible hauteur de *Z. mauritiana* par rapport à celle de *A. tortilis* et de *B. aegyptiaca* au cours de la première période a conduit [23] à considérer l'espèce à croissance lente. En outre, [8] étudiant la croissance de plants d'Acacia, signale que la croissance en hauteur des plants de *A. tortilis* est significativement plus importante que celle de *A. senegal* et *A. dudgeoni*. Les travaux de [24] au Nord-Ouest du désert indien, révèle que la taille des plants de *A. tortilis* est significativement plus importante que celle de *Prosopis juliflora* et de *Calligonum. poligenoides*. De même, [25], travaillant dans les écosystèmes arides de Negev en Israël soulignent que la croissance en hauteur des plants de *A. tortilis* et *A. gerrardii* est significativement plus rapide que celles des autres espèces du genre *Acacia*. Donc, ces résultats corroborent avec nos observations.

Pour [21], l'orientation générale de l'axe feuillé et de la disposition de feuilles sont importantes dans la stratégie de croissance aérienne des végétaux. Il existe une bonne corrélation entre la longueur d'une UC donnée et le nombre de nœuds qu'elle porte chez *A. tortilis* et chez *Z. mauritiana*. Cependant, chez *B. aegyptiaca*, cette corrélation n'est pas notée. Par ailleurs les entre-nœuds des UC de *A. tortilis* et de *Z. mauritiana* sont courts par rapport à ceux des UC de *B. aegyptiaca* longs. Ce résultat est en accord avec celui de [26] au niveau de plantules de cinq espèces de *Nothofagus* de Patagonie où la longueur des pousses et le nombre d'entre-nœuds dépendent de l'espèce considérée. Les jeunes plants de *B. aegyptiaca* forment sur leur tronc d'entre-nœuds longs. Le même constat a été fait par [27] sur les jeunes individus de *Fagus sylvatica* L. au Nord-Est de la France. Il existe une forte corrélation entre le nombre de nœuds des UC de différents ordres et leur longueur moyenne.

5. Conclusion

Dans les 9 premiers mois d'observation, les jeunes de plants de *Z. mauritiana* ont développé tous les 5 ordres d'UC alors que chez ceux de *B. aegyptiaca* et *A. tortilis*, le processus de ramification a abouti respectivement à 6 et 4 ordres d'UC. L'UC₅ chez *A. tortilis* s'est formée au cours de la deuxième période de 16 mois. L'UC₇ chez *B. aegyptiaca* est apparue à 24 mois. Le nombre des UC le plus important est représenté à 9 mois par l'UC₃ chez *A. tortilis* et *Z. mauritiana*, à 16 mois par l'UC₄ chez *B. aegyptiaca*. Les longueurs et le nombre de nœuds et d'entrenœuds ont varié d'une UC à une autre selon l'espèce et la période d'observation.

Références

- [1] - M. DIOUF, Mémoire de Diplôme d'Étude Approfondie, Université Cheikh AntaDiop, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal, (2000).
- [2] - L. E.AKPO et M. GROUZIZ, Séminaire : " Bilan sur les recherches relatives au sylvopastoralisme au Sahel", Unesco/RCS-Sahel, Dakar, Sénégal, (1992).
- [3] - J. ALBERGEL, J.P. CARBONNEL, M. GROUZIS, *Cah. ORSTOM*, sér. Hydrol., XXI 1 (1985) 3-19.
- [4] - J. CLAUDE, M. GROUZIS, P. MILLEVILLE, *ORSTOM*, Paris, France, (1991).

- [5] - J. P. CARBONNEL et P. HUBERT, in "L'aridité : une contrainte au développement", Le FLOCH E., GROUZIS M., CORNET A., Billes (Eds), *Coll. Didactiques, ORSTOM*, Paris, France, (1992).
- [6] - M. GROUZIS, L. ALBERGEL, J-P. CARBONNEL, in: "Les hommes faces aux sécheresses", B. BRET (Ed.), EST, *IHEAL*, Paris, France, (1989) 165-178.
- [7] - M. GROUZIS, *ORSTOM*, Dakar, Sénégal, (1991).
- [8] - I. KANE, *Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle*. Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal, (1996).
- [9] - J. LOGBO, M. DIOUF, F.T. NGARYO, T. AMEGLIO, L.E. AKPO, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Volume 7, Number 3, (2013) 1011-1023.
- [10] - A. NONGONIERMA, *Bull. IFAN*, 39, série A, 2 (1979) 318-339.
- [11] - M. GROUZIS and M. SICOT, 233-240 in "LEHOUEYOU ed.: Browse in Africa, the current state of knowledge", *I.L.C.A.*, Addis-Abeba, Éthiopie, (1980).
- [12] - M.A. MBOW, S. NGOM, M. DIOUF, L.E. AKPO, *Journal of Applied Biosciences*, 62 (2013) : 4628— 4636.
- [13] - C. FOURNIER, Thèse de doctorat ès Sciences de l'Université de Paris XI Orsay, France, (1996).
- [14] - M. DIOUF, Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal, (1996).
- [15] - O. SÈNE, Mémoire de maîtrise, UCAD/FLSH, Dakar, Sénégal, (1999).
- [16] - Y. DIAGNE, Mémoire de maîtrise, UCAD/FLSH, Dakar, Sénégal, (1988).
- [17] - J. C. OLIVERY, *Cah. ORSTOM*, Paris, France, Ser. Hydrol., XX (1), (1983) 47-69.
- [18] - S. CISSÉ, Thèse de doctorat en Géologie Appliquée, Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal, (2000).
- [19] - F. T. NGARYO, E.L. AKPO, V. GOUDIABY, A. K. BADIATTE, J. LOGBO, M. DIOUF, *Annales de l'Université de N'Djaména*, Série C N°2, (2007) 27-41.
- [20] - J. KENGUE, *ORSTOM*, Paris, France, TDM N° 114, (1990).
- [21] - D. BARTHELEMY, Y. CARAGLIO, *Annals of Botany*, 99 (2007): 375 — 407.
- [22] - F. T. NGARYO, Mémoire de Diplôme d'Étude Approfondie de Physique Nucléaire et Atomique, option Physique Appliquée aux Sciences Biologiques et Médicales, Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal, (2003).
- [23] - A. BA, T. GUISSOU, R. DUPONNOIS, C. PLANCHETTE, O. SACKO, D. SIDIBÉ, K. SYLLA, B. WINDOU, *Fruits*, vol. 56 (4), (2001) 261-269.
- [24] - G. SINGH, T.R. RATHOD, *Forest Ecology and Management*, Volume 171 (3), (2002) 309-320.
- [25] - S. LAHAV-GINOTT, R. KADMON, M. GERSANI, *Biological Conservation*, Volume 98 (2), (2001) 127-137.
- [26] - E. RAFFAELE, J. PUNTIERI, P. MARTINEZ, J. MARINO, C. BRION, D. BARTHÉLÉMY, *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie Life Sciences*.321, (1998) 305-311.
- [27] - E. NICOLINI, *Can. J. Bot.* 76, (1998) 1232-1244.