

EFFET DE LA DENSITE SUR LES PARAMETRES DENDROMETRIQUES D'*Acacia auriculaeformis* EN ASSOCIATION AVEC LE COCOTIER (*Cocos nucifera* L.) SUR SABLES QUATERNAIRES EN CÔTE D'IVOIRE

T. T. LEKADOU^{1,2}, A. N'GUESSAN², J. L. KONAN², N. ZAKRA², A. YAO-KOUAME¹ et K. ALLOU²

¹Laboratoire de Pédologie et de Géologie Appliquée ; Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte-d'Ivoire. E-mail : thierry_tacra@yahoo.fr

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 07 BP 13 Abidjan 07, Côte-d'Ivoire.

RESUME

L'étude vise à déterminer l'effet de l'association légumineuse-cocotier et de la densité des peuplements de *Acacia auriculaeformis* sur la croissance des arbres et la production de bois. Deux types d'arrangements spatiaux et 3 écartements en plantation ont été étudiés, en zone littorale sur sables quaternaires en Côte d'Ivoire. Quatre ans et 4 mois après plantation, les diamètres les plus importantes ($\geq 11,24$ cm) et les hauteurs totales les moins importantes ($\leq 7,62$ m) ont été obtenus dans les peuplements de faibles densités. Ces arbres ont produit les volumes de bois les plus élevés ($\geq 0,0732$ m³). Par contre, les arbres des traitements à fortes densités ont présenté les productions de bois les plus importantes ($\geq 19,20$ m³.ha⁻¹.an⁻¹). Outre les rôles de fixation d'azote et de production de matière organique, ces légumineuses conviennent à la production de bois de feu et de service.

Mots clés : Association cocotier/*Acacia*, croissance, production de bois, zone littorale de Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

EFFECT OF DENSITY ON DENDROMETRIC PARAMETERS OF *Acacia auriculaeformis* INTERCOPPED WITH *COCOS nucifera* L. ON QUATERNARY SANDS IN CÔTE D'IVOIRE.

The study aims at determining the effect of the legume-coconut intercropping on the growth and wood production of *A. auriculaeformis*. Two spatial arrangements and 3 spacings were studied on soil from quaternary sand in the coast zone of Côte d'Ivoire. Four years and 4 months after planting, the highest diameters (≥ 11.24 cm) and the lowest total plant heights (≤ 7.62 m) were obtained in trees population planted at lower densities. These trees produced the highest wood volumes (≥ 0.0732 m³). On the other hand, the high densities in tree populations resulted in the highest wood productions ($\geq 19,20$ m³.ha⁻¹.an⁻¹). These legume species were can be used to produce firewood, besides the N- fixation ability and organic matter production.

Key words : Association coconut/*Acacia*, Coast zone of Côte d'Ivoire, growth, wood production.

INTRODUCTION

Pour assurer, d'une part la protection durable et la conservation de la fertilité des sols et, d'autre part, l'augmentation de la production agricole, le recours aux cultures associées aux Légumineuses arborescentes fixatrices d'azote atmosphérique s'est révélé efficace (Domenach *et al.*, 1998). Selon ces auteurs, les Légumineuses arborescentes représentent une source potentielle d'azote dans le système sol-plante. Le transfert de l'azote des arbres aux cultures s'effectue à partir des émondes ou la litière, dont la dégradation contribue à alimenter en particulier les réserves du sol en azote facilement assimilable (Bauer et Black, 1994). Outre la fixation de l'azote atmosphérique et le maintien de la fertilité du sol, les légumineuses possèdent d'autres avantages :

- protection des sols contre l'érosion ;
- amélioration du microclimat et des caractéristiques physiques du sol ;
- contribution à une meilleure gestion de la biodiversité des espèces ;
- réduction de la pression des adventices ;
- amélioration des réserves en eau du sol.

Les Légumineuses arborescentes permettent de reconstituer le pool de matière organique des sols appauvris et dans certains cas, de suppléer au manque d'engrais azoté. En Côte d'Ivoire, des Légumineuses arborescentes telles que *Albizia lebeck*, *Albizia guachaepele*, *Acacia mangium* et *Acacia auriculaeformis* sont associées aux plants de caféiers et de cacaoyers dans la zone de forêt dense semi décidue (Koffi *et al.*, 2000). Sur le littoral, la technique d'association cocotiers/*Acacia auriculaeformis* ou *Acacia mangium* (Zakra *et al.*, 1996 ; Zakra, 1997 ; N'goran *et al.*, 2003 ; N'goran, 2005, N'guessan, 2006) a été mise au point pour apporter, de façon continue et durable, de la matière organique et l'azote aux sols pauvres en éléments minéraux (de Taffin *et al.*, 1991) d'une part, et améliorer la production de la cocoteraie, d'autre part. Elle a aussi été mise au point pour satisfaire les besoins domestiques en bois (bois de feu, de construction, etc.), ce qui favorise la restitution des débris végétaux et l'entretien de la fertilité du sol. N'guessan (1991, 2006) et Zakra *et al.* (1996) ont montré qu'au bout de la 8^e année, la production des cocotiers associés à *A. mangium* ou *A. auriculaeformis* est passée de 1 000 à 8 000 noix de

coco.ha⁻¹.an⁻¹ sans apport de fumure minérale azotée, soit autant que dans le système intensif, avec toutes les doses de fumures (N-P-K-Mg) recommandées. La chute des litières de *A. mangium* et de *A. auriculaeformis*, associés aux cocotiers, restitue respectivement 51 et 47 Kg.ha⁻¹.an⁻¹ de N et l'émondage à 4 ans de ces arbres, fournit respectivement 200 et 181 Kg de N supplémentaire. Selon ces auteurs, ces quantités de N permettent de restaurer un niveau adéquat de N du sol. Au moment du recépage, les troncs et les branches obtenus des parcelles de *A. auriculaeformis* représentent un volume de bois estimé, par la méthode d'enstérage, à 48 m³.ha⁻¹ (N'guessan, 1991 ; Zakra, 1997). Cette production satisfait les besoins en produits ligneux des paysans planteurs de cocotiers et permet d'éviter la récupération systématique des bourres, des palmes et autres débris végétaux utilisés comme combustibles et matériaux de construction. Le paillage des débris végétaux issus du recépage permet de restituer au sol d'importantes quantités de matière organique (25 à 30 t.ha⁻¹) (Zakra *et al.*, 1996).

Afin de déterminer la densité optimale des peuplements de *A. auriculaeformis* nécessaire pour assurer une nutrition azotée équilibrée et satisfaisante des cocotiers dans les associations cocotiers/Acacias sur sables quaternaires, un essai d'association cocotiers/*A. auriculaeformis* a été mis en place en 2001 sur le littoral ivoirien à Assinie Canal. L'essai vise à permettre une répartition homogène de la litière produite, un essai d'association cocotiers-*A. auriculaeformis* a été mis en place en 2001 sur le littoral ivoirien, à Assinie Canal. Plusieurs densités d'arbres et types d'arrangements spatiaux ont été étudiés. Cependant, l'espèce *A. auriculaeformis* n'a fait l'objet d'aucune étude portant sur les paramètres dendrométriques dans ce type d'association. La présente étude vise à évaluer l'effet des arrangements spatiaux et des densités de peuplements sur les paramètres dendro-métriques et la production de *A. auriculaeformis*.

MATERIEL ET METHODE

SITE D'ETUDE

L'étude a été effectuée au niveau du cordon littoral ivoirien à Assinie Canal, site annexe de la Station de Recherche sur le Cocotier «Marc Delorme»

du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA). Les coordonnées sont 03°10' N et 04°58' E. Le sol est constitué à 96 % de sables grossiers (N'goran, 2005). Dans l'horizon de 0 - 40 cm, le pH_{eau} est égal à 4,63, la teneur en carbone total (C) est de 0,24 % et celle en N total (N) de 0,04 %. Le taux de matière organique est de 0,41 % et le rapport C/N de 6,14. La teneur en Phosphore assimilable (P_{ass}) selon la méthode Olsen est de 65,8 ppm. Les teneurs en Ca²⁺, K⁺ et Mg²⁺ échangeables sont, respectivement, 0,202 ; 0,017 et 0,196 cmol(+)_{kg}⁻¹, et la CEC est de 1,17 cmol(+)_{kg}⁻¹. La pluviosité moyenne annuelle durant la dernière décennie a été de 1931 mm.

MATERIEL

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est *A. auriculaeformis*. C'est une espèce arborescente appartenant à l'ordre des Angiospermes, à la superfamille des Légumineuses et à la famille des Mimosaceae (Dommergues *et al.*, 1999 ; N'guessan, 2006). A l'état adulte, *A. auriculaeformis* peut atteindre une hauteur de 35 m, avec un diamètre de 100 cm (N'guessan, 2006). Les feuilles sont des phyllodes plus ou moins pendants, de 8 à 20 cm de longueur, et 15 à 45 mm de largeur. Les fleurs sont jaune-dorées et groupées en épis de 5 à 8 cm de longueur. La fructification est précoce (2 à 3 ans) et le fruit est une gousse contenant plusieurs graines noires de 5 mm de longueur et 3,5 mm de largeur. Son système racinaire dense et traçant est assez superficiel. Il héberge des bactéries symbiotiques (*Rhizobium* sp.) fixatrices d'azote atmosphérique (Dommergues *et al.*, 1999). C'est une espèce à croissance rapide, atteignant 1,8 à 3 m de hauteur et 1,5 à 3 cm de diamètre par an (N'goran et Zakra, 2003) (*comm pers*).

Matériel technique

La mesure des hauteurs totales des pieds de *A. auriculaeformis* a été faite avec le dendromètre «Blum Leiss». Un ruban mètre a été utilisé pour la mesure des circonférences.

METHODES

L'essai a été réalisé suivant des blocs de Fisher, avec 5 traitements et 4 répétitions (Figure 1) :

- D₀ : Témoin, culture pure de cocotiers avec 66 pieds, soit 143 cocotiers à l'hectare (Figure 3a) ;

- D₁ : une ligne de cocotiers sur trois remplacée par une double haie de *A. auriculaeformis* plantée à 3 m x 2 m (Figure 3b). La parcelle élémentaire compte 66 cocotiers et 200 arbres, soit 108 cocotiers et 450 arbres par hectare (double haie) ;

- D₂ : une ligne de cocotiers, alternée, avec une ligne de *A. auriculaeformis* distantes de 3 m (Figure 4). La parcelle élémentaire compte 66 cocotiers et 250 arbres, soit 143 cocotiers et 450 arbres par hectare (forte densité) ;

- D₃ : une ligne de cocotiers, alternée avec une ligne d'*A. auriculaeformis* distantes de 7 m. La parcelle élémentaire compte 66 cocotiers et 70 arbres, soit 143 cocotiers et 143 arbres par hectare (moyenne densité) ;

- D₄ : une ligne de cocotiers, alternée avec une ligne d'*A. auriculaeformis* distants de 14 m. La parcelle élémentaire compte 66 cocotiers et 35 arbres, soit 143 cocotiers et 72 arbres par hectare (faible densité).

Dans chacune des parcelles élémentaires (D₁, D₂, D₃ ou D₄), un échantillon représentatif de 10 arbres, choisis de façon aléatoire, a été constitué.

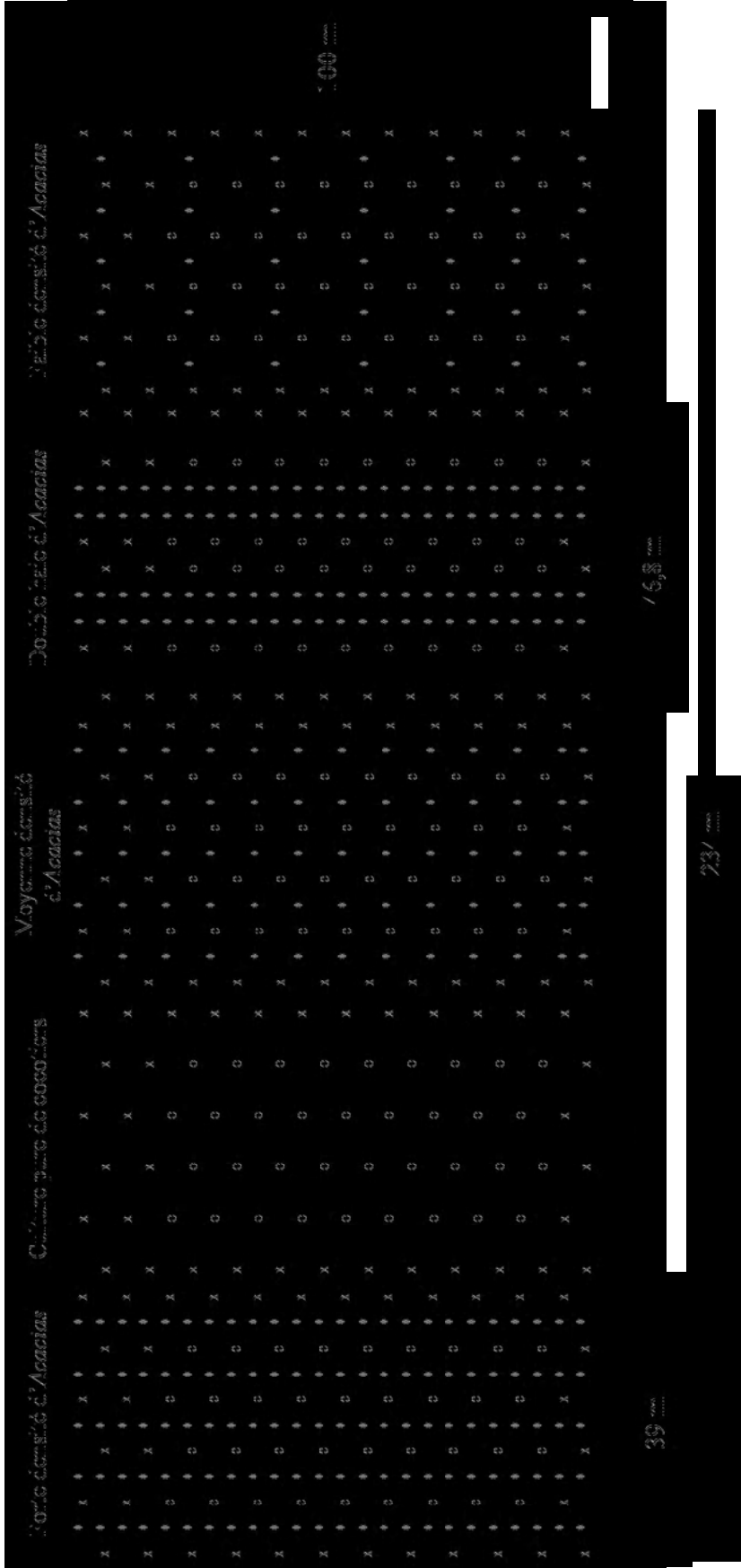


Figure 1 : Dispositif expérimental de l'association cocotiers/*A. auriculiformis*.

Experimental layout of coconut/A. auriculiformis intercropping

x = cocotiers de bordure ; o = cocotiers utiles ; * = légumineuses (*A. auriculiformis*)

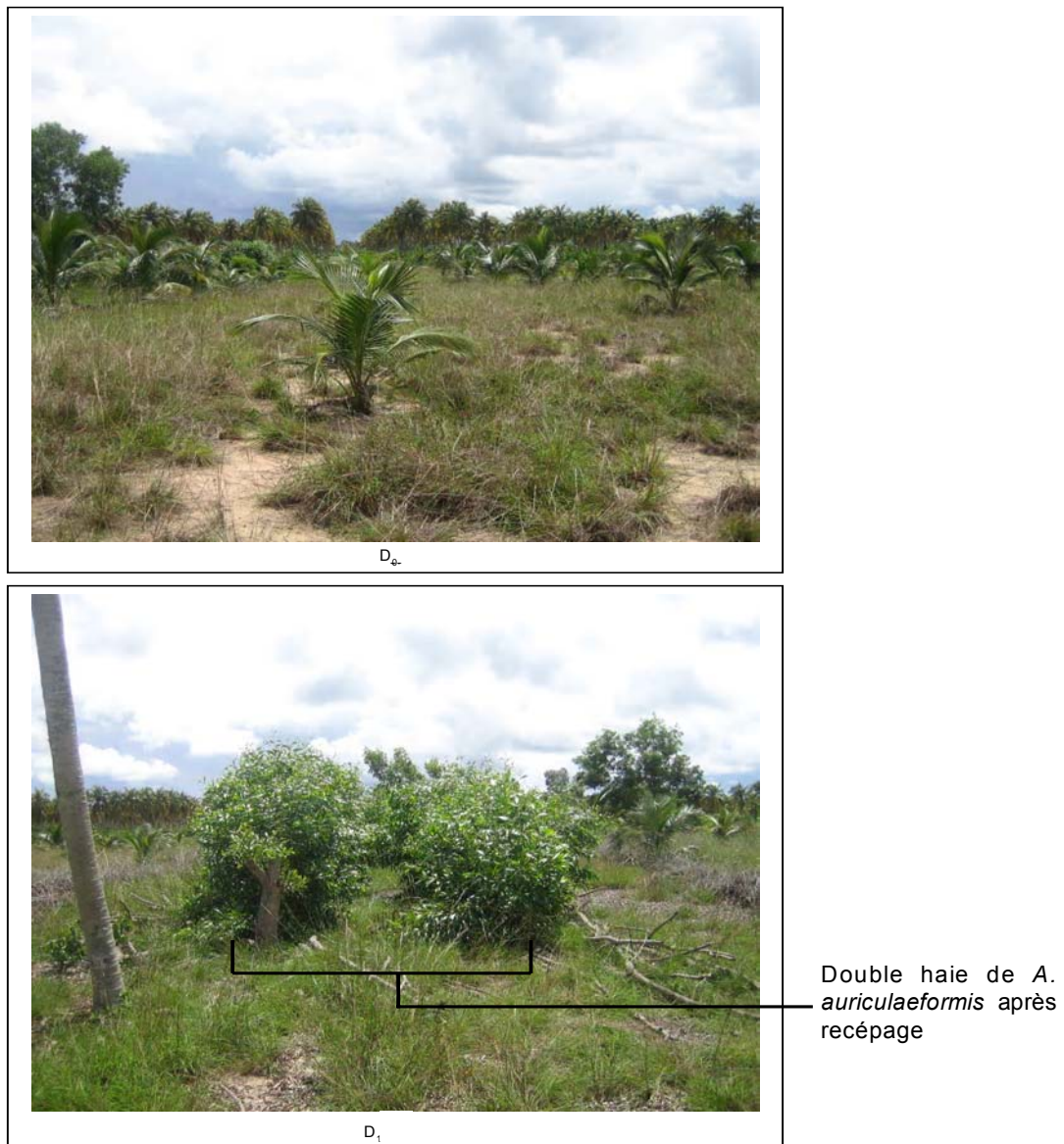


Figure 3 : Vue des parcelles des traitements D_0 (culture pure de cocotiers) et D_1 (double haie d'Acacias).
A view of treatments D_0 (pure culture of coconut) and D_1 (Acacia double hedge).

(Photo : Lékadou, 2007)



Ligne de *A. auriculaeformis*
intercalée entre les lignes
de cocotiers

Figure 4 : Vue de la parcelle du traitement D_2 (forte densité d'Acacias).

A view of treatment D_2 (Acacia planted at high density)

(Photo : Lékadou, 2007)

Paramètres dendrométriques d'*A. auriculaeformis*

Pour chaque arbre échantillonné, le nombre de tiges, à 1,30 m du sol, a été dénombré. À l'aide du ruban-mètre, la circonférence à 1,30 m du sol de chaque arbre a été mesurée. Le diamètre et l'accroissement moyen annuel du diamètre ont été calculés à partir de la circonférence au collet.

La hauteur totale des arbres a été mesurée à l'aide du dendromètre «Blum Leiss». L'appareil est tenu à une distance de l'arbre estimée approximativement à la hauteur du pied de *A. auriculaeformis*. Le pied de l'arbre est visé pour faire une mesure tout en maintenant l'appareil bien à la verticale pour prendre le niveau du sol. Ensuite, la cime de l'arbre à la circonférence fin bout est visée pour une deuxième mesure à l'issue de laquelle la hauteur totale de l'arbre est obtenue par différence. Cette opération est répétée deux fois pour assurer la fiabilité de la mesure.

Production et accroissement du volume de bois d'*A. auriculaeformis*

Le volume de bois de l'arbre, la production et l'accroissement sur le volume de bois ont été

déterminés à partir des tarifs de cubage déjà établis pour *A. auriculaeformis* (N'guessan, 2006). Les tarifs de cubage sont des équations ou formules qui donnent le volume de bois d'un arbre en fonction de certaines caractéristiques telles que le diamètre à hauteur de poitrine (1,30 m du sol) et la hauteur. Les tarifs de cubage dérivent d'analyses statistiques de régression (Anonyme, 1981). Ils permettent d'estimer le volume de bois moyen et total d'une zone inventoriée, à partir d'un échantillon d'arbres judicieusement choisis à l'intérieur de la dite zone. Leur précision dépend du nombre d'arbres, de l'étendue de la zone et de la variation des facteurs de la station. Avant d'utiliser un tarif de cubage pour un inventaire donné, il est nécessaire de vérifier qu'il est applicable à la zone inventoriée.

Dans cette étude, le tarif de cubage retenu est celui établi pour *A. auriculaeformis* sur le littoral ivoirien, dans les peuplements réalisés à Assinie France (N'guessan, 2006). Ces peuplements sont âgés de 2 à 7 ans, avec des diamètres compris entre 4 et 19 cm, et des hauteurs totales entre 4 à 15 m. Ce tarif de cubage est une fonction du diamètre comme suit :

$$v = - 0,0358 + 0,634 D + 2,7607 D^2$$

avec $r = 0,97$

v : volume d'un arbre (m³)

D : diamètre (m)

r : coefficient de corrélation

A partir du volume, la production et l'accroissement du volume de bois, dans chaque traitement, ont été estimés, en utilisant la formule suivante (N'guessan, 2006) :

$$V = v \times N$$

où, V : production de bois exprimée en volume (m³.ha⁻¹) ;

v : volume d'un arbre (m³) ;

N : densité de peuplement de *A. auriculaeformis* (nombre de tige.ha⁻¹).

L'accroissement du volume de bois de chaque parcelle élémentaire a été calculé, à partir de la formule suivante (N'guessan, 2006) :

$$\Delta V = \frac{V}{t}$$

où, ΔV : Accroissement du volume ou productivité (m³.ha⁻¹.an⁻¹)

V : volume (m³.ha⁻¹)

t : âge du peuplement (année)

Analyses statistiques

Les paramètres étudiés (diamètre, accroissement moyen annuel du diamètre, hauteur totale, nombre de tiges par arbre, volume de bois, densité de peuplement actuelle, production de bois et accroissement du volume) ont fait l'objet d'une analyse de variance, avec le logiciel statistique GENSTAT, 5^e édition. Les moyennes ont été comparées à l'aide de la méthode de la plus petite différence significative (PPDS), au seuil de 5 %. Les coefficients de corrélation (r) entre les différents paramètres ont été calculés, à l'aide de l'analyse des corrélations. Le coefficient de détermination (R²) a permis de quantifier la part de variance d'un paramètre en fonction de l'autre.

RESULTATS

PARAMETRES DENDROMETRIQUES DES ARBRES

Diamètre moyen

Quatre ans et 4 mois après plantation, les diamètres moyens des arbres ont varié de 10,27

à 12,14 cm. Le diamètre moyen des arbres du traitement D₄ (12,14 cm) a été supérieur aux autres traitements ($\alpha < 0,01$). Ceux des arbres des traitements D₃ (11,24 cm) et D₂ (10,84 cm) ont été identiques. Le diamètre moyen le plus faible a été obtenu avec le traitement D₁ (10,27 cm) (Figure 2a).

Accroissement moyen annuel du diamètre

Les accroissements moyens annuels du diamètre des arbres ont varié de 2,37 à 2,8 cm.an⁻¹. L'accroissement moyen annuel du diamètre des arbres du traitement D₄ a été significativement supérieur ($\alpha < 0,01$) aux autres et celui des arbres du traitement D₁ a été le plus faible. Il n'y a pas eu de différence significative entre les accroissements moyens annuels des arbres des traitements D₃ (2,59 cm.an⁻¹) et D₂ (2,5 cm.an⁻¹), de même que ceux des traitements D₂ et D₁ (Figure 2b).

Hauteur totale des arbres

Un effet traitement significatif a été obtenu ($\alpha < 0,01$). Les hauteurs totales moyennes des arbres des différents traitements ont varié de 7,19 à 8,79 m. Les arbres du traitement D₂ ont eu la hauteur totale moyenne la plus élevée (8,79 m), tandis que ceux du traitement D₄ ont eu la hauteur totale moyenne la plus faible (7,19 m). La hauteur totale moyenne des arbres du traitement D₁ (8,04 m) a été plus élevée que celle des arbres du traitement D₃ (7,62 m) (Figure 2c).

Nombre de tiges multiples des arbres

Deux groupes homogènes ont été mis en évidence. Le premier constitué par les arbres des traitements D₄ (3,66 tiges.arbre⁻¹) et D₃ (3,63 tiges.arbre⁻¹) a été supérieur au second constitué par les arbres des traitements D₂ (3,19 tiges.arbre⁻¹) et D₁ (3,02 tiges.arbre⁻¹) (Tableau 1).

PRODUCTION DE BOIS ET ACCROISSEMENT DU VOLUME DES ARBRES

Volume de bois

Une différence significative entre les volumes de bois produits par arbre n'a pas été observée pour les 4 traitements. Les valeurs enregistrées ont varié de 0,0609 à 0,084 m³ de bois.arbre⁻¹ (Tableau 1). Les arbres du traitement D₄ ont eu

le volume de bois par arbre le plus élevé et ceux du traitement D_1 , le volume de bois par arbre le plus faible.

Densités actuelles de peuplement

On a enregistré, 4 ans et 4 mois après plantation, des densités de 262 à 1416 tiges.ha⁻¹ pour tous les traitements. Un effet traitement significatif a été mis en évidence. Il n'y a pas eu de différence significative entre les densités actuelles de peuplement des traitements D_1 et D_2 qui ont été les plus élevés (1416 et 1340 tiges.ha⁻¹). Le traitement D_3 a donné une densité de peuplement intermédiaire (510 tiges.ha⁻¹). La densité actuelle de peuplement du traitement D_4 a été la plus faible (262 tiges.ha⁻¹) (Tableau 1).

PRODUCTION ET ACCROISSEMENT DU VOLUME DE BOIS

La production de bois des arbres a varié de 21,9 m³.ha⁻¹ pour D_4 à 96,8 m³.ha⁻¹ pour D_2 . Les résultats ont permis de distinguer deux groupes de traitement significativement différents : Le premier groupe constitué des traitements D_1

(83,2 m³.ha⁻¹) et D_2 a produit les quantités de bois les plus élevées. Le second groupe constitué des traitements D_3 (36,2 m³.ha⁻¹) et D_4 a produit les plus faibles quantités (Tableau 1).

En ce qui concerne l'accroissement du volume des arbres, les mêmes groupes homogènes que pour la production de bois ont été mis en évidence. Le premier groupe constitué des traitements D_1 et D_2 a produit les volumes de bois les plus élevés (19,20 à 22,33 m³.ha⁻¹.an⁻¹). Le second groupe, constitué des traitements D_3 et D_4 a produit les plus faibles volumes de bois (8,36 à 5,05 m³.ha⁻¹.an⁻¹) (Tableau 1).

CORRELATIONS ENTRE LES PARAMÈTRES

L'étude des corrélations a montré que la hauteur a évolué en sens inverse du diamètre ($r = -0,476$) (Tableau 2). Plus les pieds de *A. auriculæformis* ont été multicaules, moins ils ont été grands ($r = -0,547$). Il existe une corrélation négative, d'une part, entre la hauteur et le volume de bois produit ($r = -0,468$) et, d'autre part, entre la hauteur et l'accroissement sur le volume des arbres ($r = -0,561$).

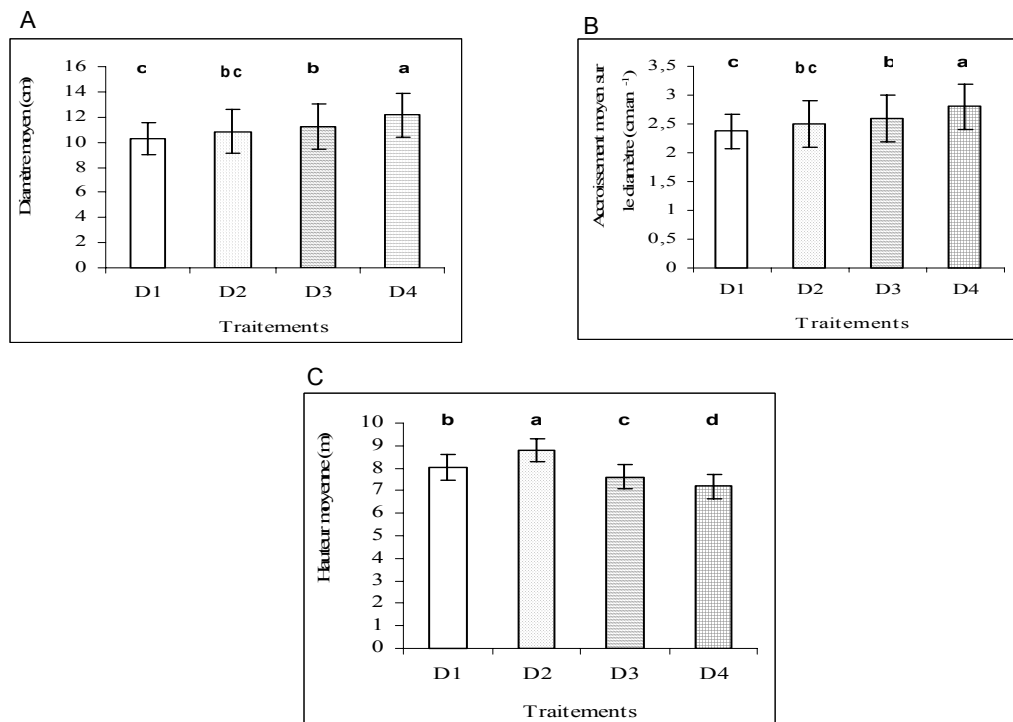


Figure 2 : Effet de la densité de plantation sur le diamètre moyen (A), l'accroissement moyen annuel (B) et la hauteur moyenne (C) de *A. auriculæformis* âgé de 4 ans et 4 mois.

Effect of trees population on mean diameter (A), yearly mean growth (B) and mean height (C) of A. auriculæformis 4 years and 4 months old.

Les histogrammes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents à $\alpha = 0,05\%$. Les barres d'erreur représentent les écart-types.

Tableau 1 : Effet de la densité de plantation sur les paramètres dendrométriques de *A. auriculaeformis* à 4 ans et 4 mois après plantation.

Effect of trees population on dendrometric parameters of A. auriculaeformis at 4 years and 4 months after planting.

Paramètre	Densité par traitement				PPDS (5 %)	CV (%)
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄		
Nombre de tiges multiples/arbre	3,19 b	3,02 b	3,63 a	3,66 a	0,325 *	35,8
Densité actuelle de peuplements (tiges.ha ⁻¹)	1416 a	1340 a	510 b	262 c	190,6 *	14
Volume de bois (m ³ .arbre ⁻¹)	0,0609	0,0725	0,0732	0,0842	0,0345 ns	30,8
Production de bois (m ³ .ha ⁻¹)	83,2 a	96,8 a	36,2 b	21,9 b	26,34 *	28,7
Productivité de bois (m ³ .ha ⁻¹ .an ⁻¹)	19,20 a	22,33 a	8,36 b	5,05 b	6,078 *	28,7

CV = coefficient de variation en % ; PPDS = plus petite différence significative ; * = différence significative ; ns = différence non significative ; a, b et c : les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont pas statistiquement différentes à $\alpha = 0,05$ %.

Tableau 2 : Corrélations entre les différents paramètres étudiés.

Correlations between studied parameters.

	D	AcD	NbTM	H	v	N	V	ΔV
D	1							
AcD	1	1						
NbTM	0,120	0,123	1					
H	-0,476	-0,476	-0,547	1				
v	1,000	1,000	0,124	-0,468	1			
N	-0,427	-0,426	0,453	-0,211	-0,422	1		
V	0,055	0,056	0,523	-0,561	0,056	0,837	1	
ΔV	0,055	0,056	0,523	-0,561	0,056	0,837	1	1

D : diamètre (cm) ; AcD : accroissement du diamètre (cm.an⁻¹) ; NbTM : nombre de tiges multiples (tiges.ha⁻¹) ; H : hauteur (m) ; v : volume (m³.arbre⁻¹) ; N : densité actuelle des peuplements (tige.ha⁻¹) ; V : production de bois (m³.ha⁻¹) ; ΔV : accroissement du volume (m³.ha⁻¹.an⁻¹).

DISCUSSION

PARAMETRES DENDROMETRIQUES DE *A. auriculaeformis*

Les diamètres moyens, à 1,30 m du sol, les plus élevés, ont été obtenus dans les associations de faible densité d'arbres. Les arbres de l'association à double haie d'*Acacias* ont eu les diamètres moyens les plus faibles. Les meilleures associations ont été celles à grands écartements d'arbres. Nos résultats corroborent ceux de N'guessan (2006) qui a signalé que le diamètre est d'autant plus élevé que l'écartement à la plantation est important. En effet, la croissance en diamètre a baissé avec l'augmentation de la densité (Fonton *et al.*, 2002). Ainsi, l'accroissement moyen annuel du diamètre des arbres des associations de faible densité de *A. auriculaeformis* a été le plus élevé.

En revanche, les plus fortes densités d'arbres à la plantation (450 arbres.ha⁻¹), ont présenté les accroissements moyens annuels du diamètre les plus faibles. Les arbres de l'association à double haie d'*Acacias* dont le diamètre moyen a été le plus faible, ont eu également l'accroissement moyen annuel du diamètre le plus faible, du fait du rapprochement des lignes dans les doubles haies. Ce qui a provoqué un effet d'étouffement et de compétition entre les arbres. Pour tous les traitements étudiés, les accroissements moyens annuels du diamètre obtenus à 64 semaines semblent être du même ordre de grandeur ($\geq 2,4$ cm.an⁻¹) que ceux obtenus par N'guessan (2006) en zone de forêt dense humide sempervirente. Selon cet auteur, chez les *Acacias australiens* tels que *A. mangium* et *A. auriculaeformis*, la croissance initiale en diamètre est élevée et atteint son maximum entre 3 et 4 ans. Mais, après cette étape, des phénomènes de concurrence se manifestent par un ralentissement de croissance en diamètre jusqu'à 2,5 cm.an⁻¹. Nos valeurs ont été par contre, plus élevées que celles obtenues par N'guessan (1991) dans des peuplements de *A. auriculaeformis* âgé de 5 ans et planté à 2 m x 3 m dans la même zone littorale de Côte d'Ivoire. Dans ces peuplements, le diamètre moyen était de 10,1 cm et l'accroissement moyen annuel du diamètre fut de 2 cm.an⁻¹. Dans le cas, de cette étude, les effets négatifs des embruns de mer sur les arbres (Dupuy *et al.*, 1987 ; Zakra, 1997) plantés

à une distance de la mer au-delà de 200 m ont été pratiquement inexistantes. La différence entre les résultats de ces auteurs et les notre s'expliquent par l'absence des embruns et une bonne pluviométrie qui ont eu une influence positive sur la croissance des arbres.

Les arbres de l'association à plus forte densité d'*Acacias* ont été les plus grands. En effet, dans les peuplements à forte densité, la compétition intraspécifique est plus importante (de Taffin *et al.*, 1991 ; Sinoquet et Caldwell, 1995 ; Parveaud, 2002). Dans l'association de plus faible densité, les arbres qui ont plus d'espace à explorer et qui sont moins sujets à la compétition pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux, végètent. Ce qui explique leur nombre de tiges multiples le plus élevé. Les arbres des peuplements d'*Acacias* à grands écartements, à la plantation, ont les nombres de tiges multiples les plus élevés. Plus la plantation est à forte densité, moins le nombre de tiges des arbres est important (Fonton *et al.*, 2002). Cependant, les arbres du peuplement à double haie d'*Acacias* de même densité d'arbres que l'association de plus forte densité ont un nombre de tiges multiples plus élevé. En effet, dans ce type d'association l'espace entre deux doubles haies d'*Acacias* est grand, ce qui réduit les facteurs de compétition entre arbres sur le côté extérieur de chaque ligne.

PRODUCTION ET ACCROISSEMENT DU VOLUME DE BOIS

Les résultats des analyses montrent qu'il n'y a pas eu de différence significative entre les volumes de bois par arbre dans les différentes associations. Cependant, en valeur absolue, les peuplements à faibles densités d'arbres ont eu les volumes de bois par arbre les plus élevés. En effet, dans ces associations, les arbres s'épaississent, car ayant plus d'espace à explorer. La concurrence interindividuelle entre arbres est limitée, permettant ainsi aux arbres d'obtenir une croissance individuelle maximale. Les volumes de bois observés dans la présente étude (0,06 à 0,08 m³.arbre⁻¹) sont supérieurs au volume moyen de 0,055 m³ obtenu par N'guessan (2006) dans des peuplements de *A. auriculaeformis* de 5 ans en zone littorale. Les études de cet auteur ont porté sur des peuplements purs d'*Acacias* plantés à faible écartement et soumis aux effets dépressifs des embruns de mer.

Dans les associations à fortes densités d'arbres, la productivité a été la plus élevée. A 4 ans et 4 mois, les associations dont les densités actuelles d'arbres ont été les plus élevées, ont montré des accroissements conformes au spectre de productivité obtenu par N'diaye (1991). En effet, l'auteur a noté que dans un peuplement de *A. auriculaeformis* planté à 1111 tiges.ha⁻¹, en zone littorale, l'accroissement du volume a varié de 15 à 25 m³.ha⁻¹.an⁻¹ entre 6 et 8 ans. Les résultats obtenus dans la présente étude révèlent la bonne croissance de *A. auriculaeformis*, en association avec le cocotier dans la zone littorale de Côte d'Ivoire. Ils sont également comparables à ceux de Dupuy (1987) qui a observé que la productivité globale d'un reboisement d'*Acacia* spp., planté à 2 m x 2 m en zone littoral a été au minimum de 15 m³.ha⁻¹.an⁻¹.

CONCLUSION

L'étude a eu pour objectif d'évaluer l'effet de la densité de plantation sur la croissance et la production de *A. auriculaeformis*, sur la base des paramètres dendrométriques. Elle a permis de montrer que les arbres des associations cocotiers/*Acacias* plantés à faibles densités ont donné les accroissements moyens annuels du diamètre (2,59 à 2,8 cm.an⁻¹) et les nombres de tiges (3,63 et 3,66 tiges.arbre⁻¹) les plus élevés. Inversement, ils ont les hauteurs totales les moins importantes (7,19 à 7,62 m). Individuellement, ces arbres ont été les plus vigoureux et leurs volumes de bois ont été les plus élevés (0,0732 et 0,084 m³ de bois.arbre⁻¹). Par ailleurs, les associations à fortes densités d'arbres ont été celles qui ont les productivités les plus élevées (19,20 et 22,33 m³.ha⁻¹.an⁻¹).

En plus d'être une source d'engrais vert et d'azote, *Acacia auriculaeformis* planté à fortes densités a permis de produire du bois d'œuvre et de service. L'association à double haie d'*Acacias*, dans laquelle l'arrangement spatial présente des arbres moins encombrants pour les cocotiers, est à recommander (action sur le sol et production de bois) aux populations sur les sables quaternaires du littoral en culture cocotière.

L'étude de l'influence de *Acacia auriculaeformis* sur les mécanismes physiologiques des cocotiers pourrait être entreprise en vue d'améliorer l'efficacité de la technique.

REFERENCES

- Anonyme. 1981. Sols. Mémento du Forestier, 2^e édition revue et augmentée. Ed. CTFT, 876 p.
- Baeur A. G. and A. L. Black. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil. Sci. Soc. Am. J. 58 : 185 - 193.
- De Taffin G., Zakra N., Pomier M., Braconnier S. et R. W. Weaver. 1991. Recherche d'un système cultural stabilisé associant le cocotier à des arbres fixateurs d'azote. Oléagineux 46 (12) : 489 - 499.
- Domenach A. M., Snoeck D., Zakra N., Beaupied H. et A. Moiroud. 1998. Impact des arbres fixateurs d'azote sur le fonctionnement des cultures associatives en sylviculture. Agron. Afr. Num. Spécial 1 : 187 - 204.
- Dommergues Y., Duhoux E. et H. G. Diem. 1999. Les arbres fixateurs d'azote : caractéristiques fondamentales et rôle dans l'aménagement des écosystèmes méditerranéens et tropicaux avec référence particulière aux zones subhumides et arides. Edition DUMAS, Saint-Etienne, 475 p.
- Dupuy B. 1987. Propositions de sylviculture pour les associations cocotier/arbre forestier. Rap. Scien., CTFT Côte d'Ivoire, 9 p.
- Dupuy B., N'guessan A. et X. Bonneau. 1987. Evaluation sylvicole des essais d'association cocotiers/espèces forestières sur le cordon littoral de la Basse Côte d'Ivoire. Rap. Scien., CTFT/ IRHO, Côte d'Ivoire, 8 p.
- Fonton N. H., Kakai R. G. Et J. Rondeux. 2002. Etude dendrométrique d'*Acacia auriculaeformis* A. Cunn. Ex Benth. en mélange sur vertisol au Bénin. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 6 (1) : 29 - 37.
- Koffi N., N'guessan N. J., Konan A. and G. Yoro. 2000. A new approach to nitrogen nutrition of robusta coffee in Côte d'Ivoire. International Symposium on Nuclear Technics in Integrated Plant Nutrient, Water and Soil Management, Vienna : pp 101 - 102.

- N'diaye S. 1991. Croissance et productivité d'*Acacia auriculaeformis* en Côte d'Ivoire. Rapport de fin d'étude d'Ingénieur, ENSA Yamoussoukro/IDEFOR-DFO, 75 p.
- N'goran A., Zakra N., Yoro G., Ballo K. et O. Van Cleemput. 2003. Evaluation de la productivité d'une association cocotier/légumineuses arborées âgée de 15 ans. *Agron. Afr.* 15 : 51 - 92.
- N'goran A. 2005. Amélioration de la fertilité chimique des sables quaternaires en Côte d'Ivoire dans l'association cocotier/*Acacia* Spp. Thèse de Sciences Biologiques Appliquées, Université de Gent, Belgique, 193 p.
- N'guessan K. A. 1991. Contribution à l'étude de méthodes de régénération des jachères en basse Côte d'Ivoire : le cas de l'*Acacia mangium*. Thèse de Docteur Ingénieur, Agroforesterie, Université d'Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire, 128 p.
- N'guessan K. A. 2006. Les légumineuses arborescentes, une alternative intégrée pour la régénération des jachères : le cas de la zone forestière en Côte d'Ivoire. Thèse de Docteur d'Etat ès Sciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 166 p.
- Parveaud C. E. 2002. Elaboration de plantes virtuelles tridimensionnelles de Noyers hybrides et simulation du bilan radiatif. Mém. DEA, Université Paris VI, Paris, France, 64 p.
- Sinoquet H. and R. M. Caldwell. 1995. Estimation of light capture and partitioning in intercropping systems. *In* : H. Sinoquet and P. Cruz (Eds.). *Ecophysiology of tropical intercropping*. Ed. INRA, Paris, 477 pp.
- Zakra N., Domenach A. M. et A. Sangaré. 1996. Bilan positif de l'association cocotiers/*Acacia* pour la restitution de l'azote, de la potasse et du magnésium. *Plant. Rech. et Dév.* 3 (1) : 39 - 48.
- Zakra A. N. 1997. Contribution à l'étude de la restauration et du maintien de la fertilité des sables quaternaires du littoral ivoirien : cas de l'utilisation d'arbres fixateurs biologiques d'azote comme plantes associatives avec les cocotiers. Thèse de Docteur ingénieur, Agronomie, Université d'Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire, 152 p.