



## Indices foliaires et autres propriétés optiques des cultures dans une association cocotier-*Acacia auriculiformis* sur sables quaternaires en Côte d'Ivoire

[Leaf area index and other optical properties of the crops in *Acacia auriculiformis*-coconut intercropping on quaternary sands in Côte-d'Ivoire]

LEKADOU Tacra Thierry<sup>1,2\*</sup>, KONAN Jean-Louis<sup>1</sup>, ZAKRA Nicodème<sup>1</sup>, YAO-KOUAME Albert<sup>2</sup>, N'GUESSAN Angelo<sup>1</sup>, DIAWARA Adama<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 07 BP 13 Abidjan 07, (Côte-d'Ivoire) ; <sup>2</sup>Laboratoire 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) ; <sup>3</sup>Laboratoire de Physique de l'Atmosphère ; Unité de formation et de Recherche des Sciences des Structures de la Matière et de Technologie, Université de Cocody, 22 BP 231 Abidjan 22, (Côte-d'Ivoire). Tel : (225) 07 40 72 65 / (225) 23 47 24 10. Fax : (225) 22 44 38 47.

Auteur en correspondance: [thierry\\_tacra@yahoo.fr](mailto:thierry_tacra@yahoo.fr) ; Published online on March 4, 2009.

### RESUME

L'interception et la transmission du rayonnement incident par la canopée d'*Acacia auriculiformis* en association à différentes densités avec les cocotiers PB-121 ont été étudiées pour déterminer l'effet de l'arrangement spatial et de la densité sur l'accès à la lumière des cocotiers.

Les indices foliaires, les transmittances et les efficacités d'interception des canopées d'*A. auriculiformis* et du cocotier hybride PB-121, ont été mesurés avec un analyseur foliaire, 52 et 63 mois après plantation. Les canopées d'*A. auriculiformis* des associations à forte densité d'arbres ont les indices foliaires les plus élevés (2,67 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>). Cependant, les cocotiers PB-121 de ces associations ont les indices foliaires (1,15 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>) et les efficacités d'interception (0,63) les plus faibles. L'association à double haie d'*A. auriculiformis* dont la transmittance de la canopée de légumineuses est 0,35 et l'indice foliaire des cocotiers PB-121 est 1,44, est à préconiser, car, elle limite la compétition entre les cocotiers et les arbres pour la lumière.

Mots clés: *Acacia auriculiformis*, cocotier PB-121, efficacité d'interception, indice foliaire, transmittance, rayonnement incident.

Citation: LEKADOU T.T., KONAN J.L., ZAKRA N., YAO-KOUAME A., N'GUESSAN A. et DIAWARA A., 2009. Indices foliaires et autres propriétés optiques des cultures dans une association cocotier-*Acacia auriculiformis* sur sables quaternaires en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 15: 800 – 806.

### ABSTRACT

*Incident radiation interception and transmission by Acacia auriculiformis canopy intercropped with PB-121 coconuts at different densities was studied to determine the effect of the legume-coconut intercropping on PB-121 coconut light access. Leaf*

*area index, transmittances and interception efficiencies of A. auriculiformis canopies and hybrid coconut PB-121 were measured with a leaf analyzer, 52 and 63 months after plantation. A. auriculiformis canopy of associations with high trees density have the highest*



leaf area index ( $2.67 \text{ m}^2.\text{m}^{-2}$ ). However, coconuts of these associations had the lowest leaf area index ( $1.15 \text{ m}^2.\text{m}^{-2}$ ) and interception efficiencies of radiation (0.63). Association with double *A. auriculiformis* line of which

legume canopy transmittance is 0.35 and PB-121 coconut leaf area index is 1.44, may be recommended, because, it limits competition between coconuts and trees for the light.

**Key words:** *Acacia auriculiformis*, coconut, efficiency of interception, incident radiation, leaf area index, transmittance.

## INTRODUCTION

Une technique culturale efficace et à multiples usages, associant les cocotiers à des légumineuses arborescentes a été expérimentée pour améliorer la productivité de la cocoteraie du littoral ivoirien (Zakra *et al.*, 1996; Zakra, 1997; N'goran, 2005). Selon ces auteurs, l'association d'*Acacia mangium* ou *Acacia auriculiformis* avec des hybrides PB-121 a permis de produire 24 à 25 t.ha<sup>-1</sup> de litière tous les 4 ans, et 350 à 450 kg.ha<sup>-1</sup> d'azote total, dont 185 à 420 kg résulterait de la fixation symbiotique de l'azote de l'air. Elle a aussi permis de produire 22 à 50 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de bois tous les 4 ans, et 8000 noix de coco.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> sans apport de fumure minérale azotée, c'est-à-dire autant que dans le système intensif recevant toutes les doses de fumures recommandées, au bout de 8 ans.

Comme dans toute association culturale, des phénomènes de compétition se produisent entre les racines pour l'eau, les nutriments (Osseni & Marchal, 1986 ; Kang *et al.*, 1990) et l'espace, ainsi qu'entre les parties aériennes pour la lumière et plus précisément pour l'énergie photosynthétiquement active (Gardner &

Cracker, 1981 ; Baldy, 1985 ; Kang *et al.*, 1990). Ces phénomènes de compétition se traduisent par des dynamiques différentes de la croissance et du développement des espèces végétales en association (Osseni & N'guessan, 1987). Dans le système d'association, les pieds d'*Acacia* et les cocotiers ont tous les deux besoin d'eau, de lumière et d'éléments minéraux du sol pour assurer leur développement respectif, soutenir la fixation de l'azote pour *Acacia* et la production de noix en ce qui concerne le cocotier. Il se développe alors une compétition multiforme entre les deux plantes associées (Moss, 1987 ; Zakra, 1997). Le rayonnement transmis est souvent un des facteurs limitant la croissance et le rendement d'une ou des deux composantes (Mialet-Serra *et al.*, 2001).

Bien que de nombreuses interactions expliquent le fonctionnement de ce système agroforestier, nous analyserons plus particulièrement, dans cette étude, l'interception et la transmission du rayonnement par le couvert arboré d'*A. auriculiformis* ainsi que l'accès du cocotier PB-121 à la lumière.

## MATERIEL ET METHODE

**Site d'étude :** Les études ont été effectuées durant la période 2001-2006 sur le cordon littoral ivoirien à Assinie Canal, site annexe de la Station de Recherche sur le Cocotier (Marc Delorme), situé à 03°10'N ; 04°58'Est. Le climat est de type tropical attéen caractérisé par l'alternance de deux saisons de pluies et deux saisons sèches (Tié, 1984). La pluviométrie moyenne annuelle, de 2001 à 2006, à Assinie canal a varié de 1240,2 à 2445,6 mm. Le sol est constitué de 96 p.c. de sables grossiers (N'goran, 2005). Dans l'horizon de 0-40 cm, le pH<sub>eau</sub> est égal à 4,63, la teneur en carbone total (C) est de 0,24 p.c. et celle en azote total (N) est de 0,04 p.c. La teneur en Phosphore assimilable (P<sub>ass</sub>) déterminée selon la méthode Olsen (Olsen *et al.*, 1954) est de 65,8 ppm. Les teneurs en calcium (Ca<sup>2+</sup>), potassium (K<sup>+</sup>) et magnésium (Mg<sup>2+</sup>) échangeables sont respectivement de 0,202, 0,017 et 0,196 méq/100g. La capacité d'échange des cations (CEC) est de 1,17 méq/100g

et le taux de matière organique est de 0,41 p.c. (Anonyme, 1981)

**Matériel végétal et technique :** La variété de cocotier hybride Port-Bouët 121 (PB-121), issu du croisement entre le Nain jaune de type malais (Malaisie) (NJM) et le Grand ouest africain (GOA) a été utilisée. Il a été créé en Côte d'Ivoire par l'institut de Recherche pour les Huiles et les Oléagineux (IRHO) en 1960. De même, l'espèce arborescente *A. auriculiformis*, 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 été utilisée. Elle a une croissance rapide en hauteur (1,8 à 3 m.an<sup>-1</sup>) et en diamètre (1,5 à 3 cm.an<sup>-1</sup>) (N'goran & Zakra, 2003).

Les indices foliaires, les transmittances et les efficacités d'interception du rayonnement incident des canopées d'*A. auriculiformis* et du cocotier hybride PB-121



ont été mesurés avec un analyseur foliaire de type LAI-2000, LI-COR (Lamade, 1997), dont les capteurs peuvent être considérés comme des capteurs de référence (Chartier *et al.*, 1989).

Méthode d'étude : L'étude a été réalisée dans un essai agronomique en blocs de Fisher avec 5 traitements (Tableau 1) en randomisation totale et 4 répétitions:

Tableau 1 : Description des traitements étudiés.

Traitements	Description	Densité
D <sub>0</sub>	Témoin, culture pure de cocotiers PB-121 avec 66 plants	143 cocotiers PB-121 à l'hectare
D <sub>1</sub>	une ligne de cocotiers PB-121 sur trois remplacée par une double haie d' <i>A. auriculiformis</i> plantée à 3m x 2m. La parcelle compte 66 cocotiers PB-121 et 200 arbres	108 cocotiers PB-121 et 450 arbres.ha <sup>-1</sup> (double haie)
D <sub>2</sub>	une ligne de cocotiers PB-121, alternée avec une ligne d' <i>A. auriculiformis</i> distants de 3 m. La parcelle compte 66 cocotiers PB-121 et 250 arbres.	143 cocotiers PB-121 et 450 arbres.ha <sup>-1</sup> (forte densité)
D <sub>3</sub>	une ligne de cocotiers PB-121, alternée avec une ligne d' <i>A. auriculiformis</i> distants de 7 m. La parcelle compte 66 cocotiers PB-121 et 70 arbres.	143 cocotiers PB-121 et 143 arbres.ha <sup>-1</sup> (moyenne densité)
D <sub>4</sub>	une ligne de cocotiers PB-121, alternée avec une ligne d' <i>A. auriculiformis</i> distants de 14 m. La parcelle compte 66 cocotiers PB-121 et 35 arbres.	143 cocotiers PB-121 et 72 arbres.ha <sup>-1</sup> (faible densité).

Les lignes de cocotiers PB-121 sont séparées de 7,80 m et les plants sur une même ligne sont séparés de 9 m.

Les cocotiers PB-121 ont reçu chacun, 17 mois après plantation, 100 g d'urée à 46 p.c. d'azote (N), 100 g de super phosphate tricalcique à 46 p.c. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 g de chlorure de potassium à 60 p.c. de K<sub>2</sub>O et 100 g de kiesérite à 27 p.c. de MgO. Trente mois après plantation, seules les doses d'urée et de chlorure de potassium sont passées à 200 g. Le dernier épandage d'engrais réalisé 62 mois après plantation, a permis d'apporter à chacun des cocotiers PB-121, 750 g d'urée, 196 g de super phosphate tricalcique, 1886 g de chlorure de potassium et 1400 g de sulpomag à 20 p.c. de MgO. Les indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* et leurs transmittances du rayonnement incident, dans chaque traitement, ont été mesurés 52 mois après plantation. Soixante trois mois après plantation, soit 3 mois après le recépage des légumineuses, les indices foliaires et les efficacités d'interception des cocotiers PB-121 ont également été mesurés. Les indices foliaires et la transmittance T, sont donnés directement par l'appareil. Comme le définissent de nombreux auteurs (Varlet-Grancher *et al.*, 1989), le rayonnement intercepté R<sub>i</sub> est le bilan entre le rayonnement incident et le rayonnement transmis (R<sub>i</sub> = R<sub>o</sub> - R<sub>t</sub>). De cette relation, est tirée l'efficacité d'interception du rayonnement ε<sub>i</sub>:

$$\epsilon_i = \frac{R_i}{R_o} = \frac{R_o - R_t}{R_o} = 1 - \frac{R_t}{R_o} = 1 - T, \text{ avec } T = \frac{R_t}{R_o}$$

Afin d'obtenir l'intensité du rayonnement incident au dessus des pieds d'*A. auriculiformis* hauts de 10 m et même plus, un point du témoin D<sub>0</sub> a été pris comme référence de mesure. Dans chaque traitement, 4 lignes de mesure de direction Nord-sud ont été définies : ligne de cocotiers PB-121, ligne d'*A. auriculiformis*, interligne *A. auriculiformis*-cocotiers PB-121 et interligne cocotiers PB-121-*A. auriculiformis*. Sur chaque ligne, 4 mesures ont été effectuées en 4 points différents choisis de façon aléatoire. Une première mesure est effectuée au point de référence, 4 mesures sur la ligne, ainsi qu'une dernière mesure au point de référence, afin d'obtenir une valeur de l'indice foliaire et de la transmittance sur la ligne. Le point de référence est le même dans chaque bloc. Les mesures ont été ainsi faites pour avoir une plus grande couverture de la parcelle élémentaire qui tient compte des variations dues au déplacement de la canopée par le vent et des variations spatiales. Effectuées par temps couvert, elles ont permis d'avoir une moyenne dans chaque traitement.

Analyses des données : Les indices foliaires, les transmittances et les efficacités d'interception des canopées d'*A. auriculiformis* et des cocotiers PB-121 ont été analysés avec le logiciel statistique GENSTAT, 5<sup>ème</sup> édition. Les données ont fait l'objet d'une analyse de variance et les moyennes obtenues ont été comparées par la méthode de la plus petite différence significative (PPDS) au seuil de 5 p.c.

## RESULTATS



Indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* : Cinquante deux mois après plantation, les indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* ont varié de 1,10 à 2,67 m<sup>2</sup> de feuilles.m<sup>-2</sup> de sol, avec des différences hautement significatives ( $P < 0,001$ ) entre les traitements. L'indice foliaire de la canopée d'*A. auriculiformis* du traitement D<sub>2</sub> de forte densité est statistiquement supérieur à tous les autres. Ceux des canopées d'*A. auriculiformis* des traitements D<sub>3</sub> et D<sub>1</sub>, respectivement, de 1,84 et 1,78 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>, sont statistiquement identiques. L'indice foliaire de la canopée d'*A. auriculiformis* du traitement D<sub>4</sub> de faible densité est le plus faible (1,10 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>), et également identique statistiquement à celui de la canopée d'*A. auriculiformis* du traitement D<sub>1</sub> (figure 2A).

Transmittances ou coefficients de transmission (T) des canopées d'*A. auriculiformis* : Les coefficients de transmission du rayonnement incident des canopées d'*A. auriculiformis* des différents traitements ont varié de 0,16 à 0,48, 52 mois après plantation (figure 2A). La transmittance de la canopée d'*A. auriculiformis* du traitement D<sub>4</sub> est la plus élevée et celle de la canopée d'*A. auriculiformis* du traitement D<sub>2</sub> la plus faible. La transmittance de la canopée d'*A. auriculiformis* du traitement D<sub>4</sub> est supérieure statistiquement à celles des autres. Celles des traitements D<sub>1</sub> (0,35) et D<sub>3</sub> (0,24), tout comme les transmittances des canopées d'*A. auriculiformis* des traitements D<sub>3</sub> et D<sub>2</sub> (0,16) sont statistiquement identiques. Une corrélation négative et très significative a été notée entre les indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* et leurs transmittances ( $R = -0,8876$ ,  $R^2 = 0,7878$  ;  $p < 0,001$ ) (figure 1C).

Indices foliaires des cocotiers PB-121 : Soixante trois mois après plantation, soit 3 mois après le recépage des pieds d'*A. auriculiformis*, les valeurs moyennes d'indices foliaires des cocotiers PB-121 des différents traitements ont

varié de 1,15 à 1,97 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> (figure 2A). L'indice foliaire des cocotiers PB-121 du témoin D<sub>0</sub> est le plus élevé, et celui des cocotiers PB-121 du traitement de forte densité D<sub>2</sub> est le plus faible. Les indices foliaires des cocotiers PB-121 des traitements D<sub>1</sub>, D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub> sont, respectivement, de 1,44 ; 1,35 et 1,62 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>. L'indice foliaire des plants du traitement D<sub>0</sub> est statistiquement supérieur à ceux des autres traitements. Celui des cocotiers PB-121 du traitement D<sub>4</sub> est statistiquement supérieur à celui des cocotiers PB-121 du traitement D<sub>2</sub>, mais identique à ceux des traitements D<sub>1</sub> et D<sub>3</sub>. Les indices foliaires des cocotiers PB-121 des traitements D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub> sont identiques statistiquement.

Efficacités d'interception du rayonnement incident ( $\epsilon$ ) des cocotiers PB6121 : Soixante trois mois après plantation, les valeurs moyennes d'efficacités d'interception du rayonnement incident des cocotiers PB-121 sont respectivement de 0,80 ; 0,70 ; 0,63 ; 0,67 et 0,73 pour les traitements D<sub>0</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub> (figure 2B). L'efficacité d'interception des cocotiers PB-121 du témoin D<sub>0</sub> est statistiquement supérieure à celles des cocotiers PB-121 des traitements D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub>, mais identique à celle des cocotiers PB-121 du traitement D<sub>4</sub>. Celle des cocotiers PB-121 du traitement D<sub>4</sub> est statistiquement identique à celles des cocotiers PB-121 des traitements D<sub>1</sub> et D<sub>3</sub>, mais supérieure à celle des cocotiers PB-121 du traitement D<sub>2</sub>. Les efficacités d'interception du rayonnement incident des cocotiers PB-121 des traitements D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub> sont statistiquement identiques. Une corrélation positive et très significative a été notée entre les indices foliaires des cocotiers PB-121 et leurs efficacités d'interception du rayonnement incident ( $R = 0,9298$ ,  $R^2 = 0,8644$  ;  $p < 0,001$ ) (figure 2C).

## DISCUSSION

Les indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* des différents arrangements spatiaux étaient tous supérieurs à 1 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>, ce qui leur caractérise un bon développement végétatif. En effet, l'indice foliaire est supérieur à 1 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> lorsque la végétation est assez développée (Varlet-Grancher *et al.*, 1989). Ces indices foliaires sont toutefois restés inférieurs à 3 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> de sol, signe que les peuplements d'*A. auriculiformis* sont peu denses, comparés à la référence en foresterie. En effet, en foresterie, les indices foliaires varient entre 3 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> pour des peuplements peu denses et 8 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> pour des peuplements très fermés (Anonyme, 2006). Dans le traitement de forte densité d'*A. auriculiformis* (D<sub>2</sub>), les arbres intercalés entre les lignes de cocotiers PB-121, ont une occupation spatiale plus grande. La canopée d'*A. auriculiformis* a le plus grand indice foliaire, et par conséquent, la plus grande surface foliaire; la strate arborée au-dessus des cocotiers PB-121 est plus fermée que dans

les autres traitements. Le traitement à double haie d'*A. auriculiformis* D<sub>1</sub>, qui a la même densité d'arbres que D<sub>2</sub>, a un indice foliaire plus faible. Cela pourrait s'expliquer par la différence des arrangements spatiaux. En effet, dans le traitement D<sub>1</sub>, les espaces entre les doubles haies d'*A. auriculiformis* sont plus grands, entraînant une discontinuité de la canopée. La canopée du traitement D<sub>3</sub> dont la densité d'*A. auriculiformis* est inférieure à celle de D<sub>1</sub>, et dont l'arrangement spatial est le même que celui de D<sub>2</sub>, a un indice foliaire plus grand que celui de D<sub>1</sub> parce que les pieds d'*A. auriculiformis*, intercalés entre les lignes de cocotiers PB-121, ont une canopée continue, donc une surface foliaire plus grande. La canopée du traitement de faible densité d'*A. auriculiformis* D<sub>4</sub> est très ouverte, ce qui explique le plus faible indice foliaire observé.

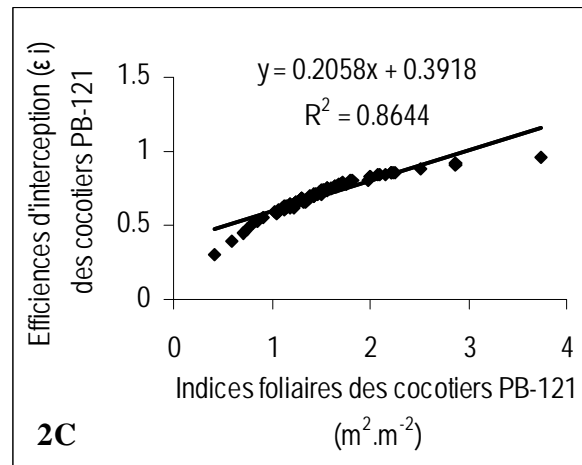
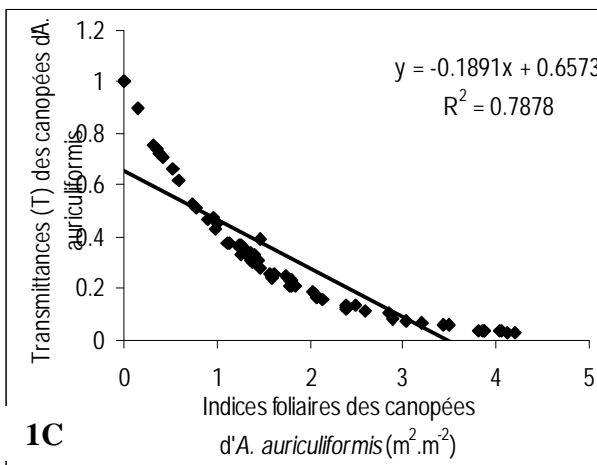
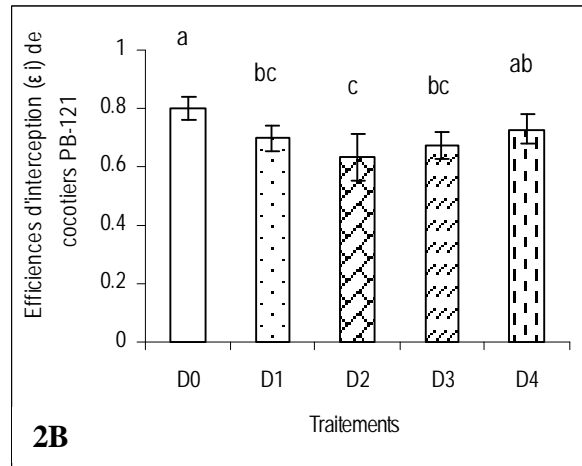
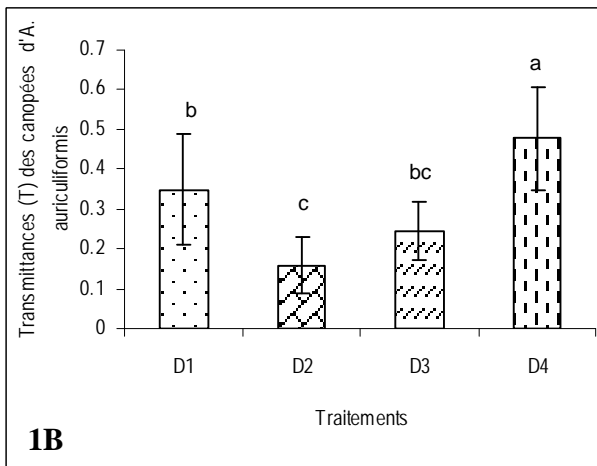
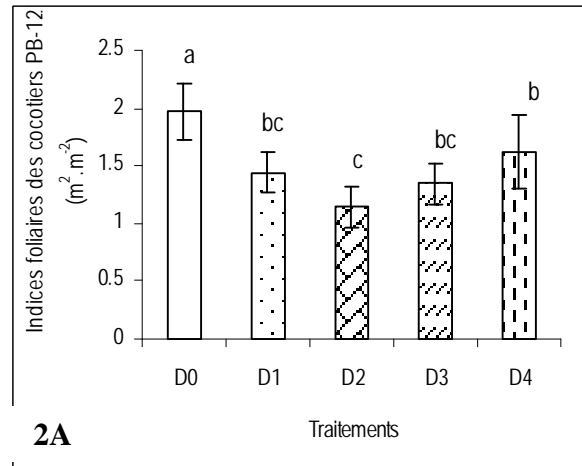
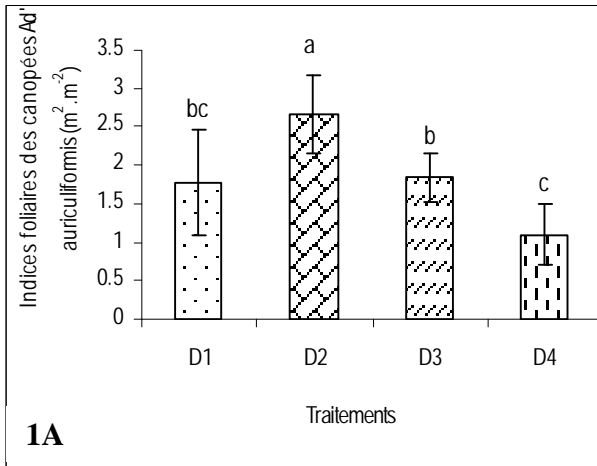


Figure 1 : Indices foliaires, transmittances du rayonnement des canopées d'*A. auriculiformis* et corrélation entre indices foliaires et transmittances. 1A : Indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* ; 1B : Transmittances (T) du rayonnement incident des canopées d'*A. auriculiformis* ; 1C : Corrélation entre les Indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* et leurs transmittances.

Figure 2 : Indices foliaires, efficacités d'interception du rayonnement incident des cocotiers PB-121 et corrélation entre indices foliaires et efficacités d'interception du rayonnement incident des cocotiers PB-121. 2A : Indices foliaires des cocotiers PB-121 ; 2B : Efficacités d'interception du rayonnement incident (ε<sub>i</sub>) des cocotiers PB-121 ; 2C : Corrélation entre les indices foliaires des cocotiers PB-121 et leurs efficacités d'interception du rayonnement incident.



L'analyse statistique a mis en évidence une corrélation négative et très significative entre les indices foliaires et les transmittances du rayonnement incident des canopées d'*A. auriculiformis*. Ces deux paramètres évoluent en sens inverse. Plus l'indice foliaire est élevé, plus la transmittance du rayonnement incident est faible. Les traitements D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub> qui ont les plus grands indices foliaires, donc les plus grandes surfaces foliaires, ont également les transmittances les plus faibles. La plus grande partie du rayonnement incident dans ces traitements est interceptée par la surface foliaire d'*A. auriculiformis*. En effet, Monteny et Lhomme (1980) ont montré que la répartition du rayonnement solaire est fonction de la transmissivité du feuillage à la lumière, de l'architecture foliaire, de l'arrangement spatial et de l'inclinaison foliaire, de la densité de plantation, de la hauteur des plantes ainsi que de l'angle solaire. Les traitements où les canopées d'*A. auriculiformis* ont les plus grands indices foliaires interceptent plus le rayonnement incident et en transmettent peu aux cocotiers PB-121. Selon Girard (1992), le taux de transmission de la lumière chute de façon importante avec l'augmentation du nombre d'arbres par hectare, c'est-à-dire en fonction de la densité. Dans le traitement à doubles haies D<sub>1</sub>, bien que les pieds d'*A. auriculiformis* soient à forte densité, l'hétérogénéité de la canopée favorise la transmission du rayonnement incident (Girard, 1992). Dans le traitement de faible densité d'*A. auriculiformis* D<sub>4</sub>, l'ouverture de la canopée est favorable à la transmission du rayonnement, ce qui est à l'avantage des cocotiers PB-121.

Les indices foliaires des cocotiers PB-121 des traitements à faibles densités d'*A. auriculiformis* et du traitement D<sub>1</sub> sont les plus élevés, parce que les cocotiers PB-121 de ces traitements n'ont pas subi les effets négatifs de l'ombrage des canopées d'*A. auriculiformis* très peu ou pas fermées. Les transmittances du rayonnement incident des canopées d'*A. auriculiformis* de ces traitements étant élevées, les cocotiers PB-121 ont eu un bon développement végétatif, comparés à ceux des traitements de forte et moyenne densités d'*A. auriculiformis* D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub>. En effet, il a été démontré que dans des conditions de croissance normale, il existe un rapport ferme entre la production de matière sèche et l'interception de la lumière (Monteith, 1977 ; Moss, 1987). Un ombrage excessif de la culture par le couvert arboré peut conduire à un ralentissement de croissance jusqu'à disparition de la culture (Caldwell, 1987). Selon Varlet-Grancher et Bonhomme (1979), le

développement foliaire caractérise l'indice foliaire de la culture. Plus l'indice foliaire est grand, plus la surface foliaire du cocotier est efficace à intercepter le rayonnement incident. Ross (1981). Sinoquet et Andrieux (1993) affirment que la capacité d'un couvert végétal à intercepter la lumière est fonction de la surface foliaire totale et de la structure géométrique du feuillage. L'interception et l'efficacité d'absorption d'une culture sont en grande partie fonction de son développement foliaire, caractérisé par l'indice foliaire de la culture, ainsi que par les propriétés optiques et géométriques de ses feuilles et le facteur de réflexion du sol (Varlet-Grancher et Bonhomme, 1979).

Les indices foliaires ont montré que les pieds d'*A. auriculiformis* et les cocotiers PB-121 ont eu un bon développement végétatif. Cinquante deux mois après plantation, dans les traitements de faible densité et à double haie d'*A. auriculiformis*, les indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* sont les plus faibles et leurs transmittances du rayonnement incident sont les plus élevées. Dans les autres traitements, les canopées d'*A. auriculiformis* sont plus fermées et l'ombrage des arbres sur les cocotiers PB-121 est un handicap pour ceux-ci. Les indices foliaires des canopées d'*A. auriculiformis* sont élevés et les transmittances du rayonnement incident sont plus faibles. La plus grande partie du rayonnement incident est interceptée par la strate arborée. Les cocotiers PB-121 des traitements de faible densité et à double haie d'*A. auriculiformis* ont des indices foliaires et des efficacités d'interception du rayonnement incident plus importants.

Dans le traitement à double haie d'*A. auriculiformis*, la matière organique des pieds d'*A. auriculiformis* et l'azote de l'air fixé par ceux-ci sont mis à la disposition des cocotiers PB-121, et la compétition pour la lumière entre les plantes associées est minimisée. Face à la pauvreté des sables quaternaires du littoral et au faible revenu des paysans planteurs de cocotier, ce système d'association qui permet de suppléer l'apport d'engrais chimiques azotés souvent trop chers pour les paysans et d'améliorer la fertilité des sols est à préconiser. Il est en outre indispensable de procéder au recépage des arbres lorsque les canopées d'*A. auriculiformis* se referment au-dessus des cocotiers PB-121.

Pour optimiser le rendement du système, il est indispensable d'améliorer les connaissances de base sur l'interaction entre cocotiers PB-121 et *A. auriculiformis* afin de tenir compte des exigences énergétiques de chaque composante de l'association.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anonyme, 1981. Analyse de prélèvements pédologiques et végétaux. International Institute of Tropical Agriculture, Manuel n°1, Ibadan, Nigeria, 66 p.

Anonyme, 2006. Site d'Information sur les Ecosystèmes Forestiers. <http://www.sief.ifn.fr/partenaires.htm>



- Baldy C., 1985. Contribution à l'étude des applications de la bioclimatologie végétale à l'agrométéorologie des zones arides et semi-arides en climat méditerranéen et tropical. Thèse de doctorat Es-Sciences, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Marseille, France, 213p.
- Caldwell R.M., 1987. Plant architecture and resource competition. *Ecological studies* 61 : 164-179.
- Chartier M., Bonchretien P., Allirand J.M., Gosse G., 1989. Utilisation des cellules au silicium amorphe pour la mesure du rayonnement photosynthétiquement actif (400-700 nm). *Agronomie* 9 : 281-284.
- Dommergues Y., Duhoux E., Diem H.G., 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. *Impressions DUMAS*, Saint-Etienne, 475 p.
- Gardner T. R. et Craker L.E., 1981. Bean growth and light interception in a bean maize intercrop. *Fields Crops Res.* 4: 313-320.
- Girard M.L., 1992. Climat radiatif sous cocoteraie et architecture des arbres. Diplôme d'études approfondies, Institut National Agronomique Paris XI, France, 39 p.
- Kang B. T., Reynolds L., Atta-Krah A. N., 1990. Alley farming. *Advances in Agronomy*, 43 : 315-359.
- Lamade E., 1997. Méthode rapide de mesure de l'indice foliaire du palmier à huile. *Plantations, recherche et développement*, vol. 4, n°6, pp. 385-389.
- Mialet-Serra I., Dauzat J., Auclair D., 2001. Using plant architectural models for estimation of radiation transfer in a coconut-based agroforestry system. *Agroforestry Systems* 53 : 141-149.
- Monteny B.A. et Lhomme J.P., 1980. Eléments de bioclimatologie. *Rap. Sci Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (ORSTOM)*, 105 p.
- Monteith J.L., 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 281: pp 277-294.
- Moss J.R.J., 1987. The study of light interception through the canopy of the coconut palm (*Cocos nucifera* L.) for the development of coconut intercropping systems. MSc. Thesis, University of Reading.
- 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'goran A. et Zakra N., 2003. Amélioration du revenu des planteurs de cocotier du littoral ivoirien par l'utilisation de l'association cocotier/*Acacia*. *Projet de Recherche*, CNRA Marc Delorme/Banque Africaine de Développement, 10 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.
- Olsen S. R., Cole C. V., Watanabe F. S., Dean L. A., 1954. Estimation of available P in soils by extraction with NaHCO<sub>3</sub>, USDA Cir. 939.
- Osseni B. et Marchal J., 1986. Influence des cultures associées sur la nutrition minérale de l'ananas Cayenne lisse. *Fruits* 41 (7-8) : 437-447.
- Osseni B. et N'guessan A., 1987. Premières approches de l'étude d'association culturale Ananas-piment : aspects agronomiques et bioclimatologiques. *Fruits* 42 (7-8): 423-434.
- Ross J.K., 1981. The radiation regime and the architecture of plants stands. *Junk W. Pubs*, The Hague.
- Sinoquet H. et Andrieux B., 1993. The geometrical structure of plant canopies: characterization and direct measurement methods. *Crop structure and light microclimate*, 131-158.
- Tié Bi Y., 1984. Contribution à l'étude des sols sableux de la basse Côte-d'Ivoire, cultivés en cocotiers et définition des seuils d'utilisation de la fumure phosphatée. Thèse de doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Faculté des Sciences, Université d'Abidjan Cocody, Côte-d'Ivoire, 152 p.
- Varlet-Grancher C. et Bonhomme R., 1979. Application aux couverts végétaux des lois de rayonnements en milieu diffusant. Interception de l'énergie solaire par une culture. *Ann. Agron.* 30 : 1-26.
- Varlet-Grancher C., Gosse G., Chartier M., Sinoquet H., Bonhomme R., Allirand J.M., 1989. Mise au point : rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. *Agronomie* 9 : 419-439.
- 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 doctorat ingénieur, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abidjan Cocody, 152 p.
- Zakra N., Domenach A.M., Sangaré A., 1996. Bilan positif de l'association cocotier/*Acacia* pour la restitution de l'azote, de la potasse et du magnésium. *Plantations, recherche, développement* 3 (1): 39-45.