

Original article

Agronomy

L'association sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) et arachide (*Arachis hypogaea* L.) dans l'amélioration du rendement dans la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun

Aboubakar HAMASSELBÉ^{1*}, Jacques BÉYO¹, Mama NTOUPKA¹, Charles NJOMAHA¹, Roger DARMAN DJOULDE², Tite Koumbai NOUDJI BÉBOM³

¹Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) BP 33 Maroua, Cameroun.

²Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) BP 2123 Yaoundé, Cameroun

³Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) BP 415 Garoua, Cameroun

*Auteur correspondant: Tel + 237 7738 99 90 Fax + 237 229 24 15. E-mail: ahamasselbe@yahoo.com

RÉSUMÉ

Au Nord Cameroun, l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) est une culture pluviale qui couvre une superficie de 140.000 ha dont cinquante pour cent en association avec le sorgho. En système de culture traditionnel, la disposition spatiale du sorgho et de l'arachide est à prédominance aléatoire. Cette disposition spatiale réduit significativement le rendement de l'arachide qui est une plante héliophile du fait de sa sensibilité à l'effet de l'ombrage des plantes du sorgho. Un essai association sorgho et arachide a été réalisé pendant deux années (1994 et 1995) à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) de Maroua (Situé au Nord Cameroun) afin d'estimer en terme de rendements et densités la productivité du sorgho et de l'arachide. Les coefficients de rendement équivalent (CRE) et de densité équivalente (CDE) ont été calculés et les résultats obtenus montrent que les CRE et CDE totaux de l'alternance d'une ligne de sorgho avec deux lignes d'arachide sont respectivement de 1,25 et 1,15, indiquant qu'il faudrait 25% de surface en plus en monoculture pour obtenir les mêmes rendements qu'en association et un avantage en densités de culture de 15% par rapport à la culture pure.

Mots clés : Système de culture, rendement, densité, arrangement spatial, productivité

ABSTRACT

In North Cameroon, groundnut (*Arachis hypogaea* L.) is a rainfed crop which is grown on about 140,000 ha of land. Of the total area planted to groundnut, fifty percent is intercropping sorghum and groundnut. In the traditional cropping system, the spatial arrangement of sorghum and groundnut is mainly random. Such spatial arrangement significantly reduces groundnut yield through over shading by sorghum plants. An intercropping trial of sorghum and groundnut was conducted over two years (1994 and 1995) at the Institute of Agricultural Research for Development (IARD) of Maroua (locate in North Cameroon) with the view to assess in term of yield and plant population the productivity of sorghum and groundnut. Land equivalent ratio (LER) and density equivalent ratio (DER) were computed and the results obtained showed that the total LER and DER of one row of sorghum to two rows of groundnut arrangement were 1.25 and 1.15, respectively, indicating that sole cropping would require 25% more land to produce the same yield as under intercrop combination and an advantage of 15% in plant population compared to sole crops.

Key words: Cropping system, yield, density, spatial arrangement, productivity

INTRODUCTION

Au Nord Cameroun, l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) est une culture à vocation mixte vivrière et commerciale qui occupe une place importante dans les rotations et associations de cultures à dominante céréalière [1, 2]. La culture de l'arachide couvre une superficie de 140.000 ha environ essentiellement concentrée dans les départements de Mayo-Tsanaga et Mayo-Louti

[3]. Soixante pour cent des superficies cultivées en arachide sont consacrées à des cultures associées dont cinquante pour cent sont du type sorgho et arachide [1, 4].

En système de culture traditionnel, la disposition spatiale du sorgho et de l'arachide est généralement aléatoire [4, 5]. Cette configuration spatiale limite la mécanisation des opérations agricoles et l'utilisation des intrants chimiques

spécifiques dans les cultures associées et réduit significativement le rendement de l'arachide qui est une plante héliophile [6-8]. Sur l'arachide, la réduction de l'ensoleillement ou l'effet de l'ombrage se traduit par une production surabondante des fanes et une réduction de la production des gousses [9, 10].

Au Sénégal, l'alternance des lignes de céréales et celles de légumineuses en cultures associées a permis d'augmenter les rendements de céréales sans réduire ceux des légumineuses [11].

Cette disposition spatiale a été testée sur l'association sorgho et arachide en vue d'estimer en terme de rendements et de densités la productivité des deux cultures et d'identifier le type d'arrangement spatial adapté aux conditions agro-écologiques du Nord Cameroun.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Un essai association sorgho et arachide a été réalisé en 1994 et 1995 à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) à Maroua (10°35'N, 14°18'E) à 421 m d'altitude.

Les variétés du sorgho et de l'arachide testées en association étaient respectivement le Damougari, une variété locale à cycle de 70 jours et la CGS 269, une variété d'arachide améliorée à cycle de 100 jours, bien adaptées aux conditions agro-écologiques du Nord Cameroun. La description brève de ces deux variétés figure dans le tableau 1.

Les traitements étaient les suivants:

T₁ : Sorgho (S) en culture pure;

T₂ : Arachide (A) en culture pure;

T₃ : Association d'une ligne de sorgho alternée avec deux lignes d'arachide (1S/2A);

T₄ : Association d'une ligne de sorgho alternée avec quatre lignes d'arachide (1S/4A).

Le dispositif expérimental utilisé au cours des deux années était un bloc de Fisher à quatre répétitions (Figure 1). Les parcelles élémentaires étaient les suivantes:

- Sorgho en culture pure (T₁): 7,8 m x 15 m = 117 m² constituée de 13 lignes de 30 plantes à la densité de 33333 plantes/ha (60 cm d'interligne et 50 cm entre les plantes d'une ligne). La parcelle utile était de 9 lignes centrales diminuées de 3 plantes à chaque bout de la ligne pour réduire l'effet de bordure. La surface de la parcelle utile (SPU) était de 5,4 m x 12 m = 64,8 m².

- Arachide en culture pure (T₂): 7,8 m x 15 m = 117m² comprenant 13 lignes de 100 plantes à la densité de 111111 plantes/ha (60 cm d'interligne et 15 cm entre les plantes d'une ligne). La parcelle utile était de 9 lignes centrales réduites de 10 plantes réparties au bout de la ligne. La SPU était de 5,4 m x 12 m = 64,8 m².

- Association 1S/2A (T₃): 7,8 m x 15 m = 117 m² constituée de 5 lignes de sorgho de 60 cm x 50 cm (11111 plantes/ha) et 8 lignes d'arachide de 60 cm x 15 cm (74066 plantes/ha). La parcelle utile était de 9 lignes centrales, soit 3 lignes de sorgho et 6 lignes d'arachide diminuées respectivement de 6 pieds de sorgho et 20 plantes d'arachide répartis à chaque extrémité de la ligne. La SPU était de 5,4 m x 12 m = 64,8 m².

Tableau 1. Description des variétés du sorgho et de l'arachide utilisées dans l'essai

Plante	Variété	Pays d'origine	Type botanique	Généalogie	Caractéristiques
Sorgho	Damougari	Cameroun	"Caffra"	Sélection d'écotypes locaux	- Cycle: 70 jours - Rendement en grains: 2500-3000 kg/ha - Photo insensible - Port dressé (180 cm) - Grains de couleur rouge à rose orangé - Texture farineuse - Aristation absente - Sensible à la sécheresse aux maladies foliaires et au striga
Arachide	CGS* 269	Cameroun	Intermédiaire (Virginia x Spanish)	Croisement de la 28-206 avec la 55-437	- Cycle : 100 jours - Rendement en gousses: 2500 kg/ha - Port érigé (40 cm) - Couleur de la pellicule de la graine: rose - Sensible à la sécheresse et aux maladies foliaires.

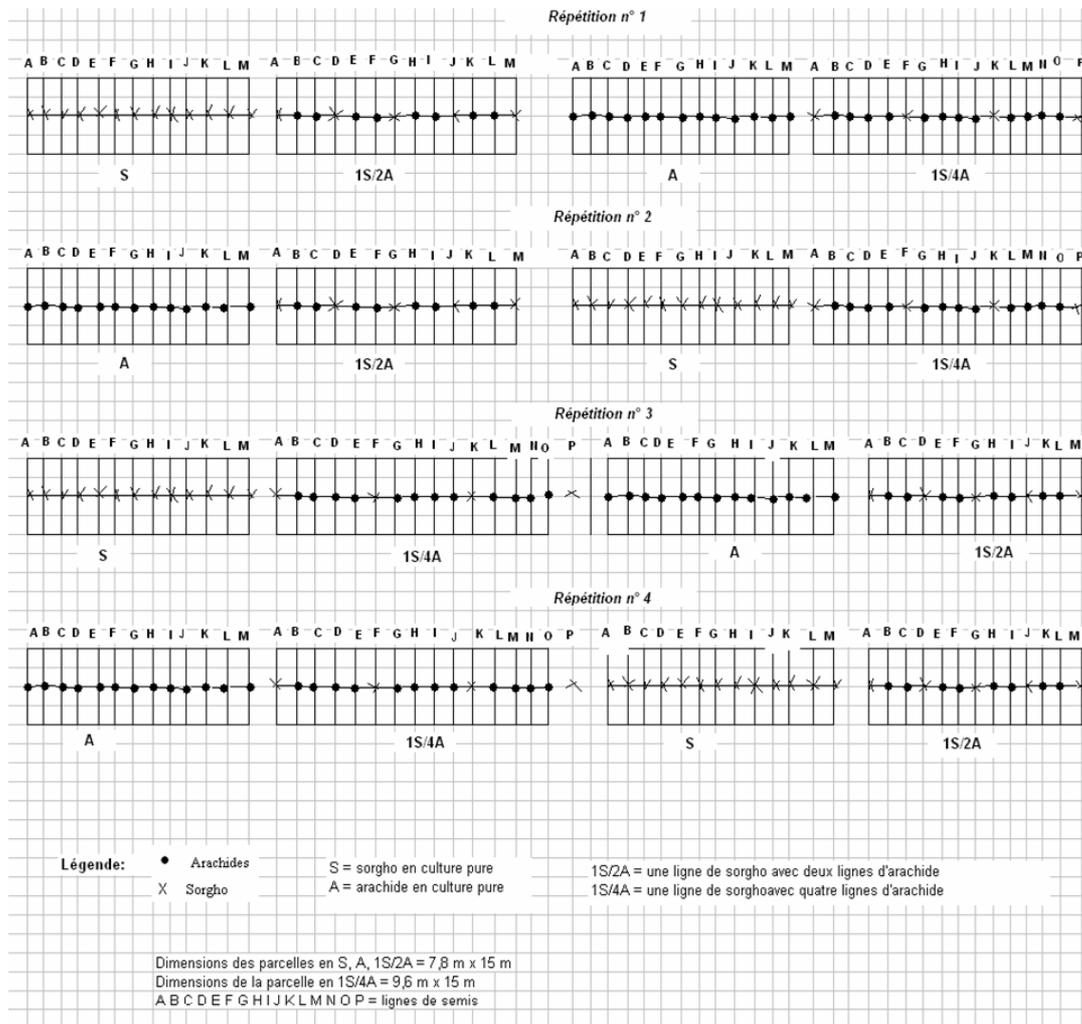


Figure 1 : Plan de l'essai Association sorgho et arachide

- Association 1S/4A (T₄): 9,6 m x 15 m = 144 m² composée de 4 lignes de sorgho de 60 cm x 50 cm (6666 plantes/ha) et 12 lignes d'arachide de 60 cm x 15 cm (88888 plantes/ha). La parcelle utile était de 10 lignes centrales, soit 2 lignes de sorgho et 8 lignes d'arachide réduites de la même façon qu'à la précédente. La SPU était de 6 m x 12 m = 72 m².

Un coefficient égal à 0,9 a été appliqué sur les résultats de l'association 1S/4A (rapport des surfaces utiles, soit 64,8 m²/72,0 m²) pour ramener la parcelle utile à la même surface que les autres.

Le sorgho était semé à trois semaines avant l'arachide. Les dates de semis du sorgho et de l'arachide étaient respectivement les 5 et 26 Juin en 1994 et les 8 et 29 Juin en 1995. Le sorgho était semé en poquet de 5 grains soit 10 kg/ha et l'arachide à 1 graine par poquet soit 60kg/ha de graines de semence. Les semences étaient traitées au Marshall (Carbosulfan FMC 10%) à la dose de 40g pour 5 kg de semences pour les protéger contre les attaques des insectes et des champignons telluriques et les dégâts des mille-pattes à la levée. Le sorgho a été demarié à une plante par poquet à un mois après le semis. Les

lignes de semis étaient orientées dans la direction Est-Ouest pour réduire l'effet de l'ombrage du sorgho sur l'arachide. Les parcelles étaient fertilisées avec l'engrais complet coton 15-20-15 à la dose de 150 kg/ha au semis. Les observations étaient faites sur les paramètres suivants:

- Densité à la récolte : Nombre de plantes récoltées par parcelle utile, rapporté à l'hectare.
- Poids sec des grains du sorgho (g): Poids de grains par parcelle utile après deux semaines de séchage en plein air suivi du battage, vannage et triage manuel.
- Poids sec des graines d'arachide (g): Poids des graines par parcelle utile obtenues par décorticage manuel des gousses séchées pendant deux semaines en andain en plein air.

Les calculs des coefficients de rendement équivalent (CRE) et de densité équivalente (CDE) de l'association sorgho (S) et arachide (A) ont été faits suivant les formules (1) et (2) suggérées respectivement par l'Institut International de Recherches Rizicoles (IRRI) [12] et Fornage *et al.* [13].

Les coefficients de rendement équivalent partiel (CREP) et de densité équivalente partielle (CDEP) du sorgho (S) et de l'arachide (A) pour chaque type d'association ont été déduits de la manière suivante à partir des formules (3), (4), (5) et (6). Le CRE est la somme des CREP du sorgho et de l'arachide pour une association donnée. De même, le CDE est la somme des CDEP des deux cultures pour chaque association.

$$\text{CRE} = \frac{\text{Rendement de S en Association}}{\text{Rendement de S en pure}} + \frac{\text{Rendement de A en Association}}{\text{Rendement de A en pure}} \quad (1)$$

$$\text{CRE} = \frac{\text{Densité de S en Association}}{\text{Densité de S en pure}} + \frac{\text{Densité de A en Association}}{\text{Densité de A en pure}} \quad (2)$$

$$\text{CREP (S)} = \frac{\text{Rendement de S en Association}}{\text{Rendement de S en pure}} \quad (3); \text{CREP (A)} = \frac{\text{Rendement de A en Association}}{\text{Rendement de A en pure}} \quad (4)$$

$$\text{CDEP (S)} = \frac{\text{Densité de S en Association}}{\text{Densité de S en pure}} \quad (5); \text{CDEP (A)} = \frac{\text{Densité de A en Association}}{\text{Densité de A en pure}} \quad (6)$$

RÉSULTATS

Les rendements moyens (kg/ha) en grains du sorgho et graines d'arachide sont présentés dans le tableau 2. En cultures pures, les rendements du sorgho varient de 1254,7 kg/ha en 1994 à 1075,8 kg/ha en 1995. Ceux de l'arachide sont respectivement de 1216,4 kg/ha et 1423,6 kg/ha. En cultures associées, les rendements du sorgho en 1S/2A sont de 797 kg/ha en 1994 et 650 kg/ha en 1995. Ceux de l'arachide varient respectivement de 896,5 kg/ha à 807,9 kg/ha. Les rendements du sorgho en 1S/4A correspondent à 474 kg/ha en 1994 et 367,3 kg/ha en 1995. Ceux de l'arachide sont de 941,8 kg/ha et 821,9 kg/ha. Dans l'ensemble, ces résultats indiquent une chute de rendement des deux cultures de 1994 à 1995, exception faite pour l'arachide en culture pure. Pour le sorgho, cette baisse de rendement varie de 14% en culture pure à 29% en 1S/4A. Cette réduction de rendements est de 14,7% en 1S/4A et 17,9% en 1S/2A pour l'arachide.

Les densités moyennes (plantes/ha) du sorgho et de l'arachide à la récolte sont présentées dans le tableau 3. En cultures pures, les densités du sorgho varient de 32421 plantes/ha en 1994 à 30000 plantes/ha en 1995. Celles de l'arachide sont respectivement de 53549 plantes/ha et 56513 plantes/ha. En cultures associées, les densités du sorgho sont faibles. Elles vont de 10700 plantes/ha en 1994 à 10686 plantes/ha en 1995 en 1S/2A. Celles de l'arachide sont respectivement de 41769 plantes/ha et 45437 plantes/ha. Les densités du sorgho en 1S/4A varient de 6212 plantes/ha en 1994 à 5256 plantes/ha en 1995. Celles de l'arachide sont respectivement de 42840 plantes/ha et 45346 plantes/ha. Ces résultats indiquent une baisse de densités du sorgho et une augmentation de celles de l'arachide de 1994 à 1995. La baisse de densités du sorgho est plus faible en 1S/2A (0,1%) et plus forte en 1S/4A (19%). L'augmentation de densités de l'arachide varie de 5% en culture pure à 9% en 1S/2A.

Tableau 2. Rendements moyens (kg/ha) en grains du sorgho et de l'arachide dans les différents types d'arrangement spatial du sorgho et de l'arachide testés à Maroua au Nord Cameroun

Type d'arrangement spatial	1994	1995	Moyenne	Taux de variation inter annuelle (%)	Ecart type (ET ±)	Coefficient de variation (CV %)
Sorgho en pure	1254,7 ± 73,5	1075,8 ± 70,3	1165,3	- 14,2	63,2	5,42
Arachide en pure	1216,4 ± 63,7	1423,6 ± 59,7	1320,0	+ 17,0	73,3	5,55
Sorgho 1S/2A	797,0 ± 45,6	650,0 ± 47,8	725,5	- 17,9	50,6	6,97
Arachide 1S/2A	896,5 ± 32,7	807,9 ± 37,9	852,2	- 9,9	31,3	3,67
Sorgho 1S/4A	474,0 ± 29,9	367,3 ± 31,3	420,7	-29,0	37,7	8,96
Arachide 1S/4A	941,3 ± 31,1	821,9 ± 27,2	881,8	- 14,7	26,7	25,71

Tableau 3. Densités moyennes (plantes/ha) du sorgho et de l'arachide obtenus dans les différents types d'arrangement spatial du sorgho et de l'arachide testés à Maroua au Nord Cameroun

Type d'arrangement spatial	1994	1995	Moyenne	Taux de variation inter annuelle (%)	Ecart type (ET ±)	Coefficient de variation (CV %)
Sorgho en pure	32421 ± 102,3	30000 ± 305,4	31210	- 7,5	201	0,64
Arachide en pure	53549 ± 898,9	56513 ± 795,9	55031	+ 5,5	1048	1,90
Sorgho en 1S/2A	10700 ± 54,3	10686 ± 38,9	10693	- 0,1	60	0,56
Arachide en 1S/2A	41769 ± 1439,7	45437 ± 967,4	43603	+ 8,8	1297	2,97
Sorgho en 1S/4A	6212 ± 323,6	5256 ± 105,7	5884	- 19,3	444	7,54
Arachide en 1S/4A	42840 ± 547,8	45346 ± 601,8	44093	+ 5,8	886	2,01

Tableau 4. Coefficients de rendement équivalent (CRE) et de densité équivalente (CDE) des types d'arrangement spatial du sorgho et de l'arachide testés à Maroua, Nord Cameroun (Rdt, Rendement ; Dté, densité ; CRE, Coefficient de rendement équivalent ; CDE, Coefficient de densité équivalente).

Rdt en pure	Rdt en association		CRE partiel		Dté en pure		Dté en association		CDE Partielle	
	1S/2S	1S/4A	1S/2AA	1S/4A	1S/2A	1S/4A	1S/2A	1S/4A		
Sorgho	1165,3	725,5	420,7	0,62	0,36	31210	10693	5884	0,34	0,19
Arachide	1320,0	852,2	881,8	0,65	0,67	55031	43603	44093	0,79	0,80
CRE total	-	-	-	1,27	1,03	-	-	-	-	-
CDE total	-	-	-	-	-	-	-	1,13	0,99	-

Les coefficients de rendement équivalent (CRE) et de densité équivalente (CDE) de l'association sorgho et arachide sont présentés dans le tableau 4. Les coefficients de rendement équivalent partiel (CREP) du sorgho sont de 0,62 en 1S/2A et 0,36 en 1S/4A. Ceux de l'arachide correspondent respectivement à 0,65 et 0,67. Les coefficients de rendement équivalent total (CRET) sont de 1,27 en 1S/2A et 1,03 en 1S/4A.

Les coefficients de densité équivalente partielle (CDEP) du sorgho sont faibles, 0,34 en 1S/2A et 0,19 en 1S/4A. Ceux de l'arachide correspondent respectivement à 0,79 et 0,80. Les valeurs des coefficients de densité équivalente totale (CDET) sont de 1,13 en 1S/2A et 0,99 en 1S/4A, indiquant que l'association d'une ligne de sorgho avec deux lignes d'arachide (1S/2A) est plus avantageuse en

terme de densité que l'alternance d'une ligne de sorgho avec quatre lignes d'arachide (1S/4A).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que les CREP et les CDEP du sorgho varient du simple en 1S/4A au double en 1S/4A, indiquant l'effet positif des densités de semis élevées du sorgho en association avec l'arachide en terme de rendement et densité [14]. Ces coefficients sont presque stables pour l'arachide. Cette situation est due probablement à une meilleure protection phytosanitaire des plantes d'arachide contre le stress biotique (maladies fongiques et virales, insectes et ravageurs) en 1S/2A qu'en 1S/4A [15]. Etant donné que le CRE compare les rendements de deux ou plusieurs cultures en association à leurs rendements en culture pure [16, 17], ces résultats indiquent que les rendements du sorgho en association ne représentent que 62% en 1S/2A et 36% en 1S/4A de ses rendements en culture pure. Ces proportions de rendements sont respectivement de 65% et 67% pour l'arachide. L'inefficacité de l'association sorgho et arachide peut être expliquée par la compétition de ces deux cultures pour les ressources naturelles en particulier l'eau qui est le principal facteur limitant des productions agricoles en zone tropicale sèche [6, 15, 7]. Le CRET en 1S/2A est supérieur à celui de 1S/4A, indiquant un surplus de rendement de 27% en 1S/2A et 3% en 1S/4A. Cet avantage de rendements en association 1S/2A serait imputable à une meilleure utilisation des ressources naturelles telles que l'eau et la lumière en 1S/2A [18]. Ces résultats sont contraire à ceux obtenus par l'Institut de Recherches sur les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.) [19] sur l'association sorgho et arachide au Sénégal. Par contre, l'Institut International pour l'Agriculture Tropicale (IITA) [20] a obtenu au Nigeria une meilleure productivité dans l'association maïs et arachide avec arachide en double ligne.

Les CDEP du sorgho et de l'arachide sont inférieurs à l'unité, indiquant que l'association est désavantageuse en terme de densités de culture par rapport à la culture pure. Le CDE étant une caractéristique de l'intensité de l'association [12, 21], ces résultats indiquent que les densités du sorgho ne représentent que 34% en 1S/2A et 19% en 1S/4A des densités en culture pure. Ces proportions de densités sont respectivement à 79% et 80% pour l'arachide. Le CDET de

l'alternance d'une ligne de sorgho avec deux lignes d'arachide est supérieur à l'unité, indiquant un avantage de densités de 13% par rapport à la culture pure. Cet avantage de densités serait imputable à une meilleure interaction entre le sorgho et l'arachide en 1S/2A qu'en 1S/4A [22]. Schilling [11] a remarqué au Sénégal que les densités élevées de l'arachide ne sont pas bénéfiques au sorgho. Ces résultats confirment ceux que Fornage *et al.* [13] ont obtenus au Mexique sur l'association maïs et courge.

Le bilan de cette étude montre que l'association n'est pas avantageuse pour le sorgho et l'arachide en terme de rendements en grains et de densités de culture par rapport à la culture pure. L'alternance d'une ligne de sorgho avec deux lignes d'arachide qui permet d'obtenir une augmentation des rendements de 27% et de réaliser un avantage en densités de 13% par rapport à la culture pure, serait le type d'arrangement spatial du sorgho et de l'arachide adapté aux conditions agro-climatiques du Nord Cameroun. Ces résultats devront être confirmés en milieu paysan et complétés par des études socio-économiques pour évaluer la rentabilité de l'association sorgho et arachide par rapport à la culture pure.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre gratitude aux Responsables du Projet Garoua II et plus particulièrement à MM Poulain J. P. et Sény B. L., respectivement Coordinateur Scientifique et Chef du Projet, qui nous ont fourni les moyens nécessaires à la réalisation de cette étude. Notre reconnaissance à Mr Schilling R. Chercheur retraité du CIRAD pour sa contribution technique et MM Pobou F. et Dakwalambé D. pour leur assistance à la collecte des données en station de recherche.

BIBLIOGRAPHIE

1. Fusillier J.L. et Dimanche Ph. 1995. Rapport de mission d'appui au programme cultures vivrières paysannes du Projet Garoua (Cameroun). « la filière arachide et les perspectives en matière de sésame ». IRA-RZV-CIRAD. 145 p.
2. Magrin G. 2003. Un vivrier marchand sous-régional: l'arachide. In: Jasmin JY, Gounel C et Bois C. (éds). *Atlas Agriculture et développement rural des savanes d'Afrique centrale*. ISBN with CIRAD, PRASAC, 63-64.
3. Schilling R. 1993. Rapport de mission d'appui au programme agriculture vivrière paysanne

- (Section arachide) du Projet Garoua (Cameroun). IRA-RZV-CIRAD. 109 p.
4. Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) 2002. Rapport de synthèse du
 5. Diagnostic Discontinu de base de la Province de l'Extrême Nord Cameroun. IRAD (éd.) 34 p.
 6. Mutsaers H.J.W., Mbouemboue P. and Mouzong B. 1981. Traditional food growing in the Yaounde area (Cameroon). Part II. Crop associations, yield and fertility aspects. *Agro-Eco-Systems* **6** : 289-303.
 7. Nolte C., Tiki-Manga T., Badjel Badjel S., Gockowski J. and Hauser S. 2005. Groundnut, maize and cassava yield in mixed food cropfields after Calliandra tree fallow in southern Cameroon. *Experimental Agriculture* **41** (1): 21-37.
 8. Steiner K. G. 1985. Cultures associées dans les petites exploitations agricoles tropicales en particulier en Afrique de l'Ouest. GTZ. 342 p.
 9. Schilling R., Dimanche Ph., Crambade P. et Gautreau J. 1996. L'arachide en Afrique tropicale. Editions Maisonneuve et Larose 15, Rue Victor Coussin F 7005 Paris, France. 171p.
 10. Singh P.K. and Jadhar A. S. 2003. Intercropping of sorghum with pigeon pea, groundnut and soybean under varying planting geometry. *Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development* **18** (2): 126-129.
 11. Amedie B., Hiremath S.M., Chittapur B. M., Halikatti S. I. And Chimmad V.P. 2004. Intercropping of grain legumes in sorghum. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* **17** (1): 22-27.
 12. Schilling R. 1965. L'arachide en cultures associées avec les céréales. *Oléagineux* **11** : 673-676.
 13. Institut International de Recherches Rizicoles (IRRI) 1974. Annual report for 1973. Los Banos Philippine. 115 p.
 14. Fornage N., Lemus S., Comesa A. et Boucher A. 1986. Etudes des systèmes de cultures associées dans la région de Colima (Mexique) dans leurs relations avec la société rurale. *Les Cahiers de la Recherche-Développement* **11** : 7-16.
 15. Sarkar R.K. and Pal P.K. 2004. Effect of intercropping rice (*Oryza sativa*) with groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan*) under different row orientations on rainfed uplands. *Indian Journal of Agronomy* **49** (3): 147-150.
 16. Ghosh P. K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crop Research* **88** (2/3): 227-237.
 17. Terreau J. I. and Chavet M. 2004. An intertemporal approach of Land Equivalent Ratio for agroforestry plots. *Lameta working paper* **15**: 1-3.
 18. Kantor S. 1999. Comparing yields with land equivalent ratio (LER). *Agriculture and Natural Resources Fact Sheet* **532**: 1-2.
 19. Liphadzi M. S., Thomas R. M. and Hammes P.S. 1997. Competition between intercropped maize (*Zea mays* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Applied Plant Science* **11**: 31-38.
 20. Institut de Recherches sur les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.) 1964. Rapport annuel de la campagne 1963.
 21. Institut International pour l'Agriculture Tropicale (IITA) 1982. Annual report. Edited by the International Institute for Tropical Agriculture, Oyo Road, PMB 5320, Ibadan, Nigeria.
 22. Ghosh P. K., Manna C.M., Bandyopadhyay K.K., Ajay, Tripathi K.A., Wanjari H.R., Hasi M.K., Misra K.A., Acharya L.C. and Subba Rao A. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping systems. *Field Crop Research* **104** (1/5): 159-177.
 23. Fujita K. Ofusu G.K. and Ogala S. 2004. Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping. *Journal of Plant and soil* **141** (1-2): 155-175