

INFLUENCE DE MATERIAUX TERMITIQUES SUR QUELQUES PARAMETRES AGRONOMIQUES DE DEUX CULTURES VIVRIERES EN MILIEU DE SAVANE DE COTE D'IVOIRE

J.P. BOGA, PH. KOUASSI, A. YAPI, A. TAHIRI ET Y. TANO

UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22 (Côte d'Ivoire).

RESUME

Les sols de savane sont souvent caractérisés par un faible niveau de fertilité. L'utilisation de matériaux termitiques pourrait constituer l'une des solutions à l'amélioration de cette fertilité. L'effet du sol de trois types de termitières de *Cubitermes spp*, *Trinervitermes spp* et de *Macrotermes bellicosus* a été testé sur les paramètres agronomiques (croissance, floraison et épiaison) de cultures vivrières : le riz (*Oryza sativa*, L. Poaceae) et le maïs (*Zea mays*, L. Poaceae) sur deux sites (Lamto, en savane préforestière guinéenne et Booro-Borotou, en savane préforestière soudanienne). Le dispositif expérimental se compose d'une parcelle (140 m x 70 m) subdivisée en deux blocs semés respectivement en riz et en maïs et comportant une série de parcelles élémentaires de 50 m² (10 m x 5 m). Les sols de termitières concassés ont été épandus sur les parcelles à raison de 20 kg/m², avec trois répétitions pour chaque traitement. Les paramètres mesurés des plants mis en cultures ont été améliorés dans les parcelles traitées avec les matériaux de termitières. Les meilleures performances ont été acquises avec les termitières de *Trinervitermes spp.* à Lamto et de *Cubitermes spp.* à Booro-Borotou. Ces termitières sont plus riches en matière organique, azote, phosphore et potassium et leur effet fertilisant persiste dans le sol traité après un cycle cultural. Le sol de termitière de *Macrotermes sp.*, avec des teneurs plus faibles en ces éléments chimiques, accélère faiblement la croissance des plants à Lamto. Ces résultats montrent qu'il est possible d'accroître le potentiel de fertilité d'un sol par un apport de matériau de termitières selon leur degré de fertilité.

Mots clés : Termitières, paramètres phénologiques, savane, cultures vivrières, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

EFFECT OF TERMITE MOUND MATERIALS ON THE GROWTH OF FOOD CROP IN THE SAVANA AREAS OF CÔTE D'IVOIRE

Savanna areas are often characterized by a low levels in soil fertility. The utilisation of termitaria materials could constitute a solution to the improvement of this fertility. The effect on soil fertility of three types of termite (*Cubitermes spp.*, *Trinervitermes spp.* and *Macrotermes bellicosus*) materials was evaluated with respect to some agronomic parameters (growth, flowering and ear carrying) of food crops (rice and maize) at two sites (Lamto and Booro-Borotou) in guinean and soudanean savannas, respectively. The experimental layout consisted of a (140 m x 70 m) plot subdivided into two blocks containing a set of elementary plots of 50 m² (10 m x 5 m) size. Termite mound materials were spread on plots at a rate of 20 kg/m², with three repetitions per treatment. Rice and maize were sown. Results showed that growth, flowering and ear carrying of plants were improved in the plots treated with termite materials. The best performances were obtained with *Trinervitermes termitaria* at Lamto and *Cubitermes termitaria* at Booro-Borotou. These termite mounds nutrients were found to be richer in organic matter, nitrogen, phosphorus, and potassium and their fertilizing, effects persisted in the treated soil after a crop cycle. The termite mounds of *Macrotermes sp.*, with lower nutrient contents improved only slightly plant growth at Lamto. These results show ed that it is possible to increase the soil fertility potential by the addition of termite materials based on to their nutrient contents.

Keywords : Termitaria, phenological parameters, savanna, food crop, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Les sols des pays tropicaux, en milieu de savane, sont pour la plupart, caractérisés par un faible niveau de fertilité. Dans le souci de surmonter cette contrainte, les paysans et les agriculteurs modernes ont eu recours aux fertilisants chimiques souvent trop coûteux, et dont l'utilisation massive pose d'énormes problèmes, non seulement d'ordre économique, mais aussi d'ordre écologique.

L'une des solutions à l'amélioration de la fertilité des sols pourrait résider dans l'emploi de fertilisants locaux dont les sols de termitières (Kombélé et Boloy, 1995). Selon certains auteurs (Hesse, 1955; Boyer, 1956, 1971, 1975 a ; Wood *et al.*, 1983 ; Grassé, 1986 ; Tano, 1993 ; Kombélé et Boloy, 1995), les termites qui sont des insectes sociaux, concentrent dans leurs nids certains éléments chimiques tels que l'azote, le phosphore, le potassium, etc. Mais, nous disposons actuellement de très peu d'informations concernant leurs effets sur le rendement des cultures.

La présente étude se propose de mettre en évidence l'effet de matériaux de trois types de termitières épigées (*Trinervitermes spp.*, *Cubitermes spp.* et *Macrotermes bellicosus*) sur certains paramètres phénologiques, notamment sur la croissance, l'épiaison et la floraison des plants de maïs et de riz.

MATERIEL ET METHODES

Les essais culturaux ont été menés sur deux stations en Côte d'Ivoire : la station de Lamto en savane préforestière (5 °02 W, 6 °13 N) et celle de Booro-Borotou en savane préforestière subsoudanienne (7 °34 LW, 8 °28 IN). A Lamto, la parcelle expérimentale est située sur un sol ferrugineux et sablonneux de pente. La parcelle de Booro-Borotou se caractérise

par des sols ferralitiques de plateaux et de flanc de cuirasse (Planchon et Fritsch, 1987).

MATERIEL

Les matériaux termitiques utilisés proviennent de trois types de termitières épigées (*Trinervitermes spp.*, *Cubitermes spp.*, *Macrotermes bellicosus*) récoltées dans un rayon d'environ 300 m autour des parcelles expérimentales de chaque site.

Deux cultures ont été mises en essai : le riz (*Oryza sativa* L., Poaceae) et le maïs (*Zea mays* L., Poaceae). Les variétés utilisées sont des variétés semi-précoces ou tardives dont les cycles varient entre 90 et 120 j et cultivées fréquemment par les populations locales. A Lamto, le matériel végétal est constitué d'une variété locale de riz et d'une variété hybride de maïs. Sur le site de Booro-Borotou, les variétés de maïs Ferké II, originaire de la Côte d'Ivoire et la variété de riz IAC 170, originaire du Brésil, ont été utilisées.

METHODES

Sur chaque site, une parcelle expérimentale labourée de 9800 m² (70 m x 140 m) a été subdivisée en deux blocs de 24 parcelles élémentaires chacun et semés respectivement de riz et de maïs. Ces deux blocs sont séparés entre eux par une allée de 3 m de large. Les parcelles élémentaires distantes de 2 m entre elles sont disposées en 3 rangées de 8. Dans chaque rangée, deux parcelles sont traitées au matériau termitique et suivies régulièrement avec une parcelle témoin non traitée. Les autres parcelles ont servi à d'autres types de traitements (insecticides, paillage). Dans ce travail, seules les données issues des traitements au matériau termitique ont été prises en compte.

Les termitières répertoriées autour de la parcelle ont été déterrées (à l'aide d'une houe ou d'une pioche) puis frag-

mentées. Elles ont été abandonnées sur place durant une nuit pour permettre l'évacuation des populations de termites de leur niche. Ces termitières ont ensuite été concassées à l'aide d'un marteau pilon en fer. Le matériau obtenu a été épandu à raison de 20 kg/m², soit une tonne pour une parcelle élémentaire de 50 m². La dose utilisée a été pratiquement le double de celle de Combelé et Boloy (1995) et a tenu compte de la composition chimique du sol témoin, des matériaux termitiques utilisés et des besoins des plants de riz et de maïs en éléments organiques et minéraux.

Les traitements aux matériaux termitiques ont été appliqués avec trois répétitions sur chacun des blocs : 1) témoin sans traitement (TEM) ; 2) matériaux de termitières de *Macrotermes sp.* (MAC) sur les deux sites ; 3) de *Trinervitermes spp.* (TRI) à Lamto ; 4) de *Cubitermes spp.* (CUBI) à Booro-Borotou.

Les semis ont eu lieu en mai 1998 à Lamto et en juin 1998 à Booro-Borotou au lendemain de l'épandage des sols des termitières. Les semis de maïs ont été effectués sur 6 lignes par parcelle élémentaire, avec un espacement de 0,40 m entre les poquets et de 0,80 m d'interligne. La densité de semis a été de 3 à 4 grains par poquet (25 poquets/ligne), soit 430 à 450 grains par parcelle élémentaire. Le démariage des plants de maïs a été réalisé après la levée, laissant un plant par poquet. Le riz a été semé en rigoles continues espacées de 0,40 m, soit 12 lignes par parcelle élémentaire de 50 m². La quantité de grains semés correspond à un poids de 500 g par parcelle élémentaire, soit environ 100 kg/ha.

Les paramètres mesurés ont porté sur la croissance (hauteur des plants), la floraison (nombre de pieds en fleurs : NPF) et l'épiaison (nombre de pieds en épis : NPE) des plants de riz et de maïs en fonction du nombre de jours après semis (JAS). Les caractéristiques physico-chimiques des matériaux termitiques ont également été mesurées.

RESULTATS

CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS ET DES MATÉRIAUX TERMITIQUES

La caractérisation physico-chimique des sols témoins et des termitières utilisées a donné les résultats consignés dans les tableaux 1 et 2. L'analyse granulométrique montre que les matériaux de termitières sont plus riches en matériaux fins que les sols témoins des deux sites. A Lamto, les sols de termitières de *Macrotermes sp.* présentent une teneur en argile plus élevée que ceux des termitières de *Trinervitermes spp.* (27,9 % pour *Macrotermes sp.* et 20,4 % pour *Trinervitermes spp.*) ; mais les sols de ces deux termitières restent nettement plus riches en argile que le sol témoin.

A Booro-Borotou, les sols issus des termitières de *Macrotermes sp.* et de *Cubitermes spp.* ont des teneurs plus élevées en argile (35,7 % contre 42,9 %) que le sol témoin correspondant.

Au niveau des deux sites, les termitières de *Trinervitermes spp.* et de *Cubitermes spp.* présentent des teneurs nettement plus élevées en matière organique (M.O.), en carbone organique total (C), en azote organique total (N), en potassium (K), en phosphore (P) et en bases échangeables (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) que le sol témoin et les termitières de *Macrotermes sp.* (tableau 1).

La termitière de *Trinervitermes spp.* apporte au sol traité une capacité nutritionnelle de 11580 kg M.O./ha, 510 kg N/ha, 118,06 kg P/ha et de 4,54 kg K/ha contre 9280 kg M.O./ha, 414 kg N/ha, 138,20 kg P/ha et 1,2 kg K/ha pour la termitière de *Cubitermes spp.*. La quantité d'éléments nutritifs incorporée au sol par l'épandage de sols des termitières de *Macrotermes spp.* est nettement inférieure à celle apportée par les deux autres

termitières (tableau 2). Ces différents apports constituent une réserve nutritive en matière organique et minérale pour les plants. La capacité d'échanges cationique (C.E.C.) des

sols de termitières est légèrement supérieure à celle du sol témoin, mais très nettement supérieure aux termitières de *Trinervitermes* et de *Cubitermes spp.*

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des sols et des matériaux termitiques à Lamto et Booro-Borotou.

Physico-chemical characteristics of soils and termite materials at Lamto and Booro-Borotou.

Paramètres physico-chimiques	Teneur en éléments des matériaux termitiques selon les sites					
	Lamto			Booro-Borotou		
	TEM	TRI	MAC	TEM	CUBI	MAC
pH (H ₂ O)	6,95	7,13	6,73	6,15	6,65	6,38
Argile (%)	12,10	20,40	27,87	24,70	42,90	35,73
Limons fins (%)	6,00	7,93	6,07	5,10	13,03	7,20
Sable tot. (%)	79,50	69,63	67,87	70,00	40,93	55,97
C org. tot. (%)	17,50	37,67	07,90	26,30	29,90	13,50
N org. tot. (%)	1,26	2,55	0,59	1,85	2,07	0,93
M.O. (%)	2,77	5,79	1,27	4,11	4,64	2,11
C/N	13,90	14,77	13,39	14,22	14,44	14,55
P (mg/kg)	424,3	590,3	282,0	431,3	691,0	364,7
CEC (méq/100g)	12,93	23,47	15,20	14,40	36,13	17,60
Ca (méq/100g)	6,04	7,42	5,24	3,97	3,66	2,79
Mg (méq/100g)	2,98	6,66	2,59	1,63	1,87	1,01
K (méq/100g)	0,43	2,27	0,41	0,13	0,60	0,18
V (%)	63,89	69,48	54,44	39,89	16,98	22,05

Tableau 2 : Teneur de quelques éléments nutritifs apportés au sol à la suite de l'épandage des matériaux termitiques à Lamto et à Booro-Borotou

Nutrient contents of the soils following treatment with termite materials at Lamto and Booro-Borotou.

Eléments nutritifs	Teneur (kg/ha) des éléments selon les sites					
	Lamto			Booro-Borotou		
	TEM	TRI	MAC	TEM	CUBI	MAC
M.O.	5540,0 ± 0,7	11580,0 ± 0,4	2540,0 ± 0,4	8220,0 ± 0,9	9280,0 ± 0,1	4220,0 ± 0,7
N	252,0 ± 0,3	510,0 ± 0,5	118,0 ± 0,1	370,0 ± 0,3	414,0 ± 0,6	186,0 ± 0,2
P	84,3 ± 18,0	118,1 ± 53,0	56,4 ± 14,0	86,3 ± 7,1	138,2 ± 22,0	72,9 ± 6,4
K	0,9 ± 0,1	4,5 ± 0,9	0,8 ± 0,1	0,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	0,4 ± 0,1

TEM : Sol des parcelles témoin; CUBI : sol des termitières de *Cubitermes spp.* ;

TRI : sol des termitières de *Trinervitermes spp.*; MAC : sol des termitières de *Macrotermes sp.*

EFFET DES TRAITEMENTS AUX MATERIAUX TERMITIQUES SUR LA CROISSANCE DES CULTURES

A Lamto, les parcelles traitées avec du sol de *Trinervitermes sp.* et de *Macrotermes sp.* ont amélioré la croissance des plants de maïs. La meilleure croissance a été observée sur les parcelles traitées avec du sol de *Trinervitermes spp.* (figure 1). Une tendance analogue a été observée sur le site de Booro-Borotou (figure 2) pour les parcelles traitées avec du sol de termitières de *Cubitermes spp.*. Une faible augmentation de la croissance a été observée sur les parcelles traitées avec du matériau termitique *Macrotermes sp.*

Sur le site de Lamto (figure 3), les parcelles traitées avec du sol de termitières de *Macrotermes sp.* et de *Trinervitermes spp.* influencent de façon perceptible la croissance des plants de riz. Cette croissance reste pratiquement identique jusqu'au 35^e j après semis (JAS). Ensuite, elle devient plus importante sur les parcelles traitées avec du sol de termitières de *Trinervitermes spp.* Les parcelles traitées avec du sol de *Cubitermes spp.* à Booro-Borotou (figure 4), montrent une croissance plus forte des plants de riz. Les sols provenant des termitières de *Macrotermes sp.* ont peu d'effet sur la croissance des plants.

EFFET DES TRAITEMENTS AUX MATERIAUX TERMITIQUES SUR L'ÉMERGENCE DES INFLORESCENCES ET DES EPIS

Evolution du nombre de pieds de maïs en fleur (NPF) et de pieds en épis (NPE)

Le nombre de pieds de maïs portant des épis (NPE) évolue parallèlement avec

le nombre de pieds en fleurs (NPF) (figures 5 et 6). Le NPE augmente avec le temps et est toujours inférieur ou égal au NPF. Les premiers plants en fleurs puis en épis ont été observés sur les parcelles traitées avec du sol de termitières de *Cubitermes spp.* respectivement à 52 et 54 JAS. Ces parcelles montrent un fort taux de plants en fleurs et de plants en épis entre les 55^e et 67^e JAS, et dans une moindre mesure, sur les parcelles traitées avec du matériau termitique de *Macrotermes sp.* (figure 6).

La densité des pieds de maïs portant au moins deux épis (NP/2E) est plus importante sur les parcelles traitées au sol de termitières (figure 7) ; mais, elle reste plus élevée sur les parcelles traitées avec du sol de *Cubitermes spp.*

Evolution du nombre de pieds de riz en épis (NPE)

Les premiers pieds de riz en épis ont été observés sur les parcelles traitées au matériau termitique de *Cubitermes* 65 JAS (figure 8). Entre le 65^e et le 86^e JAS, ces parcelles ont enregistré le plus fort taux d'épiaison. La différence du taux d'épiaison est hautement significative ($p < 0,01$) au 86^e JAS entre les parcelles traitées au sol de *Cubitermes sp.* et celles traitées aux matériaux termitiques de *Macrotermes sp.*

Le traitement au sol de *Cubitermes spp.* améliore le délai de l'épiaison des plants de riz en influençant la montaison, et donc, la vitesse d'émergence des panicules hors des gaines paniculaires. Le taux d'apparition des panicules et l'augmentation de la hauteur des épis constituent une réponse à une bonne nutrition des plantes.

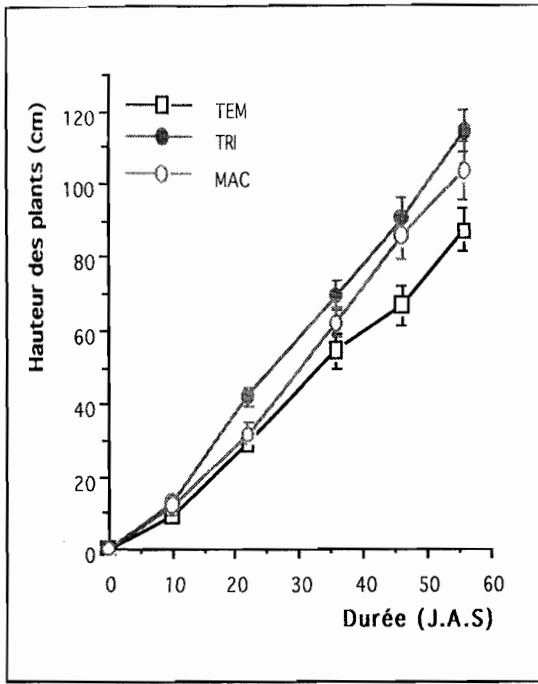


Figure 1 : Evolution de la croissance des plants de maïs à Lamto.

Growth of maize plants as a function of time at Lamto.

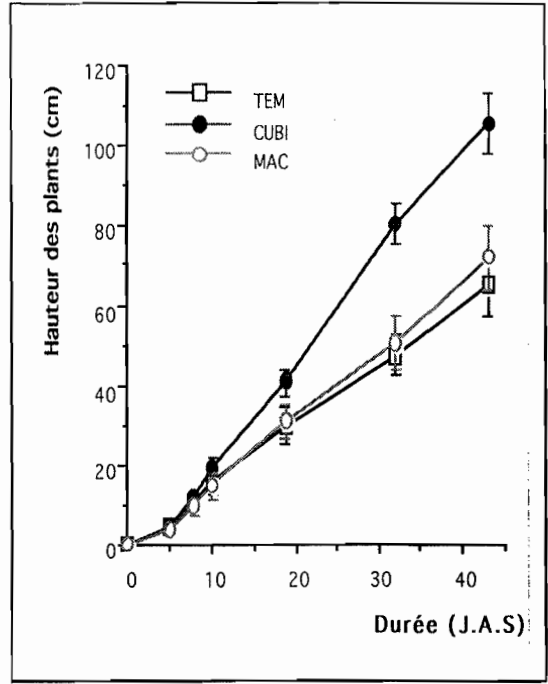


Figure 3 : Evolution de la croissance des plants de riz à Lamto.

Growth of rice plants as a function of time at Lamto.

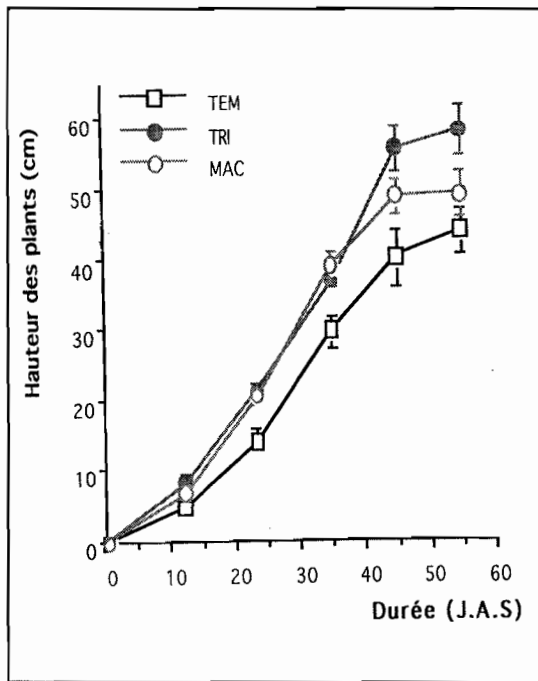


Figure 2 : Evolution de la croissance des plants de maïs à Booro-Borotou.

Growth of maize plants as a function of time at Booro-Borotou.

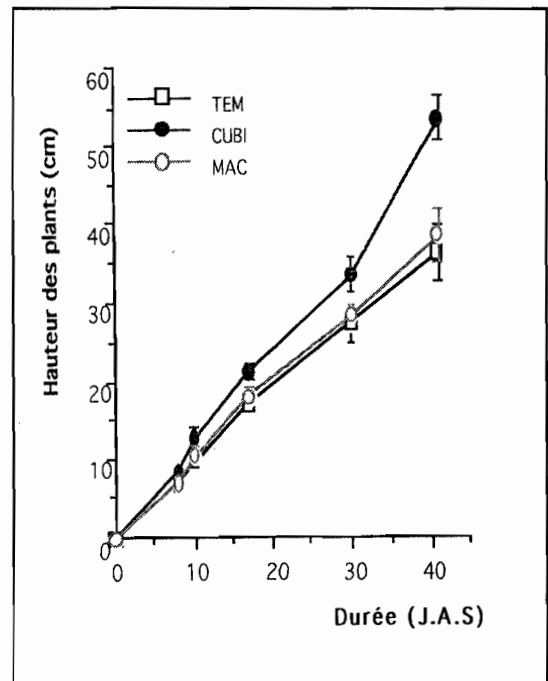


Figure 4 : Evolution de la croissance des plants de riz à Booro-Borotou.

Growth of maize plants as a function of time at Booro-Borotou.

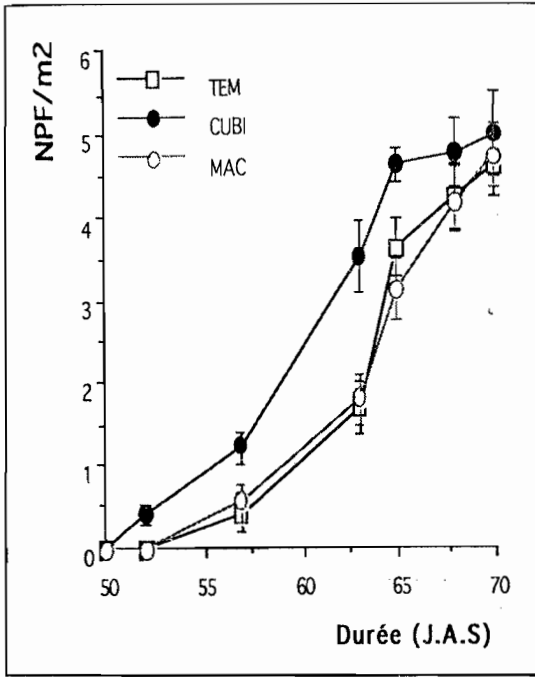


Figure 5 : Evolution du nombre de pieds de maïs en fleurs (NPF) à Booro-Borotou.

Number of maize plants flowering as function of time (NPF) at Booro-Borotou.

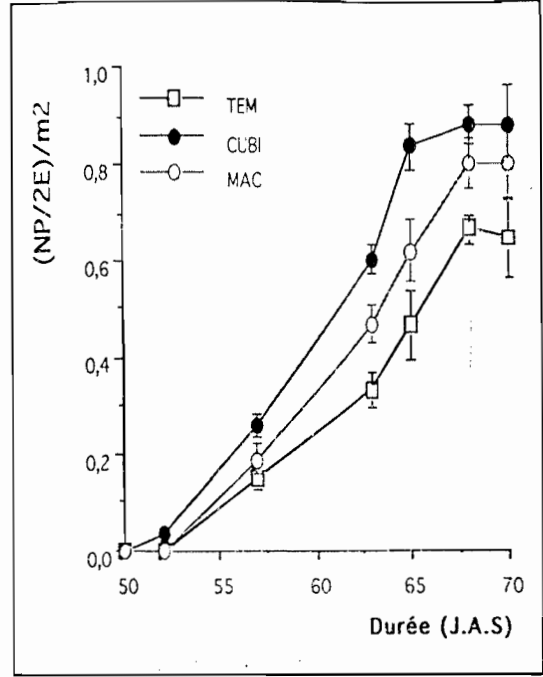


Figure 7 : Evolution du nombre de pieds de maïs portant au moins deux épis (NP/2E) à Booro-Borotou.

Number of maize plants carrying at least two ears (NP/2E) at Booro-Borotou.

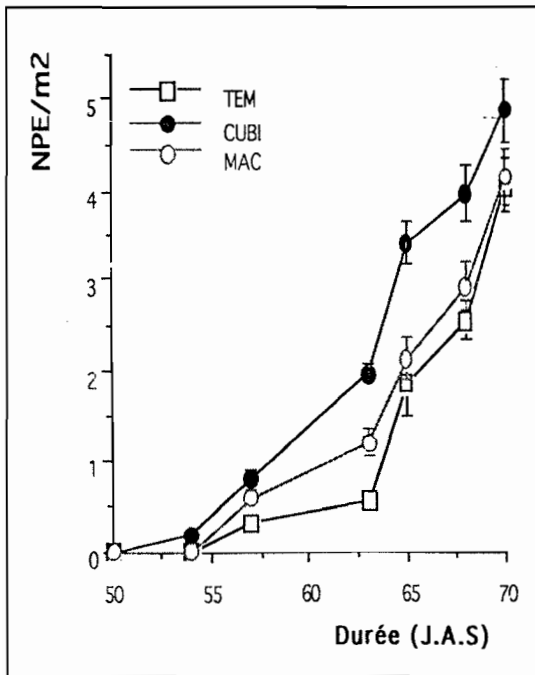


Figure 6 : Evolution du nombre de pieds de maïs en épis (NPE) à Booro-Borotou.

Number of maize plants with ears (NPE) as a function of time at Booro-Borotou.

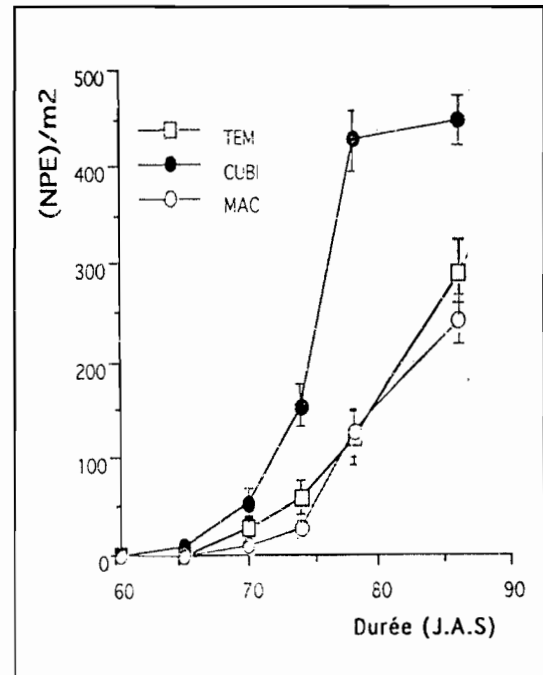


Figure 8 : Evolution du nombre de pieds de riz en épis (NPE) à Booro-Borotou.

Number of rice plants with ears as a function of time (NPE) at Booro-Borotou.

DISCUSSION

La composition chimique des termitières montre que les matériaux issus des nids de *Cubitermes spp.* sont plus riches en phosphore et en bases échangeables (Ca^{++} , K^+ , Mg^{++}) comme l'ont montré Wood *et al.* (1983), Anderson et Wood (1984) et Tano (1993). Les nids de *Cubitermes spp.* présentent également de fortes teneurs en azote organique total, carbone organique total, matière organique et une C.E.C. plus élevée que le sol environnant. Ces caractéristiques chimiques correspondent à celles des nids décrits par Tano (1993) à Booro-Borotou. Par contre, la teneur en phosphore est deux fois plus faible que dans le cas des matériaux de notre étude.

Chez *Trinervitermes spp.*, le taux d'azote organique total, de carbone organique total, de phosphore et le rapport C/N sont plus élevés dans les nids que dans le sol témoin de la parcelle. Ces nids sont également enrichis en bases échangeables (Ca^{++} , K^+ et Mg^{++}), avec une C.E.C. élevée. A Booro-Borotou, Tano (1993) signale plutôt une C.E.C. peu modifiée et des concentrations en phosphore et en azote organique très faibles dans les nids.

Les nids de *Macrotermes sp.* sur les deux sites, sont pauvres en matière organique, azote organique total, carbone organique total, et en phosphore. La C.E.C. du nid augmente de 3,7 % à 22 % par rapport au sol témoin. Nos résultats s'accordent avec ceux de Jottrand et Detilleux (1959) ; Maldague (1959) ; Meyer (1960) ; Boyer (1971) ; Grassé (1986) et Tano (1993).

Les termites concentrent ainsi dans leurs nids, des teneurs plus ou moins élevées d'éléments fertilisants selon l'espèce. L'effet des différents types de termitières (*Macrotermes sp.*, *Cubitermes spp.*, et *Trinervitermes spp.*) sur la croissance, la floraison et l'épiaison des plants de riz

et de maïs témoigne d'un bon potentiel de fertilité. Les termitières de *Trinervitermes spp.* à Lamto et de *Cubitermes spp.* à Booro-Borotou constituent les meilleures formes de matériaux. Elles se sont révélées plus performantes sur les paramètres phénologiques mesurés. Ces résultats concordent avec ceux de Endubu *et al.* (1992), et de Kombélé et Boloy (1995) respectivement sur les croissances des plants de riz (*Oryza sativa* var. IITA.150) et d'amarantes (*Amaranthus hybridus* L. var. *Shaba*) cultivés sur des matériaux de *Trinervitermes* et de *Cubitermes spp.* La richesse de ces termitières en matière organique, azote, phosphore et potassium (Boyer, 1971 ; Tano, 1993) reste essentielle pour la culture de maïs (Rouanet, 1984) et de riz. Elles sont d'autant plus riches que leur effet fertilisant persiste après un cycle cultural complet (Boga, 1999).

Les plants de riz et de maïs mobilisent une quantité importante d'éléments nutritifs avec une exigence particulière pour l'azote, le potassium et le phosphore auxquels s'ajoutent le calcium et le magnésium (Cerighelli, 1955 ; Jacquot et Courtois, 1983 et Rouanet, 1984). La teneur de ces éléments dans le sol conditionne la croissance et donc la productivité du riz, du maïs et de la plante en général.

Les termitières de *Macrotermes sp.* sont pauvres en éléments nutritifs et particulièrement en matière organique. Ces sols favorisent, à un degré moindre, la croissance des plants de maïs et de riz à Lamto. Endubu *et al.* (1992) et Kombélé et Boloy (1995) classent ces termitières parmi les moins fertilisantes. De même, Kang (1978) a montré que le sol de *Macrotermes sp.* induit une très faible croissance des plants de maïs. Ce matériau ne provoque pas fondamentalement une floraison précoce ni une épiaison des plants cultivés.

CONCLUSION

Les sols de différents types de termitières utilisés se révèlent être des fertilisants relativement efficaces du point de vue de l'amélioration de la croissance, de la floraison et de l'épiaison des plants de riz et de maïs. L'amélioration apportée aux cultures par l'épandage des sols de termitières de *Macrotermes sp.* est moins nette que celles des termitières de *Cubitermes spp.* et de *Trinervitermes spp.*

La fertilité du sol peut être améliorée dans le cas des cultures de riz et de maïs, par un apport de matériaux termitiques au moins pendant un cycle cultural. L'étude de la composition chimique des sols a montré que la teneur de nutriments (organiques et minéraux) apportés par épandage de matériaux termitiques reste élevée dans le sol des parcelles traitées après un cycle cultural (Boga, 1999). Nos travaux ont été poursuivis dans ce sens pour évaluer l'effet de ces sols amendés pendant un second

cycle cultural, sans apport d'amendements supplémentaires.

L'amendement par des matériaux termitiques de *Cubitermes sp.* et de *Trinervitermes spp.* (possédant une fertilité accrue par rapport au sol environnant) comme fertilisant, pourrait être pratiqué sur culture vivrière en milieu paysan dans la zone tropicale humide. Cela pourrait minimiser les coûts de production et rentabiliser les techniques agricoles à faibles utilisations d'intrants en augmentant la productivité. Ces différents types de termitières, qui offrent ces matériaux fertilisants, sont abondants dans la zone tropicale humide.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dr LEPAGE Michel pour sa contribution à la réalisation de ce travail et la Coopération Française, pour son aide à travers le projet CAMPUS N° 94 342 124 - Côte d'Ivoire.

REFERENCES

- ANDERSON (J.M.) and (T.G.) WOOD. 1984. Mound composition and soil modification by two soil-feeding termites (Termitidae, Termitinae) in a riparian Nigerian forest. *Pedobiologia*, 26 : 77-82.
- ANGLADETTE (A.), 1966. Le riz. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris V. 930 p.
- BOGA (J.P.), 1999. Impact des termites sur la fertilité des sols de savanes : Lamto et Booro-Borotou (Côte d'Ivoire). D.E.A, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 72 p.
- BOYER (P.), 1956. Les bases totales dans les matériaux de la termitière de *Bellicositermes natalensis* (Hav.) VI^{ème} congrès de la Science du sol, Paris III, 17 : 105-110.
- BOYER (P.), 1971. Les différents aspects de l'action des termites sur les sols tropicaux. In : *La vie des sols*, éd. P. PESSON, Paris; Gauthiers-Villars. 281-334.
- BOYER (P.), 1975a. Etude particulière de trois termitières de *Bellicositermes* et de leurs actions sur les sols tropicaux. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie*, Paris. 12(17) : 273-446
- CERIGHELLI (R.), 1955. Cultures tropicales : Plantes vivrières. Tome I. Nouvelle encyclopédie agricole. 1-64.
- EDUNBU (M.), (B.M.) KOMBELE, (B.) LICHA et (B.) MAMBAN. 1992. Perspectives d'utilisation des termitières dans l'amélioration de fertilité des sols tropicaux ; cas d'une expérimentation en pots de végétation. *Tropicultura*, 10(2) : 51-54.
- GRASSE (P. P.), 1986. Termitologia. Tome III : Comportement, socialité, écologie, évolution, systématique. Masson, Paris . 715 p.
- HESSE (P.R.), 1955. A chemical and physical study of the soils of termite mounds in Est Africa. *J. eco.*, 43 : 449-461
- JACQUOT (M.) et (B.) COURTOIS. 1983. Le riz pluvial. Le technicien d'agriculture tropicale. Editions Maisonneuve et Larose et A.C.C.T. Paris. 134 p.

- JOTTRAND (M.) et (E.) DETILLEUX. 1959. Le problème des termites dans la région d'Elizabethville. *Bulletin d'information de l'INEAC*, 8(2) : 111-129.
- KANG (B.T.), 1978. Effect of some biological factors on soil variability in the tropics. Effect of *Macrotermes* mounds. *Plant and soil*, 50 : 241-251.
- KOMBELE (B.M.) et (N.) BELOY. 1995. Utilisation des sols de termitières et de la paille sèche d'arachide comme fertilisants en cultures maraichères à Yangambi (Congo, ex-Zaïre). *Cahier Agriculture*, 4 : 125-128.
- MALDAGUE (M.), 1959. Analyses de sols et de matériaux des termitières au Congo Belge. *Insectes Sociaux*, VI (4) : 343-359.
- MEYER (J.A.), 1960. Résultats agronomiques d'un essai de nivellement des termitières, réalisé dans la cuvette centrale du Congo-Belge, *Agron. Trop.*, 51 : 1047-1059.
- PIERI (C.), 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAD, 444 p.
- ROUANET (G.), 1984. Le maïs. Le technicien d'agriculture tropicale : Edition Maisonneuve et Larose, Paris . 142 p.
- TANO (Y.), 1993. Les termitières épigées d'un bassin versant en savane soudanienne. Répartition et dynamique des nids, rôle sur les sols et la végétation. Thèse de doctorat ès-sciences naturelles, Université d'Abidjan, Côte-d'Ivoire ; 240 p. et annexes.
- WOOD (T.G.), (R.A.) JOHNSON, and (J.M.) ANDERSON. 1983. Modification of soils in Nigerian savana by soil feeding *Cubitermes* (Isoptera, Termitidae). *Soil Biol. and Bioch.*, 15 : 575-579.