

Effet fertilisant du sol de *Macrotermes bellicosus* sur la croissance végétative de deux accessions de niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) à Daloa, Côte d'Ivoire

Manéhonon Martine BEUGRE*, Koutoua AYOLIÉ, Sopia Edwige-Salomé YAPO, Tionta Ali SILUÉ et Yatty Justin KOUADIO

Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : beugremartine@yahoo.fr

Résumé

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'effet fertilisant du sol de termitière (*Macrotermes bellicosus*). Le matériel végétal est constitué de grains de niébé rouge et blanc semés sur des substrats préalablement mélangés, composés de sol environnant ou sol témoin (St) et de sol de termitière ou sol fertilisant (Sf). Les proportions des deux (2) substrats sont de (100 % + 0 % ; 75 % + 25 % ; 50 % + 50 % ; 25 % + 75 % ; 0 % + 100 % selon l'ordre St + Sf). Les observations ont porté sur sept paramètres agronomiques. Les résultats montrent d'une part que le sol de termitière est plus riche en matières organiques et minéraux mais plus acide que le sol environnant. D'autre part, le témoin (100 % de sol environnant) a présenté des meilleurs résultats en ce qui concerne les longueurs de la tige principale et de la racine principale, ainsi que les poids frais et secs des plants pour l'accession niébé blanc. Certaines proportions de substrats telles que 75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière ainsi que 50 % de sol environnant et 50 % de sol de termitière présenteraient toutefois des résultats significatifs sur certains paramètres (nombre de ramification et poids frais). Cette étude montre que le sol de termitière (*Macrotermes bellicosus*) n'est pas favorable pour une croissance harmonieuse du niébé à cause de son acidité comparativement au sol témoin.

Mots-clés : *Macrotermes bellicosus*, fertilisant, niébé, paramètres agronomiques, Côte d'Ivoire.

Abstract

Fertilizing effect of *Macrotermes bellicosus* soil on the vegetative growth of two accessions of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) in Daloa, Côte d'Ivoire

This study objective is to evaluate the fertilizing effect of termite mound soil (*Macrotermes bellicosus*). The plant material consists of red and white cowpea seeds sown on previously mixed substrates composed of surrounding soil or control soil (St) and termite mound soil or fertilizer soil (Sf). The two (2) substrates proportions are from (100 % + 0 %; 75 % + 25 %; 50 % + 50 %; 25 % + 75 %; 0 % + 100 % according to the order St + Sf). Observations were made on seven agronomic parameters. The results show on the one hand that the termite mound soil is richer in organic and mineral matter but more acidic than the surrounding soil. On the other hand, the control (100% surrounding soil) showed better results with regard to the length of the main stem and the main root, as well as the fresh and dry weights of the plants for white cowpea accession. However, certain substrates proportions such as 75 % surrounding soil and 25 % termite mound

soil and 50 % surrounding soil and 50 % termite mound soil would show significant results on parameters such as branches number and fresh weight. This study shows that termite mound soil (*Macrotermes bellicosus*) is not favourable for harmonious growth of cowpea because of its acidity compared to the control soil.

Keywords : *Macrotermes bellicosus, fertilizer, cowpea, agronomic parameters, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

Aujourd'hui, face à la forte croissance démographique et aux impératifs d'autosuffisance alimentaire, les cultures vivrières considérées comme culture de subsistance deviennent importantes [1, 2]. Ces cultures jouent désormais un rôle primordial dans les échanges commerciaux intercommunautaires et interrégionaux et assurent la production d'une large gamme de produits agricoles capables d'améliorer le régime alimentaire des ménages [3]. Parmi ces cultures vivrières, les légumineuses telles que le niébé, le haricot vert et l'arachide présentent de nombreux avantages alimentaire, agronomique et économique [4]. Le niébé, *Vigna unguiculata* (L) walp, légumineuse d'importance inestimable, est cultivé dans la plupart des communautés africaines [5]. C'est une plante traditionnellement cultivée en association le plus souvent, avec d'autres cultures vivrières comme le maïs, le mil, le sorgho [6, 7], etc. Dans la plupart des régions de culture, les jeunes pousses et les feuilles sont consommées sous forme de légumes feuilles par la population ou le bétail. Quant aux graines, elles sont utilisées principalement comme légume sec très prisé en Afrique Subsaharienne pour sa richesse en protéines [8]. En Côte d'Ivoire, malgré la valeur nutritive et l'importance agronomique reconnue à cette légumineuse, les rendements demeurent très faibles. Sa production avoisine les 36310 t/an [9], ce qui représente moins de 2 % de la production africaine. Ces faibles rendements obtenus restent de loin inférieur au potentiel agronomique de cette culture [9]. Malgré ses bienfaits, la production reste encore faible dans notre pays. Cette baisse de rendement est en partie due à la pauvreté des sols et à la mauvaise pratique culturale [10]. À cet effet, le recours aux fertilisants chimiques est devenue la voie la plus prometteuse [11]. Toutefois, l'utilisation abusive et anarchique de ces intrants amplifie l'infertilité de ces sols. L'une des solutions devrait résider dans l'utilisation de fertilisants organiques tels que les débris des termites via les termitières épigées [12]. De manière générale, les sols de termitières de *Cubitermes* sont utilisés pour enrichir les sols agricoles [13]. En plus des termitières de *Cubitermes*, les termitières de *Macrotermes bellicosus* deviennent de nos jours les plus nombreux et colonisent rapidement la zone de Daloa. La présente étude vise à évaluer l'effet fertilisant du sol de termitière du genre *Macrotermes bellicosus* sur les paramètres agronomiques de deux accessions de niébé afin de déterminer le meilleur substrat pour une production optimale.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée à l'Université Jean Lorougnon Guédé, située dans le département de Daloa. La ville est située dans la région du Haut Sassandra au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire entre le 6° et 7° de latitude Nord et le 7° et 8° de Longitude Ouest. Elle a une superficie de 15 200 km² pour une population estimée à 1.430.960 habitants [14]. Le substrat pédologique appartient au vieux socle précambrien composé de granites, migmatites. Ces sols, lessivés et profonds (20 m) sont dus aux précipitations abondantes et à l'altération rapide des roches. Les sols de la région sont majoritairement ferralitiques (typiques). Ils sont généralement très profonds avec une valeur élevée de matière organique [8]. Le département de Daloa est très humide avec quatre (4) saisons. La grande saison des pluies part d'avril à mi-juillet, la petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre, la petite saison des pluies de mi-septembre à novembre et la grande saison sèche de décembre à mars [15]. La pluviométrie, la température et l'humidité atmosphérique moyenne caractérisant le site d'étude dans la période d'essais de Novembre à Décembre 2019 sont : 56,5 mm ; 29 °C et 72 % (Source : www.historique-meteo.net) consulté le 18 Avril 2020.

2-2. Matériel

2-2-1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette expérience est constitué de semences de deux accessions de niébé (blanc et rouge) obtenu sur le marché de Daloa. Ces accessions ont pour masse de 100 graines 17,5 g et 9,4 g respectivement pour les accessions blanc et rouge.

2-2-2. Matériel fertilisant

Le matériel fertilisant utilisé dans le cadre de notre étude est celui du sol de termitière de *Macrotermes bellicosus*.

2-3. Méthodes

2-3-1. Confection des différents substrats

La collecte des différents substrats s'est réalisée sur le site de l'Université Jean Lorougnon Guédé. Le sol environnant a été collecté aux alentours du site d'étude et le sol de termitière au niveau d'une termitière de *Macrotermes sp.* Ils ont été étalés sur un sachet plastique pour être séchés pendant 48 à 72 h. Les sols ont été tamisés avec un tamis fin de 2 mm ensuite ils ont été pesés pour la constitution des différents substrats. Les substrats ont été utilisés deux à deux par proportions différentes. Le substrat 1 est constitué de 100 % de sol environnant (T0), le substrat 2 de 75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière (T1), le substrat 3 de 50 % de sol environnant et 50 % de sol de termitière (T2), le substrat 4 de 25 % de sol environnant et 75 % de sol de termitière (T3) et le substrat 5 de 100 % de sol de termitière (T4). La proportion de 100 % de sol environnant constitue notre sol témoin. Les substrats 2, 3 et 4 ont été soigneusement mélangés. Les proportions de 100, 75, 50 et 25 % correspondent respectivement à une quantité de 4, 3, 2 et 1 kg des substrats (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Nature et pourcentage des substrats

Substrats constitués	Sol environnant	Sol de termitière
Substrat 1 (T0)	100 % (4 kg)	0 %
Substrat 2 (T1)	75 % (3 kg)	25 % (1 kg)
Substrat 3 (T2)	50 % (2 kg)	50 % (2 kg)
Substrat 4 (T3)	25 % (1 kg)	75 % (3 kg)
Substrat 5 (T4)	0 %	100 % (4 kg)

T0 : Traitement 100 % de sol environnant ; T1 : Traitement 75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière ; T2 : Traitement 50 % de sol environnant et 50 % de sol de termitière ; T3 : Traitement 25 % de sol environnant et 75 % de sol de termitière ; T4 : Traitement 100 % de sol de termitière.

2-3-2. Capacité au champ

Nos différents substrats ont été mis dans des pots de quatre litres qui étaient perforés à la base pour laisser circuler l'eau. Chaque pot a été rempli avec une quantité de 4 kg des substrats en fonction des différentes proportions de deux types de sols. L'arrosage s'est fait deux fois par semaine en tenant compte de la capacité au champ.

2-3-3. Caractérisation structurale et chimique des deux types de sols

La caractérisation structurale et chimique des deux types de substrats (sol environnant et du sol de termitière) a été déterminée au laboratoire de pédologie de l'Institut National Polytechnique Houphouët Boigny (INPHB) de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire).

2-3-3-1. Caractérisation chimique

La caractérisation chimique des substrats porte sur les variables suivantes : le potentiel d'hydrogène (pH), la matière organique (M.O), le complexe absorbant. L'acidité des sols a été déterminée à l'aide d'un pH-mètre. Les échantillons de chaque substrat ont été prélevés puis lessivés avec de l'eau distillée pour obtenir la solution de chaque substrat. La composition en matière organique a été déterminée à partir de la teneur en carbone organique de la terre selon la méthode [16]. Le pourcentage de la matière organique a été mesuré par analyse thermogravimétrique après calcination [17]. La teneur en azote des sols a été mesurée par la méthode de [18]. Le phosphore assimilable a été mesuré en utilisant la méthode [19] avec les modifications suggérées par [20]. Le complexe absorbant des deux types de sol a été déterminé en tenant compte des teneurs en ions tels que (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), de la capacité d'échange cationique (CEC), du taux de saturation en base échangeable (TSB).

2-3-3-2. Composition granulométrique

La granulométrie a consisté à tamiser les deux types de substrat afin de déterminer les proportions en argile, en limon (fin et grossier) et en sable (fin et grossier) selon la méthode de tamisage [21].

2-3-4. Sélection des graines à semer

La sélection s'est déroulée en deux étapes. La première a consisté à trier les graines pour éliminer celles en mauvais état. La seconde étape a consisté à inhiber les graines dans de l'eau. Les graines qui ont émergé ont été écartées.

2-3-5. Dispositif expérimental et semis

L'essai a été conduit suivant le dispositif en bloc complètement randomisés avec trois répétitions. Deux blocs ont été constitués ou le bloc BI pour le niébé blanc et le bloc BII pour le niébé rouge. Chaque bloc est constitué de cinq (5) sous blocs correspondant chacun à une répétition. Chaque sous bloc contient cinq traitements tripliques, représentés par des pots au nombre de quinze (15). Le semis a été fait en raison de trois graines par pot. Le démariage a été effectué huit (8) jours après le semis pour conserver le plant le plus vigoureux. Pour éviter les attaques des insectes et ravageurs, la parcelle a été traitée avec l'insecticide D6 deux semaines après semis.

2-3-6. Collecte des données

Après cinq (5) semaines, les données ont été relevées sur tous les plants au niveau de chaque bloc et par accession. Elles ont concerné le diamètre au collet, la hauteur de la tige principale, le nombre de ramification, la longueur de la racine principale, les poids frais et sec et la teneur en eau de tous les plants. Les paramètres mesurés et les méthodes de mesures sont consignés dans le (*Tableau 2*).

Tableau 2 : Méthodes de mesures et paramètres étudiés

Paramètres mesurés	Méthodes de mesures
Longueur de la tige : LT (cm)	Mesure de la distance séparant la base du plant à la dernière feuille sur la tige principale relevée sur tous les plants.
Diamètre au collet de la tige principale : DC (mm)	Mesure de la circonférence de la tige principale relevée sur tous les plants
Nombre de ramifications : NR	Effectif de l'ensemble des tiges secondaires émises relevé sur tous les plants
Longueur de la racine principale : LR (cm)	Mesure de la racine principale du collet jusqu'au bout de la racine de chaque plant relevée sur tous les plants
Poids frais des plants : PF (g)	Masse du plant frais déterré pesé relevée sur tous les plants
Poids sec des plants : PS (g)	Masse du plant frais séché à l'étuve jusqu'à obtenir un poids de matière sèche constante relevée sur tous les plants
Teneur en eau des plants : TE (%)	Quantité d'eau déterminée à partir du rapport du poids frais et poids sec relevée sur tous les plants

2-3-7. Analyses statistiques

Les données ont été soumises à une analyse statistique à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1. L'analyse de variance a un (1) facteur par la procédure ANOVA, suivie de la comparaison des moyennes selon le test de Newmann-Keuls au seuil de 5 % ont été réalisées pour voir l'effet des proportions de substrats sur les paramètres agronomiques.

3. Résultats

3-1. Analyse chimique

Les résultats relatifs aux analyses chimiques et granulométriques des sols de culture sont illustrés dans le **Tableau 3**.

3-1-1. Acidité et statut organique des sols environnant et de termitière

Les deux sols sont des sols acides ($\text{pH} < 7$) mais le sol environnant avec un pH de 5,6 est moyennement acide que le sol de termitière qui est fortement acide avec un pH de 5,3. Le sol environnant possède une faible teneur en matière organique ($\text{MO} < 2\%$) alors que celle du sol de termitière a une moyenne ($\text{MO} > 2\%$). Les deux sols ont des teneurs moyennes en azote ($0,1 < \text{N} < 0,2$). Ils présentent des valeurs normales de rapports C/N ($9 < \text{C/N} < 12$). La teneur en phosphate assimilable du sol de termitière 49 mg/kg est plus élevée que celle des sols environnant 47 mg/kg.

3-1-2. Complexe absorbant des substrats

Les capacités d'échanges cationiques (CEC) des deux sols sont faibles ($\text{CEC} < 10 \text{ cmol.kg}^{-1}$). Toutefois les valeurs de CEC du sol du sol de termitière sont plus élevées. Les sommes des bases échangeables (SB) des deux sols sont moyennes (sol environnant : $5,586 \text{ cmol.kg}^{-1}$; sol de termitière : $6,782 \text{ cmol.kg}^{-1}$) comprises entre 5 et 10 cmol.kg^{-1} , cependant, le sol de termitière possède une somme des bases échangeables plus élevées. Ces deux sols présentent de forts taux de saturation en bases échangeables (TSB), supérieurs à 60 % (TSB sol environnant : 73,5 % ; TSB sol de termitière : 70,65 %).

3-2. Texture des substrats

Les teneurs en éléments fins (argile + limon fin) sont respectivement de 38 % et de 46,61 % pour les sols environnant et de termitière. Le sol environnant présente une texture équilibrée (texture limoneuse avec 25 % d'argile, 28 % de limon et 45,3 % de sable). Quant au sol de termitière, la texture est argileuse (texture limono-argileuse avec 31 % d'argile, 29,7 % de limon et 36 % de sable).

Tableau 3 : Composantes des sols de termitière et de sol environnant

Paramètres mesurés		Sol environnant	Sol de termitière
pH	Solution du sol	5,6	5,3
	C	1,00	1,33
% M.O	Nt	0,10	0,12
	C/Nt	10	11
% M.O	% C*1,72	1,72	2,29
P. assimilable (mg/kg)	P.assi	47	49
	CEC	7,6	9,6
Complexe Absorbant (cmol/kg)	Ca ²⁺	4,279	4,936
	Mg ²⁺	0,903	1,358
	K ⁺	0,236	0,306
	Na ⁺	0,168	0,182
	SB	5,586	6,782
	TSB	73,5	70,65
	Argile (%)	25	30,91
Granulometrie	Limon fin (%)	13	15,7
	Limon grossier (%)	15	14
	Sable fin (%)	17	21,1
	Sable grossier (%)	28,28	16

C : Carbone ; Nt : Azote total ; P.assi : Phosphate assimilable ; CEC : Capacité d'échange cationique ; Ca²⁺ : Calcium ; Mg²⁺ : Magnésium ; K⁺ : Potassium ; Na⁺ : Sodium ; M.O : Matière organique ; C/Nt : rapport ; TSB : Taux de Saturation en Base échangeables ; SB : Saturation en Base échangeables.

3-3. Comparaison des paramètres végétatifs en fonction des proportions de substrat

Le **Tableau 4** présente les résultats des paramètres végétatifs en fonction des substrats. Les plus grandes valeurs ont été obtenues avec le traitement T0 (100 % de sol environnant) au niveau des paramètres longueur de la tige (15,01 cm), nombre de ramification (3,87), poids frais (1,45 g), poids sec (0,34 g) et la longueur de la racine (24,07 cm). En ce qui concerne les paramètres tels que le diamètre au collet et la teneur en eau, il n'y a aucune différence significative quel que soit le traitement.

Tableau 4 : Effet des différents substrats sur les paramètres agro-morphologiques de deux accessions de niébé

Substrats	Paramètres agro-morphologiques						
	LT (cm)	NR	DC (mm)	PF (g)	PS (g)	LR (cm)	TH (%)
T0	15,01	3,87	3,59	1,45	0,34	24,07	329,01
	± 2,77a	± 1,96a	± 0,61a	± 1,03a	± 0,24a	± 18,81a	± 189,49a
T1	14,33	2,70	3,43	0,84	0,24	14,79	234,56
	± 2,92b	± 3,16b	± 0,82a	± 0,83c	± 0,18b	± 6,68e	± 141,02a
T2	14,07	2,40	3,52	0,74	0,22	15,25	228,91
	± 2,10c	± 1,90c	± 0,42a	± 0,61e	± 0,14d	± 7,70d	± 199,01a
T3	13,06	2,40	3,31	0,88	0,23	19,90	293,09
	± 3,37e	± 1,25c	± 0,77a	± 0,50b	± 0,10c	± 13,11b	± 154,10a
T4	13,21	2,70	3,46	0,78	0,23	18,49	244,19
	± 2,03d	± 1,82b	± 0,62a	± 0,46d	± 0,13c	± 12,42c	± 158,65a
F	2,73	2,48	0,74	4,84	2,76	2,68	1,92
P	0,03	0,05	0,57	0,01	0,03	0,03	0,11

LT : Longueur de la tige ; *NR* : Nombre de ramification ; *DC* : Diamètre au collet ; *PF* : Poids frais ; *PS* : Poids sec ; *LR* : Longueur de la racine ; *TE* : Teneur en eau ; *T0* : Traitement 100 % de sol environnant ; *T1* : Traitement 75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière ; *T2* : Traitement 50 % de sol environnant et 50 % de sol de termitière ; *T3* : Traitement 25 % de sol environnant et 75 % de sol de termitière ; *T4* : Traitement 100 % de sol de termitière ; *P* : Probabilité au test associé au différent paramètre ; *F* : F-statistique de Fischer ; *g* : gramme ; *cm* : centimètre. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significatives au seuil de 5 % selon le test de Newmann-Keuls.

3-4. Comparaison des deux variétés de niébé

Les résultats révèlent une différence significative chez les deux variétés de niébé (**Tableau 5**). Les valeurs les plus significatives ont été obtenues pour les paramètres longueur de la tige (14,33 cm), nombre de ramification (3,43), diamètre au collet (3,76 mm), poids sec (0,27 g) et la longueur de la racine (19,73 cm) chez le niébé blanc. En ce qui concerne le niébé rouge, les valeurs plus significatives ont été observées pour le poids frais (0,94 g) et la teneur en eau (304,02 %).

Tableau 5 : Effet des variables agronomiques sur les deux accessions du niébé

Accessions de niébé	Variables agro-morphologiques						
	LT (cm)	NR	DC (mm)	PF (g)	PS (g)	LR (cm)	TH (%)
NB	14,33	3,43	3,76	0,93	0,27	19,73	225,61
	± 2,96a	± 2,48a	± 0,67a	± 0,71b	± 0,16a	± 13,95a	± 145,52b
NR	13,54	2,20	3,16	0,94	0,23	17,27	304,02
	± 2,48b	± 1,57b	± 0,49b	± 0,79a	± 0,17b	± 11,49b	± 187,25a
F	2,07	4,14	6,14	3,45	3,10	2,08	2,10
P	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03

HB : Niébé blanc ; HR : Niébé rouge ; LT : Longueur de la tige ; NR : Nombre de ramification ; DC : Diamètre au collet ; PF : Poids frais ; PS : Poids sec ; LR : Longueur de la racine ; TE : Teneur en eau ; P : Probabilité au test associée au différent paramètre ; F : F-statistique de Fischer ; g : gramme ; cm : centimètre. Les moyennes (±écart type) suivies de la même lettre ne sont pas significatives au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls

3-5. Effet de l'interaction entre le niébé blanc et le niébé rouge

Le **Tableau 6** nous présente les résultats de l'interaction des deux variétés de niébé. Au niveau des paramètres longueur de la tige et du poids sec, les plus grandes valeurs ont été observées chez le niébé rouge avec le traitement T0 (100 % de sol environnant) pour les valeurs respectives de 15,30 cm et 0,40 g. On note également chez cette même accession la plus grande valeur pour le poids frais (3,41 g) au cours du traitement T2 (50 % de sol environnant et 50 % de sol de termitière). Chez le niébé blanc, les traitements T1 (75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière) et T2 ont donné respectivement de fortes valeurs pour la longueur de la racine principale (29,41 cm) et le nombre de ramification (4,27). Pour le diamètre au collet et la teneur en eau, il n'y a aucune différence significative quel que soit le traitement.

Tableau 6 : Interaction entre le niébé blanc et le niébé rouge

Variables agro-morphologiques	Accessions de niébé										P	F
	Niébé blanc					Niébé rouge						
	T0	T1	T2	T2	T4	T0	T1	T2	T3	T4		
LT (cm)	14,72 ± 3,04c	14,99 ± 3,52b	14,08 ± 1,75d	13,89 ± 4,25fg	13,95 ± 1,56f	15,30 ± 2,54a	13,67 ± 2,09h	14,07 ± 2,46e	12,22 ± 2,00j	12,47 ± 2,22i	0,03	2,73
NR	4,13 ± 1,88b	4,27 ± 3,92a	3,00 ± 2,27e	2,33 ± 1,29g	3,40 ± 1,99d	3,60 ± 2,06c	1,13 ± 0,35j	1,80 ± 1,26i	2,47 ± 1,25f	2,00 ± 1,3hi	0,04	2,48
DC (mm)	3,91 ± 0,42a	3,90 ± 0,83a	3,62 ± 0,32a	3,44 ± 1,03a	3,93 ± 0,41a	3,26 ± 0,60a	2,96 ± 0,47a	3,41 ± 0,50a	3,18 ± 0,37a	3,00 ± 0,40a	0,57	0,74
PF (g)	1,05 ± 1,09d	0,86 ± 0,68f	0,81 ± 0,41h	0,83 ± 0,52g	1,10 ± 0,72c	1,78 ± 1,18b	0,63 ± 0,36j	3,41 ± 0,50a	0,95 ± 0,58e	0,72 ± 0,4i	0,01	4,84
PS (g)	0,27 ± 0,15d	0,30 ± 0,23b	0,28 ± 0,17c	0,26 ± 0,10e	0,26 ± 0,15e	0,40 ± 0,29a	0,16 ± 0,06h	0,16 ± 0,06h	0,20 ± 0,08f	0,20 ± 0,11f	0,03	2,76
LR (cm)	29,41 ± 23,43a	15,11 ± 7,28h	18,42 ± 8,67e	18,10 ± 10,05f	17,97 ± 11,94g	19,07 ± 11,93c	14,49 ± 6,30i	12,08 ± 5,10j	21,71 ± 15,75b	19,01 ± 13,28d	0,03	2,68
TH (%)	304,56 ± 206,39a	221,39 ± 152,60a	182,39 ± 100,49a	209,16 ± 86,65a	214,70 ± 142,65a	351,84 ± 176,35a	247,73 ± 132,41a	275,43 ± 259,42a	371,44 ± 164,01a	273,67 ± 172,99a	0,11	1,92

LT : Longueur de la tige ; NR : Nombre de ramification ; DC : Diamètre au collet ; PF : Poids frais ; PS : Poids sec ; LR : Longueur de la racine ; TE : Teneur en eau ; T0 : Traitement 100 % sol environnant ; T1 : Traitement 75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière ; T2 : Traitement 50 % de sol environnant et 50 % de sol de termitière ; T3 : Traitement 25 % de sol environnant et 75 % de sol de termitière ; T4 : traitement 100 % de sol de termitière ; P : Probabilité au test associe au différent paramètre ; F : F-statistique de Fischer. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significatifs au seuil de 5 % selon le test de Newmann-Keuls

3-6. Relation entre les paramètres agro-morphologiques

Les corrélations les plus importantes soulignées dans le **Tableau 7** ci-dessous ont été observées entre le nombre de ramification ($r = 0,58$), le diamètre au collet ($r = 0,54$), le poids frais ($r = 0,58$) et le poids sec ($r = 0,58$). Le nombre de ramification a été positivement corrélé avec le diamètre collet ($r = 0,60$), le poids frais ($r = 0,70$) et le poids sec ($r = 0,66$). En plus le poids frais est corrélé au poids sec ($r = 0,84$). L'augmentation du poids sec entraîne une augmentation du poids frais et la teneur en eau ($r = 0,54$).

Tableau 7 : Corrélation entre les paramètres végétatifs

	Longueur de la tige (cm)	Nombre de ramification	Diamètre au collet (mm)	Poids frais (g)	Poids sec (g)	Longueur de la racine (cm)	Teneur en eau (%)
Longueur de la tige (cm)	1,00						
Nombre de ramification	<u>0,58</u>	1,00					
Diamètre au collet (mm)	<u>0,54</u>	<u>0,60</u>	1,00				
Poids frais (g)	<u>0,58</u>	<u>0,70</u>	0,45	1,00			
Poids sec (g)	<u>0,58</u>	<u>0,66</u>	0,50	<u>0,84</u>	1,00		
Longueur de la racine (cm)	0,07	0,20	0,15	0,34	0,30	1,00	
Teneur en eau (%)	0,17	0,26	0,05	<u>0,53</u>	0,07	0,23	1,00

g : gramme ; cm : centimètre. Mm : millimètre ; % : pourcentage

4. Discussion

L'analyse des différents sols au laboratoire de pédologie de l'INPHB de Yamoussoukro ont montré que les sols de termitière de *Macrotermes bellicosus* sont plus acides et relativement plus riches en matière organique que les sols environnants. En effet, la matière organique constitue la base de la fertilité des sols et intervient dans la structuration de ceux-ci [22]. En ce qui concerne les minéraux essentiels tels que le carbone, l'azote, le phosphore et la teneur en complexe absorbant les sols de termitière présentent encore une composition importante que les sols environnants. Malgré cette riche composition, les sols de termitière n'ont pas eu un impact significatif sur les paramètres mesurés du niébé. Les résultats obtenus sont similaires aux observations faites par [11] sur des plants de maïs qui ont donné une très faible croissance avec les sols de termitière de *Macrotermes sp.* Les résultats ont montré que le sol environnant est le substrat qui a donné de meilleur résultat. En effet, avec la baisse de la quantité de sol environnant dans les substrats constitués (substrats 3 et 4), on note de faibles valeurs des différents paramètres étudiés. L'azote un élément essentiel dans le développement de la plante, étant en proportions plus élevé dans le sol de termitière devrait favoriser le développement harmonieux des plantes se trouvant sur le substrat contenant plus de termitière mais cela n'a pas été le cas puisque les meilleurs résultats ont été observés avec le sol environnant. Les résultats obtenus sont contraires à ceux de Jacques [23] qui ont montré que l'azote est l'élément le plus important dans la vie de la plante. Les plantes qui sont déficientes en azote ont un retard de croissance, selon la gravité de la déficience, l'azote joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. En outre, la granulométrie au niveau du substrat témoin est beaucoup plus sableuse contrairement à ceux du sol de termitière qui est

beaucoup plus argileuse. Les pots contenant le substrat T0 ont une texture sableuse ce qui faciliterait l'élongation des racinaires en profondeur pour puiser les éléments minéraux dans le sol ce qui va agir sur les autres paramètres agro-morphologique du niébé. Les longueurs moyennes des racines principales sont faibles comparativement aux résultats obtenus par [6]. Cela pourrait s'expliquer par l'accession de niébé et surtout par le substrat utilisé. Le sol de termitière plus riche que le sol environnant en élément minéraux (du complexe absorbant), aurait dû favoriser la croissance et la rigidité des tissus végétaux, par conséquent, un développement harmonieux du niébé. Des observations contraires ont été obtenues par [24] qui ont montré que le potassium à titre d'exemple, joue un rôle important dans le développement racinaire, l'absorption des cations notamment NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} . L'accession niébé blanc présente les meilleurs résultats au niveau des paramètres agro-morphologiques que ceux du niébé rouge. En effet le poids de 100 g de niébé blanc (17,5 g) est plus élevé que celui du niébé rouge (9,4 g). Ainsi, le niébé blanc contiendrait plus de réserves énergétiques que celui du niébé rouge ce qui confirmerait les résultats de [25] sur les accessions de niébé du Ghana et qui estiment que l'accumulation des réserves dans les graines dépend du génotype de ces graines. Bien que le niébé blanc présente de bons résultats, la longueur de la tige du niébé rouge est plus élevée que celle du niébé blanc pour le traitement T0 (témoin). Cela pourrait s'expliquer par les maladies et agressions de ravageurs qui ont réduit la croissance du niébé blanc. Ces mêmes observations ont été rapportées par [26, 27] sur des variétés de niébé. En ce qui concerne la teneur en eau, il n'y a aucun effet significatif bien que le taux soit très élevé pour les différentes accessions et cela quel que soit le traitement. En effet, de nombreux travaux ont montré qu'au cours de la phase végétative du niébé, la plante absorbe beaucoup d'eau pour sa croissance [28]. Le nombre de ramification est plus important chez le niébé blanc (4,27) que chez le niébé rouge (1,80) pour le même traitement T1 (75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière). En effet, il existe une différence significative entre ces deux accessions de niébé pour ce paramètre. Cette différence n'a pas été observée par [29]. Cette variabilité pourrait s'expliquer par la différence entre les variétés utilisées au cours de ces deux études.

5. Conclusion

L'analyse des sols a permis de mettre en évidence que le sol de termitière *Macrotermes bellicosus* est acide, riche en éléments minéraux, matière organique et une texture argileuse, alors que le sol environnant est moins acide, moyennement riche en matière organique et une texture sableuse. L'utilisation de fertilisant tel que 100 % de sol de termitière n'a pas donné les résultats escomptés, ce qui n'a pas été le cas du sol environnant qui donne les meilleurs résultats. Cependant, les substrats composés de 75 % de sol environnant et 25 % de sol de termitière ainsi que 50 % de sol environnant et 50 % de sol de termitière ont permis une augmentation significative de certains paramètres agro-morphologiques (nombre de ramification et le poids frais). L'accession niébé blanc est plus performante que le rouge en ce qui concerne les paramètres étudiés. L'utilisation de ce fertilisant organique en milieu paysan ne serait pas un meilleur alternatif au problème récurrent de la pauvreté des sols auquel les paysans sont confrontés à cause de son acidité.

Références

- [1] - FIDA, Perspectives de la sécurité alimentaire et nutritionnelle à l'échelle planétaire, Objectifs internationaux 2015 de réduction de la faim : des progrès inégaux, (2011) 2 p.
- [2] - M. A. D BOYE, N. J. KOUASSI, D. F. SAKO, E. K. BALLO D. C. TONESSIA, J. G. SEU, K. AYOLIE, N. B. C. KOFFI, S. E. S. YAPO et Y. J. KOUADIO, Evaluation des composantes du rendement de 16 variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) Fabaceae, *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 5 (2) (2016) 628 - 636
- [3] - F. M. P. N'GBESSO, G. P. ZOHOURI, L. FONDIO, A. H. DJIDJI et D. KONATÉ, Etude des caractéristiques de croissance et de l'état sanitaire de six variétés améliorées de niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) en zone centre de Côte d'Ivoire, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (2) (2013 b) 457 - 467
- [4] - B. MOUSSA, D. J. LOWENBERG, J. FULTON and K. BOYS, The economic impact of cowpea, research in West and Central Africa : a regional impact assessment of improved cowpea storage technologies, *Journal Stored Production Research*, 47 (2010) 147 - 156
- [5] - N. DJIRABAYE, N. D. AMOS et B. Le DIAMBO, Etude de la variabilité agro-morphologique de quarante-cinq cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) de la zone soudanienne du Tchad, *Afrique Science*, 11 (3) (2015) 138 - 151
- [6] - N. KOUAME, N. J. KOUASSI, K. AYOLIE, K. B. YAO et K. J. YATTY, Influence de l'association culturale sur la capacité de nodulation de trois espèces de légumineuses : arachide, niébé et soja vert, *Journal of Applied Biosciences*, 145 (2020) 14930 - 14937
- [7] - A. A. GBAGUIDI, P. ASSOGBA, M. DANSI, H. YEDOMONHAN et A. DANSI, Caractérisation agro-morphologique des variétés de niébé cultivées au Bénin, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (2) (2015) 1050 - 1066
- [8] - K. AYOLIE, J. G. SEU, D. C. TONESSIA, N. J. KOUASSI, A. C. X. OBO, S. E. S. YAPO et K. J. YATTY, Étude de la qualité agronomique de quelques écotypes de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) walp. (Fabaceae)] collectés en Côte d'Ivoire, *Afrique Science*, 12 (5) (2016) 78 - 88
- [9] - N. J. KOUASSI, A. M. H. KOFFI, N. M. YAH, Y. I. J. KOUAKOU et K. J. YATTY, Influence de la densité de semis sur les paramètres agronomiques de trois variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp), Fabaceae) cultivées en Côte d'Ivoire, *Afrique Science*, 13 (4) (2017) 327 - 336
- [10] - I. DIOP, A. KANE, T. KRASOVA-WADE, K. B. SANON, P. HOUNGNANDAN, M. NEYRA et K. NOBA, Impact des conditions pédologiques et du mode cultural sur la réponse du niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) à l'inoculation endomycorhizienne avec *Rhizopus irregularis*, *Journal of Applied Biosciences*, 69 (2013) 5465 - 5474
- [11] - D. SORO, K. AYOLIE, F. G. BI ZRO, F. Y. YEBOUA, H. K. K. KOUADIO, S. BAKAYOKO, P. T. ANGUI and J. Y. KOUADIO, Impact of organic fertilization on maize (*Zea mays* L.) production in a ferrallitic soil of Centre-West Côte d'Ivoire, *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3 (6) (2015) 556 - 565
- [12] - J. P. BOGA, "Etude expérimentale de l'impact de matériaux de termitières sur la croissance, le rendement du maïs et du riz et la fertilité des sols cultivés en savane sud-soudanienne, Boro-Borotou, Côte d'Ivoire", Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, (2007) 231 p.
- [13] - J. A. MOKOSSESSE, G. JOSENS, J. MBOUKOULIDA and J. F. LEDENT, Effect of field application of *Cubitermes* (*Isoptera termitidae*) mound soil on growth and yield of maize in Central Africa Republic, *Agronomie Africaine*, 24 (3) (2012) 241 - 252
- [14] - I. BA, Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Rapport d'exécution et présentation des principaux résultats, Côte d'Ivoire, (2014) 49 p.
- [15] - A. H. N'GUESSAN, K. F. N'GUESSAN, K. P. KOUASSI, N. N. KOUAME et P. W. N'GUESSAN, Dynamique des populations du foreur des tiges du cacaoyer, *Eulophonotus myrmeleon*, Felder (Lépidoptère : Cossidae) dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire, (2014) 9 p.

- [16] - O. ANCELIN et J. DURANEL, Mémento Sols et Matières Organiques, *Agro-Transfert R & T et Chambres d'Agriculture de Picardie*, (2007) 52 p.
- [17] - Y. P. KALRA and D. G. MAYNARD, Methods manual for forest soil and plant analysis, Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Centre, Edmonton, Alberta, Information Report NOR-X-319E, (1991)
- [18] - J. KJELDAHL, A new method for the determination of nitrogen in organic matter, *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22 (1883) 366 - 382
- [19] - S. OLSEN, C. COLE, F. WATANABE and L. DEAN, Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, USDA Circular Nr 939, US Gov. Print. Office, Washington, D.C., (1954)
- [20] - B. DABIN, Application des dosages automatiques à l'Analyse des Sols, *Cah.O.R.S.T.O.M.sér. Pédologie*, 3 (1967) 257 - 286
- [21] - J. FOURNIER, C. BONNOT-COURTOIS, R. PARIS, O. VOLDOIRE et M. Le VOT, Analyses granulométriques, principes et méthodes, *CNRS, Dinard*, (2012) 99 p.
- [22] - D. SOME, E. HIEN, K. ASSIGBETSE, J. J. DREVON et D. MASSE, Dynamique des compartiments du carbone et de l'azote dans le sol cultivé du niébé et sorgho dans le système zaï en zone Nord soudanienne du Burkina Faso, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (2) (2015) 954 - 969
- [23] - P. JACQUES et P. JOBIN, La fertilisation organique des cultures, Les bases FABQ (*Fédération d'Agriculture Biologique du Québec*), (2005) 25 p.
- [24] - FAO, Notion de nutrition des plantes de la fertilisation des sols, *Manuel de formation projet Intrants*, Nigéria, (2005) 24 p.
- [25] - I. Z. DOUMBIA, R. AKROMAH and J. Y. ASIBUO, Comparative study of cowpea germplasms diversity from Ghana and Mali using morphological characteristics, *Journal Plant Breeding and genetics*, 1 (3) (2013) 139 - 147
- [26] - P. Q. M. CRAUFURD and R. H. ELLIS, Summerfied and Menin L. Development in Cowpea *Vigna unguiculata*. In "The influence of temperature on seed germination and seedling emergence", *Experimental Agriculture*, 32 (2013) 5 - 12
- [27] - O. A. ZAKARI, I. BAOUA, L. AMADOU, M. TAMO et B. R. PITTENDRIGH, Les contraintes entomologiques de la culture de niébé et leur mode de gestion par les producteurs dans les régions de Maradi et Zinder au Niger, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (3) (2019) 1286 - 1299
- [28] - A. A. ADELUSI and J. D. AILEME, Effects of light and nutrient stress on some growth parameters of cowpea (*Vigna unguiculata*(L.) Walp), *Res. J. Bot.*, 1 (3) (2006) 95 - 103
- [29] - F. M. P. N'GBESSO, L. FONDIO, B. E. K. DIBI, A. H. DJIDJI et C. N. KOUAME, Etude des composantes du rendement de six variétés améliorées du niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp), *Journal of Applied Biosciences*, 63 (2013 a) 4754 - 4762