

Deuxième article : Évaluation de l'effet de quatre nouvelles fumures minérales sur le cotonnier en milieu contrôlé au Togo

Par : K. P. Akantetou, K. Z. Koffi, B. Ayeva, N. Gnofam et B. Bonfoh

Pages (pp.) 14-21.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - *Numéro Spécial Productions Végétales, Animales et Halieutiques, Économie Rurale, Sociologie Rurale, Agronomie, Environnement, Développement Durable & Sécurité Alimentaire de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) – Octobre 2019*

Le BRAB est en ligne (on line) sur les sites web <http://www.slire.net> & <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Programme Information Scientifique et Biométrie (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : brabinrab@yahoo.fr / craagonkanmey@yahoo.fr

Évaluation de l'effet de quatre nouvelles fumures minérales sur le cotonnier en milieu contrôlé au Togo

K. P. Akantetou³, K. Z. Koffi³, B. Ayeva³, N. Gnofam³ et B. Bonfoh³

Résumé

La baisse de la fertilité et l'acidification des sols des systèmes de production à base de coton constitue un réel problème pour le développement de la filière dans la sous-région ouest africaine et particulièrement au Togo. En vue de corriger la fertilité des sols en culture cotonnière au Togo, un essai d'évaluation de l'efficacité agronomique de quatre nouvelles fumures minérales du cotonnier a été installé en milieu contrôlé sur trois sites répartis dans les différentes régions agro-écologiques cotonnières du Togo. Ces fumures minérales NPKSB enrichies en CaO et/ou en MgO, ont été comparées à la fumure minérale NPKSB actuellement vulgarisée et à un témoin sans fertilisation dans un dispositif en blocs de Fisher avec six répétitions. Les observations ont porté sur les caractéristiques agromorphologiques du cotonnier. Les résultats ont montré que sur tous les sites, le rendement moyen en coton-graines des quatre nouvelles fumures ont été améliorées comparativement au témoin sans engrais, mais identiques à celui de la fumure actuellement vulgarisée. Parmi ces quatre nouvelles formules, deux ont induit, en moyenne un gain en rendement coton-graines de 3% à 4,7%. Il s'agit des formules NPKSBCa (14-18-18-5-1-2,5) et NPKSBCaMg (15-15-15-5-1-2,5-2,5) à la dose de 200 kg.ha⁻¹. Ces deux formules vont être testées en milieu réel dans les différentes zones agro-écologiques cotonnières en vue de leur vulgarisation au Togo.

Mots clés : Fertilité, nouvelles fumures minérales, cotonnier, Togo

Evaluation of the effect of four new mineral fertilizers on cotton in a controlled environment in Togo

Abstract

Declining fertility and acidification of the soil in cotton systems production is a real problem for the development of the agriculture sector in West Africa and particularly in Togo. In order to improve the soil fertility in cotton growing system in Togo, an evaluation of the agronomic efficiency of four new mineral fertilizers of cotton was installed in a controlled environment on three sites. These four new mineral fertilizers NPKSB enriched with CaO and/or MgO were compared to the NPKSB apply commonly and a non-fertilized control in a Fisher block device with six replicates. The evaluated parameters are the agromorphological traits. The results revealed at all the sites the average seed cotton yield obtained with the four new mineral fertilizers are best than the average seed cotton yield obtained with the control and are statistically identical with the average cotton yield of NPKSB apply commonly. Among these four new fertilizers, two induced an average, a gain in seed cotton yield of 3% to 4.7%. These are the NPKSBCa (14-18-18-5-1-2.5) and NPKSBMg (15-15-15-5-1-2.5-2.5) formulations at a dose of 200 kg.ha⁻¹. These two fertilizers are going to be tested in real environment in different agroecological zones of the cotton production with a view to their popularization.

Keys words: Fertility, new fertilizers, cotton plant, Togo.

INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, les sols cultivés sont en permanente dégradation (Sanchez *et al.*, 1997). Cette dégradation se manifeste à travers la baisse des stocks de carbone, de minéraux et l'acidification des sols (Feller et Milleville, 1977a ; Deen et Kataki, 2003 ; Hien, 2004 ; Kintche, 2011). Elle est l'une des causes de baisses de rendement au champ des systèmes de production agricole et partant de l'insécurité alimentaire. Il est constaté également que les formules d'engrais minéraux actuellement utilisées en zone cotonnière en Afrique de l'Ouest ont très peu évolué depuis leur mise

³Dr Ir. K. P. AKANTETOU, Centre de Recherche Agronomique de la Savane Humide (CRA-SH), Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), BP 01 Anié, E-mail: pakantetou@yahoo.fr, Tél. : (+228)90337592, République du Togo
MSc. K. Z. KOFFI, CRA-SH/ITRA, BP 01 Anié, E-mail : kofzovodu@yahoo.fr, Tél. : (+228) 90 32 61 01, République du Togo
B. AYEVA, CRA-SH/ITRA, BP 01 Anié, E-mail : bassarouayeve@yahoo.fr, Tél. : (+228)90 03 22 24, République du Togo
N. GNOFAM, CRA-SH/ITRA, BP 01 Anié, E-mail : gnophe2005@yahoo.fr, Tél. : (+228) 90 38 42 25, République du Togo
Dr B. BONFOH, CRA-SH/ITRA, BP 01 Anié, E-mail : b_bonfoh@yahoo.fr, Tél. : (+228) 90 05 30 59, République du Togo

au point vers les années 1980. En plus, la perturbation climatique à travers la quantité et la mauvaise répartition des pluies au cours des campagnes agricoles connaissent des changements qui sont défavorables à la production agricole.

Selon les études conduites au Mali par Cretenet *et al.* (1994), la perte moyenne de rendement par année de culture de cotonnier dans la rotation est estimée à 33 kg/ha. Au Togo, Kintche (2011) a montré que la dégradation des sols cultivés, et spécialement ceux en culture de coton, est due principalement aux différentes pratiques culturales. Ces pratiques sont caractérisées par une culture continue sans jachère, avec zéro ou faible apport d'engrais minéraux et une évacuation des résidus de récoltes (Kintche, 2011 ; Koulibaly, 2011 ; Mawussi, 2015). Même, l'apport uniquement de forte dose de fumure minérale en culture continue contribue aussi à la dégradation des sols (Kintche, 2011 ; Igué *et al.*, 2016). Pourtant, dans la stratégie de relance de la filière cotonnière, qui vise à produire 200 000 tonnes de coton-graines d'ici 2022, il est prévu de faire passer le rendement national en coton-graine de 800 à 1.600 kg.ha⁻¹ (MAEP, 2013). Ce rendement ne peut être atteint que si la fertilité des sols, un des facteurs déterminants de la productivité, est corrigée.

Il est alors important d'améliorer les méthodes de gestion de la fertilité des sols capables d'augmenter les éléments nutritifs du sol en vue d'une production en quantité et en qualité de coton-graines. Pour répondre à cette préoccupation, il a été retenu, au niveau des pays du Programme Régional de Production Intégrée du Coton en Afrique (PR-PICA), d'évaluer l'efficacité agronomique de quatre nouvelles fumures minérales de coton enrichies en Calcium et/ou en Magnésium. La présente étude visait à (i) déterminer en milieu contrôlé les effets de ces nouvelles fumures sur les paramètres agromorphologiques de la culture cotonnière et à (ii) identifier une ou deux meilleures formules à vulgariser.

ZONES D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée durant deux campagnes agricoles successives (2015 et 2016) sur la station du Centre de Recherche Agronomique de la Savane Humide (CRA-SH) à Kolokopé (7°49'N et 1°20'E) dans la région des Plateaux à environ 200 km au Nord de Lomé et sur deux de ses Points d'Appui (PA) dans divers régions agro-écologiques productrices de coton au Togo suivants : (i) le PA de Tantigou (10°52'N et 0°10'E) dans la région des Savanes ; (ii) le PA de Amoutchou (7°23'N et 1°10'E) dans la région des Plateaux.

Concernant la pluviométrie, la région des Savanes, est caractérisée par un climat du type tropical soudanien (à partir du 8^{ème} parallèle) à une saison pluvieuse qui va de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. Dans cette zone, la pluviométrie annuelle varie de 850 à 1.400 mm et la période de croissance des végétaux est inférieure à 175 jours. Dans cette zone le cotonnier y est cultivé de juin à décembre. La région des Plateaux jouit d'un climat tropical guinéen (au Sud du 7^{ème} parallèle) caractérisé par deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses de durées inégales. La pluviométrie annuelle varie de 1.000 à 1.600 mm. La pluviosité au cours des deux campagnes d'étude a varié suivant les sites et les années. Les cumuls annuels de pluies à Kolokopé et dans les autres sites d'étude ont été résumés dans le tableau 1.

Tableau 1. Hauteur annuelle de pluie dans les sites d'études

Site	Hauteur annuelle de pluie (mm)	
	2015	2016
Station Kolokopé	729,5	1.028,2
Point d'Appui de Amoutchou	769,8	1.283
Point d'Appui de Tantigou	1.179,7	1.094,6

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Dispositif expérimental

L'essai a été conduit dans un dispositif en blocs de Fisher avec six objets en six répétitions. Quatre nouvelles fumures minérales de fond NPKSB enrichi en CaO et/ou en MgO ont été mises en comparaison avec la formule NPKSB actuellement vulgarisée et un témoin sans fertilisation (Tableau 2).

Tableau 2. Formules d'engrais minéraux testées

Traitements	Fumures	Dose (kg.ha ⁻¹)
T0	Sans fumure	0
T1	NPKSB (12-20-18 -5-1)	200
T2	NPKSBCa (14-18-18-5-1-2,5)	
T3	NPKSBMg (15-10-20-5-1-3,5)	
T4	NPKSBCaMg (15-15-15-5-1-2,5-2,5)	
T5	NPKSBCaMg (15-10-20-5-1-2,5-2)	

Conduite de l'étude

Les parcelles d'expérimentation ont été labourées au tracteur. Le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae), variété STAM129A, a été utilisée pour le semis au niveau de tous les sites. Les dates de semis ont varié d'un site à l'autre suivant le calendrier établi par l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA). Ainsi, les semis ont été réalisés sur les parcelles entre le 1^{er} et le 30 juin à Tantigou dans la région des Savanes. Dans la région des Plateaux, les semis ont été réalisés entre le 10 juin et le 10 juillet à KoloKopé (station) et à Amoutchou.

La parcelle élémentaire a été de 5 lignes de 20 m de long chacune. Le semis a été réalisé avec des écartements de 0,8 m entre les lignes et de 0,3 m entre les poquets. Le démariage a été effectué au 15^{ème} jour après la levée et deux plants ont été laissés par poquet. Chaque formule minérale mise en comparaison a été apportée à la dose de 200 kg.ha⁻¹ entre 10-15^{ème} jours après la levée et l'urée (46% d'azote) en complément à la dose de 50 kg.ha⁻¹ entre 40-45^{ème} jours après la levée sur chaque parcelle élémentaire.

Paramètres mesurés

Sur l'ensemble des sites, le prélèvement du sol sur les horizons 0-20 cm et 20-40 cm a été effectué avant le labour pour des analyses de granulométrie et de la composition en élément minéraux. Pour suivre l'évolution de la croissance des cotonniers en fonction des traitements, des mesures de hauteurs sur 10 plants dans chaque parcelle utile ont été faites au 35^{ème}, 50^{ème}, 80^{ème} jours après semis et aussi à la récolte. La densité des cotonniers a été déterminée à la levée, au 35^{ème} jour après levée et à la récolte. Les autres paramètres mesurés ont porté sur l'indice de récolte, le nombre de branches fructifères (BF) et végétatives (BV), le nombre de capsules en première position sur les branches fructifères 1 à 5 et 6 à 11, le rendement en coton-graine et le rendement en biomasse sèche.

Analyses statistiques des données

Les données des paramètres mesurés ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) et la signification a été considérée au seuil de 5%. Le tableur EXCEL a été utilisé pour la saisie des données et les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT Version 2014. Le test HSD de Tukey a été utilisé pour la discrimination des moyennes et les résultats ont été présentés sous forme de tableaux.

RESULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques chimiques des sols

Les résultats d'analyse des échantillons de sol prélevés ont montré que la composition physicochimique des sols a varié d'un site à un autre comme suit (tableau 3) : (i) à Tantigou, le sol est caractérisé par un faible pH, faible teneur en base échangeable, faible teneur en carbone organique, en azote, en phosphore et en potassium. Sur le plan granulométrique, les sols de Tantigou ont été sableux avec de faible proportion d'argile. De faibles teneurs en aluminium dans le sol ont été notées sur ce site ; (ii) sur la Station de Kolokopé, le sol a été caractérisé par un faible pH, une teneur moyenne en bases échangeables, en carbone organique, en azote, en phosphore et en potassium. Sur le plan granulométrique, le sol de la Station a été sablo-argileux avec une proportion moyenne en limon ; (iii) à Amoutchou, le sol est caractérisé par un faible pH, faible teneur en base échangeable, teneur moyenne en azote, faible teneur en carbone organique, en phosphore et en potassium. Sur le plan granulométrique, le sol d'Amoutchou a été sableux avec de faible teneur en argile.

Tableau 3. Caractéristiques chimiques moyen des sols des parcelles de l'essai sur la Station et les points d'appui

Caractéristiques		Caractéristiques chimiques moyen des sols des parcelles de l'essai à		
Granulométrie	Unité	Tantigou	Station Kolokopé	Amoutchou
Sable Gros (2000-200)	%	40,34	14,63	43,99
Sable Fin (200-50)		34,36	44,85	43,87
Limon Gros (<50µm)		14,56	8,53	4,28
Limon Fin (<20µm)		5,21	8,24	3,45
Argile (<2µm)		5,53	23,75	4,41
N-total	mg/kg	300,00	860,00	776,67
P-total		365,21	510,82	387,89
P-Bray1		13,33	6,50	10,50
K-total	%	0,10	0,10	0,12
Carbone Organique	%	0,22	1,10	0,45
Na+	cmol+/kg	0,05	0,09	0,06
K+		0,10	0,17	0,13
Ca ²⁺		0,50	6,05	1,41
Mg ²⁺		0,22	3,81	0,28
CEC-Ag		1,72	8,83	2,74
H+	cmol/kg	0,09	0,06	0,06
Al ³⁺		0,08	""	""
pH-eau		5,82	5,75	5,76
pH-KCl		4,44	5,13	4,86

Effets des formules d'engrais sur la croissance en hauteur des cotonniers

L'analyse de variance a montré que les moyennes des valeurs de la hauteur des plants de cotonniers à la récolte ont connu des variations hautement significatives sur tous les sites (Tableau 4) en 2015.

Tableau 4. Hauteur (en cm) des plantes à la récolte

Traitement	Hauteur (en cm) des plantes sur le site		
	Tantigou	Amoutchou	Kolokopé
T0	58,1 ± 8,1 b	85,7 ± 6,8b	69,5 ± 7,6c
T1	79,1 ± 9,6 a	142,9 ± 57,4 a	95,8 ± 7,1 ab
T2	81,3 ± 8,6 a	130,6 ± 4,5 a	89,9 ± 3,4 b
T3	82,3 ± 9,3 a	130,8 ± 10,3 a	97,7 ± 6,7 ab
T4	84,7 ± 10,8 a	125,3 ± 4,4 ab	92,8 ± 9,8 ab
T5	91,2 ± 12,3 a	111,6 ± 6,2 a	102,4 ± 7,6 a
Moyenne	79,4 ± 9,8	121,2 ± 14,9	91,4 ± 7,0
Probabilité	<0,0001	0,005	< 0,0001

Les valeurs à l'intérieur d'une colonne sont des moyennes ± écart-type. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre eux au seuil de 5%. F : valeur de Fisher calculé, Pr > F : probabilité de se tromper en affirmant que F calculé est supérieur à F théorique lu sur la table de Fisher, HS : différence hautement significative.

Sur les trois sites (Tantigou, Amoutchou et Kolokopé), le constat a été que les nouvelles fumures minérales (T2, T3, T4 et T5) ont eu les mêmes effets que la formule minérale vulgarisée (T1) qui ont amélioré la croissance des cotonniers par rapport à la hauteur moyenne des cotonniers du traitement sans fumure (T0).

Moins de croissance des cotonniers a été notée sur la station de Kolokopé et sur le Point d'Appui de Tantigou. Ces faibles hauteurs des cotonniers à la récolte s'expliquent par la faible pluviosité enregistrée au cours de la campagne agricole 2015 sur ces sites (tableau 1). En effet, la station de Kolokopé a seulement 400 mm de pluie au cours du cycle du cotonnier en 2015 contre un besoin de 600 mm au moins. Par contre le site d'Amoutchou a eu une pluviosité relativement bonne qui a permis le développement normal des cotonniers.

Effet des fumures sur l'architecture et la charge capsulaire du cotonnier

Le nombre moyen de branches végétatives a été identique au seuil de 5% pour toutes les fumures testées sur la Station et sur les PA d'Amoutchou et de Tantigou (tableau 5). Par contre, l'analyse de la variance et, le test de discrimination des moyennes ont révélé que le nombre de BF porté par les cotonniers des parcelles ayant reçues les nouvelles fumures (T2, T3, T4 et T5) a été identique à celui de la fumure vulgarisée au Togo (T1), mais supérieur à celui du témoin sans engrais (T0) (tableau 6).

Les résultats ont montré une différence très significative (tableau 7) entre le nombre moyen de capsules par plant obtenu avec les nouvelles fumures et le nombre moyen de capsules par plant du témoin sans fumure sur le site de Tantigou. Les résultats étaient restés identiques sur les autres sites (Amoutchou et Kolokopé).

Tableau 5. Nombre de branches végétatives du cotonnier à Amoutchou, sur la Station Kolokopé et à Tantigou suivant les différentes fumures testées

Formules	Nombre de branches végétatives du cotonnier à		
	Amoutchou	Kolokopé	Tantigou
T0	2,03± 0,05 a	1,05 ± 0,23 a	1,85 ± 0,16 a
T1	2,17± 0,12 a	1,07 ± 0,30 a	1,95 ± 0,26 a
T2	2,10± 0,13 a	1,25 ± 0,33 a	2,02 ± 0,25 a
T3	2,17± 0,15 a	1,19 ± 0,30 a	1,84 ± 0,26 a
T4	2,20± 0,23 a	1,05 ± 0,33 a	2,00 ± 0,30 a
T5	2,18± 0,15 a	1,09 ± 0,35 a	1,99 ± 0,10 a
Moyenne	2,15 ± 0,15	1,12 ± 0,3	1,94 ± 0,22
Prob (%)	26,6	75,7	47,3

Les valeurs à l'intérieur d'une colonne sont des moyennes ± écart-type. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différents entre eux au seuil de 5%. NS = différences non significatives, S = différences significatives, HS = différences hautement significatives.

Tableau 6. Nombre de branches fructifères du cotonnier à Amoutchou, sur la Station Kolokopé et à Tantigou suivant les fumures minérales

Fumure	Nombre de branches fructifères du cotonnier à		
	Amoutchou	Kolokopé	Tantigou
T0	8,03± 0,84 b	5,20 ± 1,15 a	5,92 ± 1,61 b
T1	10,4± 0,93 a	5,47 ± 0,58 a	8,29 ± 1,78 a
T2	10,4± 0,89 a	5,82 ± 0,84 a	7,92 ± 1,19 ab
T3	10,4± 1,22 a	6,34 ± 0,76 a	8,45 ± 2,74 a
T4	10,0± 0,84 a	6,09 ± 0,97 a	8,27 ± 1,80 a
T5	10,5± 0,98 a	5,69 ± 1,13 a	8,69 ± 1,69 a
Moyenne	9,98 ± 1,26	5,77 ± 0,94	7,92 ± 1,8
Prob (%)	0,1	25,1	0,7

Les valeurs à l'intérieur d'une colonne sont des moyennes ± écart-type. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différents entre eux au seuil de 5%. NS = différences non significatives, S = différences significatives, HS = différences hautement significatives.

Tableau 7. Nombre moyen de capsules par plant suivant les fumures minérales

Fumures	Nombre moyen de capsules par plant sur le site		
	Tantigou	Amoutchou	Kolokopé
T0	8,24 ± 2,27 b	8,24 ± 1,54 a	6,76 ± 3,21 a
T1	11,6 ± 3,78 ab	10,65 ± 1,44 a	6,77 ± 1,18 a
T2	13,6 ± 2,41 a	10,44 ± 2,17 a	6,86 ± 1,71 a
T3	14,3 ± 2,73 a	11,79 ± 2,00 a	8,24 ± 2,73 a
T4	13,4 ± 3,38 a	10,77 ± 2,45 a	6,3 ± 1,41 a
T5	14,6 ± 1,61 a	10,22 ± 2,12 a	7,4 ± 1,09 a
Moyenne	12,63 ± 2,7	10,35 ± 1,95	7,06 ± 1,89
Probabilité	0,006	0,049	0,684

Les valeurs à l'intérieur d'une colonne sont des moyennes ± écart-type. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre eux au seuil de 5%. F : valeur de Fisher calculé, Pr > F : probabilité de se tromper en affirmant que F calculé est supérieur à F théorique lu sur la table de Fisher, HS : différence hautement significative.

Effets des fumures sur le rendement en biomasse sèche

L'analyse de la variance a révélé que les rendements moyens en biomasse à Amoutchou, des nouvelles fumures ont été statistiquement identiques au rendement en biomasse de la fumure vulgarisée (T1) mais supérieures à celui du témoin sans fumure (T0) (tableau 8). Sur la Station, les rendements moyens en biomasse de tous les traitements ont été statistiquement identiques. Les indices de récolte ont été également statistiquement identiques pour toutes les fumures testées sur la Station Kolokopé et à Amoutchou.

Tableau 8. Rendement en biomasse sèche et indice de récolte suivant les fumures minérales à Amoutchou et sur la Station

Fumures	Rendement en biomasse		Indice de Récolte	
	Amoutchou	Kolokopé	Amoutchou	Kolokopé
T0	1096,02 ± 327,06 b	1112,49 ± 413,04 a	0,51 ± 0,07 a	0,29 ± 0,07 a
T1	1671,27 ± 406,23 a	1333,25 ± 456,96 a	0,52 ± 0,05 a	0,30 ± 0,10 a
T2	1873,89 ± 764,95 a	1367,25 ± 1101,5 a	0,49 ± 0,04 a	0,35 ± 0,21 a
T3	2086,13 ± 542,25 a	1790,45 ± 539,09 a	0,49 ± 0,06 a	0,20 ± 0,10 a
T4	1916,37 ± 303,50 a	1347,11 ± 795,54 a	0,47 ± 0,07 a	0,30 ± 0,15 a
T5	2005,72 ± 304,10 a	1076,42 ± 498,07 a	0,45 ± 0,11 a	0,34 ± 0,12 a
Moyenne	1774,9 ± 550,02	1337,83 ± 671,28	0,49 ± 0,07	0,3 ± 0,14
Prob (%)	5	49	56	43

Les valeurs à l'intérieur d'une colonne sont des moyennes ± écart-type. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différents entre eux au seuil de 5%. NS = différences non significatives, S = différences significatives.

Effets des fumures sur le rendement coton-graines des cotonniers

Les résultats de l'analyse de variance consignés dans les tableaux 9 et 10 ont montré que les valeurs moyennes du rendement en coton-graines ont connu une variation hautement significative à Amoutchou et à Tantigou en 2015 et hautement significative sur les trois sites en 2016. A Tantigou, les nouvelles fumures minérales T2 et T4 (2015) et T2 et T3 (2016) ont permis d'avoir un rendement moyen statistiquement similaire à celui obtenu avec le traitement sans apport d'engrais. Par ailleurs, l'analyse de variance a révélé que l'apport des engrais minéraux (T2, T3, T4, T5 et le témoin vulgarisé) a permis une nette amélioration des rendements en coton graine par rapport au témoin sans engrais (T0) en 2015 et en 2016.

Tableau 9. Rendement en coton graine (kg.ha⁻¹) suivant les fumures minérales testées sur les PA d'Amoutchou, Tantigou et sur la Station 2015

Fumures	Rendement en coton graine (kg.ha ⁻¹) sur le site		
	Amoutchou	Kolokopé	Tantigou
T0	598,19 ± 193,53 b	1095,84 ± 188,76 a	350,70 ± 176,96 b
T1	869,68 ± 217,55 a	1443,80 ± 281,24 a	601,63 ± 152,87 a
T2	909,72 ± 161,86 a	1587,91 ± 546,86 a	471,30 ± 187,15 ab
T3	999,31 ± 191,24 a	1414,55 ± 381,79 a	612,50 ± 165,60 a
T4	949,07 ± 171,63 a	1293,57 ± 124,02 a	527,09 ± 123,50 ab
T5	877,68 ± 131,43 a	1189,73 ± 288,85 a	618,06 ± 261,23 a
Moyenne	867,28 ± 177,88	1337,57 ± 301,92	530,21 ± 177,89
Probabilité (%)	<0,0001	9,100	0,900

Les valeurs à l'intérieur d'une colonne sont des moyennes ± écart-type. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différents entre eux au seuil de 5%. NS = différences non significatives, HS = différences hautement significatives.

Tableau 10. Rendement en coton graine (kg.ha⁻¹) suivant les différentes fumures testées sur les PA d'Amoutchou, Tantigou et sur la Station Kolokopé 2016

Fumures	Rendement en coton graine (kg.ha ⁻¹) sur le site		
	Tantigou	Amoutchou	Kolokopé
T0	328,91 ± 44,76 b	722,46 ± 89,46 b	685,77 ± 113,46 b
T1	574,22 ± 121,96 a	1175,24 ± 118,25 a	1241,85 ± 204,36 a
T2	522,66 ± 156,68 ab	1196,76 ± 124,05 a	1128,48 ± 146,02 a
T3	523,96 ± 106,52 ab	1133,34 ± 199,22 a	1300,35 ± 74,18 a
T4	648,44 ± 203,19 a	1146,53 ± 106,83 a	1125,35 ± 132,69 a
T5	613,29 ± 107,01 a	1100,00 ± 266,99 a	1284,21 ± 141,37 a
Moyenne	535,25 ± 123,35	1079,06 ± 150,80	1127,67 ± 135,35
Probabilité	0,004	< 0,0001	< 0,0001

Les valeurs à l'intérieur d'une colonne sont des moyennes ± écart-type. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre eux au seuil de 5%. F : valeur de Fisher calculé, Pr > F : probabilité de se tromper en affirmant que F calculé est supérieur à F théorique lu sur la table de Fisher, HS : différence hautement significative.

Le rendement moyen a varié d'un site à l'autre suivant l'état de fertilité initiale du sol. En effet, sur les sites d'Amoutchou et Tantigou où l'analyse des échantillons de sol a révélé des teneurs faibles en base échangeable et en matière organique qui a été accentué en 2015 par la faible pluviosité enregistrée au cours du cycle du cotonnier. Ces résultats obtenus sont similaires à ceux obtenus par Hien (2016) qui a évalué les mêmes formules en milieu contrôlé au Burkina Faso en 2015. Ces résultats montrent également l'intérêt de la matière organique dans la valorisation des engrais minéraux par les plantes (Kintche, 2011 ; Koulibaly, 2011 ; Mawussi, 2015). Les sites qui ont un taux de matière organique relativement bon ont permis aux fumures minérales d'induire un meilleur rendement en coton graine. Toutefois, ces rendements sont insuffisants par rapport au potentiel de la variété qui est de 3.000 kg.ha⁻¹.

CONCLUSION

L'étude évalue l'effet de quatre nouvelles fumures sur les paramètres agronomiques du cotonnier dans trois différents types de sols. A l'issue de l'expérimentation, il ressort que les quatre nouvelles formules permettent d'avoir un rendement moyen en coton-graines identique à celui du témoin vulgarisé quel que soit le type de sol. Les rendements moyens induits par l'apport des engrais sont

faible sur le site d'Amoutchou et très faible à Tantigou où les sols sont très pauvres en matière organique. Ces résultats montrent que, malgré l'effet que les engrais minéraux donnent pour l'amélioration des rendements, il faut des sols riches en matière organiques pour que les cotonniers optimisent l'utilisation des engrais minéraux. Les tests en milieu paysan de ces nouvelles formules, en conditions pédologiques beaucoup plus diversifiées, vont permettre de confirmer ces résultats.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Blanchard, M., 2010 : Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au Mali-sud : savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage. *Thèse de doctorat, Sciences de l'Univers et Environnement. Université Paris-Est, Créteil Val de Marne, Ecole Doctorale SIE - Sciences, Ingénierie et Environnement, 301 p.*
- Cretenet, M., D. Dureau, B. Traore, D. Ballo, 1994 : Fertilité et fertilisation dans la région sud du Mali : du diagnostic au pronostic. *Agriculture et développement n° 3 août 1994, pp 4-12.*
- Deen, W., Katak, P.K., 2003: Carbon sequestration in a long-term conventional versus conservation tillage experiment. *Soil and Tillage Research, 74, 143-150.*
- Feller, C., Milleville, P., 1977 : Evolution des sols de défriche récente dans la région des Terres Neuves (Sénégal Oriental). I : Présentation de l'étude et évolution des principales caractéristiques morphologiques et physico-chimiques. *Cahiers ORSTOM, Série Biologie 12 (3), 199-211.*
- Hien, E., 2004 : Dynamique du carbone dans un Acrisol ferrugineux du Centre Ouest Burkina: Influence des pratiques culturales sur le stock et la qualité de la matière organique. *Thèse de Doctorat, ENSA Montpellier, 137 p.*
- Hien, C., 2016 : Evaluation de l'efficacité de nouvelles formules d'engrais minéraux sur la nutrition minérale et le rendement du cotonnier sur des sols ferrallitiques, ferrugineux et brun eutrophe. *Mémoire d'Ingénieur du développement rural option : agronomie, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Burkina Faso. 56 p.*
- Kintche, K., 2011 : Analyse et modélisation de l'évolution des indicateurs de la fertilité des sols cultivés en zone cotonnière du Togo. *Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne et Université de Lomé, 191 p.*
- Koulibaly, B., 2011 : Caractérisation de l'acidification des sols et gestion de la fertilité des agrosystèmes cotonniers au Burkina Faso. *Thèse de doctorat, option sciences appliquées ; Spécialité : Agro-pédologie. Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 183 p.*
- MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la Pêche), 2013 : Document d'orientation stratégique de la filière coton au Togo. Document de travail. Nouvelle société Cotonnière du Togo (NSCT). Lomé, Togo. 60 p.
- Mawussi G., K. A. Adden, J. M. Sogbedji, K. D. Ayisah, K. Sanda, 2015 : Identification et hiérarchisation d'éléments nutritifs déterminants pour la production du maïs (*Zeamaysl.*) sur sols ferrugineux tropicaux au Sud du Togo. *REV. CAMES - VOL.03 NUM.02. pp. 45-49.*
- Igue, M. A., A. C. Oga, I. Balogoun, A. Saidou, S. Youl, G. Kpagbin, A. Mando, J. M. Sogbedji, 2016 : Détermination des formules d'engrais minéraux et organiques sur deux types de sols pour une meilleure productivité de maïs (*Zeamaysl.*) dans la Commune de Banikoara (Nord-Est Du Bénin). *European Scientific Journal édition vol.12, No.30 pp. 362-377.*
- Sanchez, P.A., K. D. Shepherd, M. J. Soule, F. M. Place, A. U. Mukwonye, R. J. Bursch, F. R. Kwasiga, A.-M.N. Izac, C. G. Ndiritu, P. L. Wooster, 1997: Soil fertility replenishment in Africa: an investment in natural resource capital, in: Bursch, R.J., Sanchez, P.A., Calhoun, F. (Eds.), *Replenishing Soil Fertility in Africa*. Soil Science, pp. 1-46.