

# Effets comparés de deux formes d'engrais sur les rendements et la nutrition minérale en zone cotonnière au Burkina Faso

O. Traoré<sup>1</sup>, B. Koulibaly<sup>1</sup> & D. Dakuo<sup>2</sup>

Keywords: Cotton- Fertilization- Complex formulation- Bulk formulation- Yield- Mineral Nutrition- Burkina Faso

## Résumé

*Le coût élevé des engrais minéraux constitue un des facteurs limitants en culture cotonnière. Des expérimentations ont été menées dans 4 sites de la zone cotonnière du Burkina Faso pendant deux années consécutives. La forme bulk, moins coûteuse est comparée à la forme complexe de l'engrais coton habituellement utilisé. Le dispositif expérimental utilisé est un bloc Fisher comparant les 4 traitements suivants: le témoin sans engrais, le complexe coton, le bulk blending, le bulk local. Les éléments N, P, K, S et B sont apportés respectivement aux doses constantes de 44; 44,5; 21; 9 et 1,5 kg/ha pour les parcelles fertilisées. Les résultats obtenus montrent que sur des sols acides, pauvres en matière organique et en bases échangeables, les rendements obtenus par le bulk et le complexe sont équivalents. La nutrition minérale du cotonnier est assurée aussi bien par le bulk que le complexe coton et se traduit par des indices de nutrition optimale (> 100) en phosphore, potassium et soufre. Le bulk, avec un plus faible coût, confirme par son efficacité agronomique équivalente à celle du complexe, l'intérêt de son utilisation en culture cotonnière.*

## Summary

### Compared Effects of Two Formulations of a Mineral Fertilizer on Yield and Mineral Nutrition of Cotton in Burkina Faso

*The high cost of mineral fertilizers is the main constraint in cotton production. Experimentations were led during 2 years on 4 sites of cotton production area of Burkina Faso. The bulk formulation of cotton mineral fertilizer was compared to the complex formulation commonly used in cotton production. The experimental design is a block Fisher with 4 treatments and 6 replicates. The following treatments were applied: control without fertilizer, complex formulation of the mineral fertilizer, bulk blending formulation of the mineral fertilizer, local bulk formulation of the mineral fertilizer. N, P, K, S and B were respectively applied at constant rates of 44; 44.5; 21; 9 and 1.5 kg/ha on fertilized soils. The results showed that on acidic soils, with low organic matter content, no significant difference was obtained between the complex and the bulk formulation of the mineral fertilizer, with respect to the yields. Cotton mineral nutrition was supplied as well by the bulk as the complex formulation and this explained the high nutrition indexes (>100) for N, P and S. The bulk formulation with a lower cost than the complex formulation and an agronomic efficiency equivalent to that of the complex formulation, confirms the interest of using this formulation in cotton production.*

## Introduction

L'utilisation optimale des engrais est un des moyens les plus efficaces pour accroître la production agricole en Afrique subsaharienne. Cette région du monde est pourtant confrontée à des problèmes d'approvisionnement et de distribution des engrais (6, 17). Dans les systèmes de culture à base de cotonnier, la durabilité semble reposer principalement à la fois sur la fertilisation et sur les techniques de gestion rationnelle de la fertilité (15). Les formules d'engrais coton utilisées au Burkina Faso ont évolué au cours du temps pour mieux s'adapter aux conditions du sol tout en couvrant les besoins minéraux du cotonnier (8). Cependant, le coût élevé des engrais constitue une contrainte pour la production cotonnière et explique de ce fait les dérives (sous-dosage des engrais) en matière de fertilisation (12). Ainsi, dans le but de réduire le coût de la fertilisation du cotonnier, la forme bulk de l'engrais coton, moins chère que l'engrais complexe coton, a été testée pour évaluer ses effets sur les rendements et la nutrition minérale du cotonnier

## Matériel et méthodes

### Sites d'expérimentation

Des expérimentations ont été conduites en plein champ durant deux années consécutives (1994 et 1995), sur quatre sites qui se caractérisent par une pluviométrie comprise entre 800 et 1000 mm et un climat de type sud soudanien. Ces expérimentations ont été implantées, d'une part, en milieu contrôlé sur la station de recherche agricole

de Farako-Bâ (longitude 4°20 ouest, latitude 11°06 nord) et sur la ferme semencière de la société des fibres et textiles du Burkina (SOFITEX) à Boni (longitude 3°32' ouest, latitude 11°49' nord) et, d'autre part, en milieu semi-contrôlé dans les points d'appui à la pré vulgarisation et aux expérimentations multilocales de Kourouma et Diarabakoko.

### Matériel végétal

Trois variétés de cotonnier ont été utilisées. Il s'agit de la variété STAM42 pour le site de Boni, la variété FK290 pour les sites de Farako-Bâ et Diarabakoko et la variété GL7 pour le site de Kourouma. Ces variétés ont un cycle de 150 jours et des productivités en coton-graine de 1357 kg/ha pour GL7 et 2200 kg/ha pour STAM42 et FK290. La protection phytosanitaire des cotonniers a été réalisée à partir du 30<sup>e</sup> jour après la levée par des applications d'insecticides toutes les deux semaines d'intervalle.

### Fumure minérale

La fertilisation des cotonniers a été assurée par l'engrais coton NPKSB de la firme HYDROCHEM de formule 14-23-14-6-1 sous trois formes: la forme complexe, la forme bulk blending et la forme bulk local.

La forme complexe, appelée complexe coton, est un produit homogène fabriqué par voie chimique. Le bulk blending, est obtenu par un mélange mécanique d'engrais simples et binaires à l'usine. Le bulk local résulte d'un mélange manuel

<sup>1</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), BP 208, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Société Burkinabé des fibres et textiles (SOFITEX), BP 147, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Reçu le 16.12.05 et accepté pour publication le 28.04.06.

d'engrais simples et binaires selon les proportions suivantes: 50% de phosphate d'ammoniaque ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), 25% de sulfate d'ammoniaque (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 24% de chlorure de potassium (KCl) et 1% de boracine (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O). L'urée (46% N) est apportée à 40 jours après le semis du cotonnier pour le complément d'azote.

## Méthodes

Le dispositif expérimental est un bloc Fisher comportant 4 traitements et 6 répétitions. Les traitements appliqués aux parcelles élémentaires et correspondants aux formes d'engrais sont les suivants: témoin sans apport d'engrais, complexe coton, bulk blending, bulk local. Les parcelles fertilisées ont reçu des doses constantes de N, P, K, S et B qui sont respectivement 44; 44,5; 21; 9 et 1,5 kg/ha. Ces doses correspondent à un apport de 150 kg/ha d'engrais NPKSB et 50 kg/ha d'urée. La parcelle élémentaire d'une superficie de 80 m<sup>2</sup> comporte 5 lignes de plantes de cotonnier de 20 m de long avec des écartements de 0,80 m entre les lignes.

## Analyses et paramètres mesurés

Des prélèvements de sol ont été effectués sur l'horizon 0-20 cm. Les sols ont été ensuite séchés à température ambiante puis tamisés à 2 mm pour analyse. Des feuilles de cotonnier ont été prélevées à 70 jours après semis (diagnostic foliaire IRCT), sur les sites de Farako-Bâ et Boni en vue de déterminer les indices de nutrition des principaux éléments minéraux. Ces indices de nutrition en azote (I<sub>N</sub>), en phosphore (I<sub>P</sub>), en potassium (I<sub>K</sub>) et en soufre (I<sub>S</sub>) sont déterminés à partir des formules suivantes (5):

$$I_N = -1,65 + 14,55 * N + 3,84/P + 1,42 * p$$

$$I_P = 82,29 - 5,87/P + 12,45 * S + 1,45 * p$$

$$I_K = 93,11 - 71,08/K + 2,25/S + 2,99 * f$$

$$I_S = 99,60 - 6,58/S + 11,3/P + 1,24 * f$$

Où N, P, K et S exprimés en %, représentent la teneur de ces éléments dans la matière sèche, p exprimé en g, est le poids sec de 30 feuilles séchées à 70 °C à l'étuve et où f, une constante, correspond au niveau de floraison des plants au 70<sup>e</sup> jour après les semis.

La nutrition est alors estimée optimale pour un élément donné si l'indice est supérieur à 100, bonne si l'indice est compris entre 90 et 100, déficiente si l'indice est compris entre 80 et 90 et carencée si l'indice est inférieur à 80 (5).

À la récolte, les rendements en coton-graine ont été mesurés.

## Traitement des données

Le traitement statistique des données a été réalisé à l'aide du logiciel STATITCF. Le test de Newman-Keuhls est choisi pour

la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de probabilité 5%.

## Résultats

### Caractéristiques chimiques des sols

Les caractéristiques chimiques des sols indiquent d'importantes disparités entre les sites. Les teneurs des sols en matière organique sont inférieures à 1% avec les plus faibles teneurs à Diarabakoko. Sur l'ensemble des sites, les teneurs en phosphore assimilable sont faibles, se situant en dessous du seuil critique de 30 ppm défini par Berger *et al.* (2). Le complexe absorbant se caractérise par une pauvreté en bases échangeables surtout pour les sols de Diarabakoko. Ces sols sont fortement désaturés à Farako-Bâ et Boni avec respectivement des taux de saturation de 37 et 29%. À Kourouma et Diarabakoko par contre, les taux de saturation sont supérieurs à 80% (Tableau 1). Les pH, avec des valeurs comprises entre 5,2 et 5,75 montrent que ces sols sont acides avec un début d'apparition d'aluminium échangeable qui peut provoquer des phénomènes de toxicité sur cotonnier (4). Le P assimilable (P Olsen) demeure faible dans tous les sols avec des valeurs inférieures à 13 ppm.

### Influence des formes d'engrais sur les rendements et la nutrition minérale du cotonnier

Les rendements en coton graine varient selon les sites et sont influencés par les fumures appliquées (Tableau 2). Sur le témoin sans engrais, les rendements diminuent en moyenne de 29% en 1994 et de 19% en 1995 par rapport au complexe coton. Les rendements obtenus avec le complexe coton, le bulk blending et le bulk local sont équivalents sur tous les sites pendant les deux années d'expérimentation à l'exception du site de Boni en deuxième année. Sur les 4 sites, le rendement moyen en coton-graine obtenu sur les 2 années avec le bulk blending est amélioré de 5% par rapport à celui du complexe coton.

Le traitement sans engrais présente une nutrition azotée déficiente à Farako-Bâ comme à Boni avec des valeurs I<sub>N</sub> compris entre 80 et 90. L'apport des engrais améliore la nutrition azotée du cotonnier qui passe d'un stade de déficience à une nutrition azotée optimale (I<sub>N</sub> > 95). La forme bulk comme la forme complexe influence peu la nutrition du cotonnier en N, P, K et S (Tableau 3). Avec l'application d'engrais, les indices de nutrition pour l'azote et le potassium sont plus élevés à Farako-Bâ qu'à Boni où on obtient en revanche de meilleurs indices de nutrition phosphatée. Dans

Tableau 1  
Caractéristiques chimiques des sols des quatre sites sur l'horizon 0-20 cm

Caractéristiques	Farako-Bâ	Boni	Kourouma	Diarabakoko
Matière organique (%)	0,71	0,94	0,88	0,62
N total (%)	0,07	0,08	0,41	0,34
P assimilable (ppm)	6,75	12,71	4,6	12,7
P total (ppm)	34	34	134,1	57,3
Ca <sup>++</sup> (méq/100 g)	1,09	0,72	2,63	0,50
Mg <sup>++</sup> (méq/100 g)	0,34	0,24	1,39	0,11
K <sup>+</sup> (méq/100 g)	0,05	0,03	0,16	0,04
Na <sup>+</sup> (méq/100 g)	0,01	*nd	0,01	0,01
Somme des bases (S)	1,49	0,99	4,41	0,66
C.E.C (T)	4,05	3,42	4,16	0,83
S/T (%)	37,00	29	106	80
pH eau	5,49	5,56	5,70	5,6
Al <sup>3+</sup> (méq/100 g)	<0,001	<0,001	0,00	0,00
H <sup>+</sup> (méq/100 g)	0,04	0,08	0,01	0,00

\*nd: non détectable

**Tableau 2**  
**Rendements (kg/ha) de coton-graine obtenus en 1994 et 1995**

Traitements	Première année (1994)				Deuxième année (1995)			
	Site				Site			
	Farako-Bâ	Boni	Kourouma	Diarabakoko	Farako-Bâ	Boni	Kourouma	Diarabakoko
Témoin sans engrais	1237 b	997	729 b	803 b	1099	1007 b	1021	928
Complexe coton	1451 a	1103	1146 a	1340 a	1274	1067 b	1092	1238
Bulk blending	1581 a	1230	1233 a	1208 a	1347	1326 a	1112	1155
Bulk local	1487 a	932	1188 a	1326 a	1356	1067 b	1096	1159
F calculé	5,28	2,13	5,77	12,64	1,96	2,96	0,32	1,27
Signification	NS	NS	S	S	NS	S	NS	NS
CV (%)	9,3	15,4	19,8	13,2	18,5	17,8	13,5	9,4

Les chiffres suivis de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité 5%.

NS: non significatif, S: significatif.

**Tableau 3**  
**Indices de nutrition du cotonnier en azote ( $I_N$ ), phosphore ( $I_P$ ), potassium ( $I_K$ ) et soufre ( $I_S$ ) à 70 jours après semis**

Traitements	Site de Farako-Bâ				Site de Boni			
	$I_N$	$I_P$	$I_K$	$I_S$	$I_N$	$I_P$	$I_K$	$I_S$
Témoin sans engrais	88,32	113,03	103,95	106,38	85,52	105,41	91,65	102,10
Complexe coton	103,86	106,06	106,19	105,72	95,48	111,34	92,09	109,20
Bulk blending	101,70	106,33	105,93	105,71	102,17	112,37	92,32	104,90
Bulk local	102,33	105,16	105,38	104,65	100,48	119,63	92,10	106,42

tous les sites, la fertilisation a permis d'obtenir des indices de nutrition en phosphore, en potassium et en soufre supérieurs à 90 traduisant ainsi une nutrition qualifiée de bonne à optimale.

L'application d'engrais sous forme bulk ou complexe n'influence pas la nutrition minérale du cotonnier.

### Discussions

Les sols des sites d'étude se caractérisent par de faibles teneurs en matière organique. Le taux de matière organique chute à 0,6% qui est le seuil de non réponse aux engrais (3). Il convient dans ces conditions de maintenir les teneurs en matière organique du sol à un niveau acceptable par des restitutions organiques (11, 18). Les sols sont peu pourvus en azote total (< 1%) qui, selon Soltner (16) ne donne pas une indication précise de l'absorption par la plante de l'azote apporté par la fumure. Les teneurs en phosphore assimilable demeurent inférieures au seuil critique de 30 ppm défini par Berger *et al.* (2). Ceci confirme la pauvreté quasi générale des sols du Burkina en phosphore comme l'ont souligné Sédogo (14) et Lompo *et al.* (13).

Les sites d'étude, comme la plupart des sols de la zone cotonnière, se caractérisent aussi par un complexe absorbant pauvre en bases échangeables et par une acidité avec des valeurs faibles de pH.

La faible fertilité de ces sols est selon Deckers (9) et Bado *et al.* (1), une des contraintes qui limite la production agricole et qui justifie l'efficacité des engrais minéraux; ainsi, l'amélioration des rendements par les fumures minérales testées confirme l'effet positif des engrais.

La comparaison des rendements obtenus sur le sol fertilisé et le sol non fertilisé montre une baisse continue de la réponse des sols aux engrais. Ainsi, l'accroissement des rendements, suite à l'apport de l'engrais coton qui était en 1991 de 40% dans la zone cotonnière (7) n'est plus que de 29% quatre années plus tard.

Selon Berger *et al.* (3), la faible réponse des sols aux engrais minéraux est liée à la baisse des teneurs en matière organique alors que Bado *et al.* (1), l'attribuent au phénomène d'acidification de ces sols. La nutrition optimale en soufre pour le témoin sans engrais indique selon Braud (5), l'absence de problème de soufre sur ces sols cultivés.

La nutrition minérale du cotonnier est peu influencée par les formes d'engrais, ce qui est confirmé par les valeurs optimales des indices de nutrition pour l'azote, le phosphore, le potassium et le soufre avec le bulk et le complexe coton.

### Conclusion

L'étude permet de retenir que pour les rendements en coton-graine et pour la nutrition minérale du cotonnier, les effets du bulk sont équivalents à ceux du complexe coton. La diversification des formes d'engrais par l'utilisation du bulk sur cotonnier se justifie, d'une part, par son efficacité agronomique et, d'autre part, par son coût de revient qui est, selon Gernier et Harris (10), 10% moins cher que le complexe coton. L'efficacité agronomique, la réduction sensible du coût de la forme bulk par rapport à la forme complexe justifie l'intérêt pour cet engrais en culture cotonnière.

## Références bibliographiques

1. Bado B.V., Sédogo P.M., Cescas M.P., Lompo F. & Bationo A., 1997, Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers Agric. Vol. 6, 571-575.
  2. Berger M., Dakouo D. & Hien V., 1985, Recherche d'accompagnement, projet motorisation intermédiaire. Rapport de synthèse, I.N.E.R.A./ Programme coton, Multigr. 67 p.
  3. Berger M., Belem P.C., Dakouo D. & Hien V., 1987, Le maintien de la fertilité dans l'ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. Cot. Fib. Trop., Vol. XLII, fasc. 3, 201-210.
  4. Boyer J., 1978, Le calcium et le magnésium dans les sols des régions tropicales humides et sub-humides. Agr. Trop. 6, 7-11.
  5. Braud M., 1987, La fertilisation d'un système de culture dans les zones cotonnières soudano-sahéliennes. Supplément à Cot. Fib. Trop., série Doc., Etudes et synthèse, n° 8, 35 p.
  6. Coulibaly M., Kaboré G., Nikiéma A., Hien F. & Sawadogo D., 1983, Rapport du colloque national sur l'utilisation du Voltaphosphate. Ministère du développement rural, 58 p.
  7. Dakouo D., 1991, Maintien de la fertilité dans les systèmes de culture en motorisation intermédiaire: cas de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso. Rapport de synthèse, INERA/Programme coton, 49 p.
  8. Dakouo D., 1994, Les carences en potassium sur cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) dans les systèmes de culture: cas de la zone cotonnière ouest du Burkina. Thèse doct. Option sci. agronomiques. Univ. Nat. de Côte d'Ivoire, Abidjan, 141 p.
  9. Deckers J., 1993, La fertilité du sol et problème d'environnement dans différentes zones écologiques des pays en développement de l'Afrique sub-saharienne. Pp. 41-58, In: Van Reuler H. & W.H. Prins (ed): Rôle de la fertilisation pour assurer une production durable des cultures vivrières en Afrique Sub-saharienne, ISBN: 90-801673-2-0, Leidschendam, Pays-Bas, Ponen & Looijen, Wageningen, 259 p.
  10. Gernier H. & Harris G., 1993, Utilisation et approvisionnement des engrais en Afrique Sub-Saharienne. Pp. 185-198, In: Van Reuler H. & W. H Prins (ed): Rôle de la fertilisation pour assurer une production durable des cultures vivrières en Afrique Sub-saharienne, ISBN: 90-801673-2-0, Leidschendam, Pays-Bas, Ponen & Looijen, Wageningen, 259 p.
  11. Hien V., Sédogo P.M. & Lompo F., 1994, Gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso. Séminaire international FAO, CIRAD, CTA. Bilan et perspectives pour la promotion de systèmes agricoles durables dans la zone soudano-sahélienne. Pp. 47-59. 10-24 janvier 1994 Dakar, Sénégal.
  12. Lendres P., 1992, Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Burkina Faso. Mémoire d'ingénieur en Agronomie Tropicale (C.N.A.R.C.), 80 p.
  13. Lompo F., Sédogo M.P. & Hien V., 1995, Agronomic impact of Burkina phosphate and dolomite limestone. Pp. 54-66, In: H. Gerner & A.U. Mokwunye (ed). Use of phosphate rock for sustainable agriculture in West Africa. Miscellaneous Fertilizers studies N° 11. Muscle Schools, USA, IFDC Africa.
  14. Sédogo P.M., 1993, Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse Docteur ès-science. FAST/Univ. d'Abidjan, 343 p.
  15. Sement G., 1983, La fertilité des systèmes culturaux à base de cotonnier en Côte d'Ivoire. Neuf années d'expérimentation et d'observations multilocales (1973-1982). Supplément à Cot. Fib. Trop., Série Doc., Etudes et synthèses, n° 4, 40 p.
  16. Soltner D., 1996, Les bases de la production végétale, Tome I: le sol et son amélioration. 21<sup>e</sup> édit., Collection Science et Techniques Agricoles, ISBN: 2-907710-16-8, 464 p.
  17. Smaling E.M.A., 1993, Appauvrissement du sol en nutriments de l'Afrique sub-saharienne. Pp. 59-76. In: Van Reuler H. & W. H Prins (ed): Rôle de la fertilisation pour assurer une production durable des cultures vivrières en Afrique Sub-saharienne, ISBN: 90-801673-2-0, Leidschendam, Pays-Bas, Ponen & Looijen, Wageningen, 259 p.
  18. Van Der Pool F., 1993, Analyse et évaluation des options pour une agriculture durable, cas particulier du Mali. Pp. 77-98. In: Van Reuler H. & W. H Prins (ed): Rôle de la fertilisation pour assurer une production durable des cultures vivrières en Afrique Sub-saharienne, ISBN: 90-801673-2-0, Leidschendam, Pays-Bas, Ponen & Looijen, Wageningen, 259 p.
- 
- O. Traoré, Thèse de doctorat (PhD), Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), BP 208, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- B. Koulibaly, Ingénieur Agronome IDR, DEA, Ingénieur de Recherche, Chercheur du Programme coton à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Université Ouagadougou, BP 208 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- D. Dakouo, Thèse Doctorat FAST Abidjan, Attaché de Recherche, Directeur adjoint du Développement de la Production, Société Burkinabé des fibres et textiles (SOFITEX), BP 147, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.