

Evolution de la fertilité des sols dans un système cotonnier-céréales au Nord Cameroun: diagnostic et perspectives

J.-P. Olina Bassala¹, M. M'Biandoun¹, J.A. Ekorong² & P. Asfom³

Keywords: Soil- Fertilisation- Organic manure- Cotton- Northern Cameroon

Résumé

Un diagnostic sur l'évolution des propriétés des sols a été réalisé au Nord-Cameroun, entre 2004 et 2005. Quatre méthodes ont été retenues, les observations visuelles des plantes, les analyses foliaires, les analyses de sol et les essais de fertilisation. Il s'agissait d'évaluer le niveau de la fertilité des sols à travers la réaction du cotonnier aux différentes doses d'engrais et de déceler les carences éventuelles sur ces plantes. Les analyses de sol confirment les carences en phosphore ($P < 30$ ppm), potassium ($K < 3\%$) et en magnésium ($Mg < 5\%$) observées visuellement sur les feuilles des cotonniers. L'application de l'engrais complémentaire a des effets variables selon les zones. Cet effet est faible dans l'Extrême Nord, plus important dans le Nord et nul dans la région de Touboro. Le faible niveau de la CEC (5 à 8 méq./100 g), appelle à un renforcement nécessaire de l'apport de la matière organique dans ces sols pour augmenter l'efficacité en éléments minéraux. La production et l'utilisation de la matière organique à travers les pratiques d'intégration agriculture-élevage et de semis direct sur couverture végétale, est une perspective immédiate afin de diminuer les apports des engrais minéraux.

Summary

Changes in Soil Fertility under the Cotton and Cereal Farming System in North Cameroon: Diagnostic and Perspectives

A study on soil property changes was carried out in North Cameroon between 2004 and 2005. Four methods were used: visual observations of plants, leaf analysis, soil analysis and fertilisation trials. The latter was to evaluate soil fertility level through the response of cotton plants to different fertilizer doses and to determine possible deficiencies. Soil analyses confirmed deficiencies of phosphorus ($P < 30$ ppm), potassium ($K < 3\%$) and magnesium ($Mg < 5\%$), whose symptoms were visible on cotton leaves. Fertilizer application had varying effects that depend on the zones; being weak in Far North Province, strong in the North and negligible in the Touboro region. The low level of CCE (5 to 8 méq./100 g), shows that it is necessary to add organic manure to the soil in order to improve the efficiency of chemical fertilizers. The using and production of organic manure from integrated of cropping and livestock practices and direct sowing with cover crop system it should be envisaged in the immediate future. This will also contribute in the reduction of the doses of chemical fertilizers.

Introduction

Au Cameroun, la culture cotonnière couvre environ 250 000 hectares (ha) et est pratiquée par près de 300 000 paysans dont la surface moyenne par producteur se situe aux environs de 0,8 ha (5). Cette culture constitue le moteur de l'économie des provinces septentrionales du pays. Cependant, cette culture est soumise comme les autres spéculations à plusieurs contraintes, notamment une pluviométrie de plus en plus irrégulière et une baisse de la fertilité des sols (11). Les facteurs qui favorisent la baisse de la fertilité des sols en zone cotonnière nord camerounais sont, entre autres, la pression anthropique sur le foncier, les pratiques culturales caractérisées par des apports d'engrais en dessous des doses recommandées et sans restitution des résidus. La disparition des jachères longues, entraîne également une dégradation de l'environnement productif. Sur le long terme, il y a une tendance à la baisse des rendements de l'ordre de 30% sur 20 ans, soit 11 kg/ha/an (17). Des études menées sur l'évolution de la fertilité des sols au Nord Cameroun (1, 8, 9, 11, 12, 13), ont mis en évidence la confirmation des baisses des teneurs en azote du sol et l'insuffisance du phosphore disponible auxquelles s'ajoutent celles de nouveaux éléments (1). Les doses et formules d'engrais vulgarisées actuellement dans la zone cotonnière ont été mises au point depuis une vingtaine d'années. Dans cet intervalle de temps, il se peut qu'il y ait eu des modifications dans les déséquilibres chimiques des éléments minéraux des sols cultivés avec apparition des carences nouvelles dans la région, ou un renforcement de celles qui existaient déjà. Fort de ce constat, la recherche devrait approfondir

ces observations et proposer des solutions techniques durables et économiquement rentables aux agriculteurs. Pour l'instant, la Société de Développement du Coton du Cameroun (SODECOTON) se doit de trouver des solutions techniques en relation avec le problème des doses et de formulations des engrais en vue de corriger les carences et réduire l'impact de celles-ci sur la production cotonnière. Dans cette optique, entre 2004 et 2005 un diagnostic sur les carences du sol en éléments minéraux a été réalisé et un essai a été mis en place en milieu réel contrôlé. Les objectifs étaient d'évaluer le niveau de la fertilité des sols à travers la réaction du cotonnier aux différentes doses d'engrais et de déceler les carences éventuelles des cotonniers par des observations visuelles, complétées par les analyses des plantes et du sol.

Matériel et méthodes

Caractéristiques de la zone

Deux grandes zones (Nord et l'Extrême Nord) ont été retenues pour le diagnostic des carences minérales et l'implantation des essais, ces zones (Tableau 1) présentent des caractéristiques différentes par rapport à la pluviosité, les types de sol (2) et la densité de population (4).

Diagnostic foliaire sur cotonniers

Le diagnostic foliaire a été effectué sur les plantes de cotonnier, de maïs et de sorgho. Mais nous nous limitons dans cet article aux observations sur le cotonnier seulement, car la réponse du cotonnier aux engrais est meilleure et plus

¹IRAD, Station polyvalente de Garoua, B.P. 415, Garoua, Cameroun.

*E.mail: olina.jp@hotmail.com

²ASCAM, Douala, Cameroun.

³SODECOTON, Garoua, Cameroun.

Reçu le 12.06.06 et accepté pour publication le 08.05.08.

Tableau 1
Caractéristiques des zones

Zones	Types de sol	Pluviosité	Population
Nord (Garoua et Touboro)	-ferrugineux sur grès -sableux à sablo-argileux: 1 900 000 ha -sol pauvre en matière organique	900-1000 mm/an à 1200 mm/an vers Toubo	10-60 hbts/km ² et 5-10 hbts/km ² saturation foncière autour de Garoua
Extrême-Nord (Plaine du Diamaré et Kaélé)	-sol plus argileux -vertisols: 1 200 000 ha -sol pauvre en phosphore et azote	600-800 mm/an	60 à 100 hbts/km ² foncier saturé

*hbts: habitants

fidèle que celle des cultures vivrières (15). Les observations réalisées en 2004 sur les cotonniers dans les champs paysans, ont porté sur les colorations des feuilles et les modifications de leurs états. Elles ont été complétées par les différentes analyses des sols. Les résultats d'analyses foliaires ne concernent que le potassium, le magnésium, le manganèse, le zinc, le bore et le soufre. Sans couvrir toutes les zones, les échantillons de feuilles ne concernent que 5 localités proches des sites d'implantation de l'essai, et représentent les différentes zones retenues (Mayo Bangaï, Bibémi, Gashiga, Ndock et Bougoye). Les feuilles prélevées au hasard dans les parcelles sont celles situées sous la fleur du jour. Les prélèvements des échantillons des feuilles ont eu lieu en pleine floraison des cotonniers, qui est le stade phénologique où les carences se manifestent le plus au niveau des organes comme les feuilles.

Prélèvement de terre

La terre a été prélevée dans les objets témoins. Il s'agissait de prélever l'horizon de surface (H1: 0 à 20 cm) sur toute sa profondeur et une partie de l'horizon 2 (H2: 20-40 cm). Il a été observé sur certains sites que les profondeurs des horizons 1 étaient supérieures à 40 cm (sol très sableux ou argileux). Dans ce cas un seul échantillon était prélevé sur 15 à 30 cm. Les échantillons de sol ont été séchés et passés au tamis de 2 mm au laboratoire de l'IRAD de Maroua-Cameroun. Les échantillons ont été conditionnés dans des sachets plastiques et transmis au laboratoire du CIRAD à Montpellier-France pour les analyses physico-chimiques. Les résultats des analyses des échantillons de terre ont été confrontés aux carences constatées sur les feuilles de cotonnier, et comparés à des valeurs seuils.

Essai: correction des carences du sol, en magnésium et potassium

L'objectif de cet essai mis en place en 2005, était de tester trois doses de magnésium et potassium en vue de la correction des carences en ces éléments dans les sols de la région cotonnière. Tous les objets ont reçu de la matière organique à la dose de 4 tonnes de matière sèche/ha. Les sites d'essai ont été choisis à partir d'un zonage agroclimatique réalisé par Dugué et ses collègues (4), et le découpage en grandes régions de culture cotonnière réalisé par la société cotonnière (SODECOTON), correspondant à de grands ensembles pédoclimatiques représentatifs des situations culturales rencontrées dans la zone cotonnière.

Dispositif

Le dispositif est composé des blocs de Fisher avec quatre traitements et trois répétitions. Dans un quart d'hectare, il y a

Tableau 2
Sites de l'essai

Zones	Régions	sites	Nombre d'essai
Extrême Nord	Tchatibali et Kaélé	Ta'ala	1
Nord	Guider	Guider	1
	Garoua	Gashiga	1
	Toubo	Toubo	1

trois blocs concernant chacun quatre parcelles élémentaires qui représentent les objets définis. Chaque parcelle élémentaire contient 15 lignes et chaque ligne mesure 16 mètres de long. La surface de la parcelle élémentaire est de 192 m². Les paramètres mesurés sont la densité des poquets à la levée, la densité des plantes à la récolte et les rendements.

Objets

B1: témoin formulation classique de chaque zone (Extrême Nord: engrais complet à la dose de 200 kg/ha de NPKSB (22 10 15 5-1); Nord et Touboro: engrais complet à la dose de 200 kg/ha NPKSB (15 20 15 6-1) + 50 kg/ha Urée (46% N); B2: témoin plus 1,5 doses de K plus 1 dose de Mg; B3: témoin plus 2 doses de K plus 1,5 doses de Mg; B4: témoin plus 2,5 doses de K plus 2 doses de Mg. La dose de K est de 30 kg de K₂O/ha; la dose de Mg est de 7,5 kg de MgO/ha. Les doses d'engrais conditionnées dans des sachets ont été appliquées en début de végétation.

Les analyses des données ont été faites à l'aide des logiciels Excel et Statitcf. L'analyse de variance et les comparaisons des moyennes, ont été faites par le test de Newman Keuls au seuil de 5%. Quatre sites ont été retenus pour l'essai: Ta'ala (Extrême-Nord), Guider, Gashiga (Zone du Nord) et Touboro dans le Sud Est Bénoué (Tableau 2).

Résultats

Diagnostic des carences en éléments minéraux et analyse de sol

Les observations visuelles sur les feuilles de cotonniers montrent des jaunissements des bordures et parfois internervaires suivis des nécroses sur les bordures. L'autre fait marquant est une coloration marron sur les limbes de manière centripète qui aboutit à une sénescence prématurée de la feuille, marquant les symptômes de carence en potassium (Figure 1).



Figure 1: Carence sévère en potassium en fin de cycle sur cotonnier Ta'ala (Nord Cameroun).



Figure 2: Carences en magnésium sur cotonnier à Gashiga (Nord-Cameroun).



Figure 3: Carence en potassium sur capsules de cotonnier à Godour (Extrême-Nord Cameroun).

Tableau 3
Teneurs en éléments minéraux dans les feuilles de cotonniers

Eléments	Teneurs seuils	Mayo Bangaï	Bibémi	Gashiga	Ndock	Bougoye
K	3-5%	1,4	1,2	1,8	2,36	1,6
Mg	0,5-0,9%	0,3	0,5	0,2	0,39	0,3
Mn	50-350%	181,3	74,6	526,7	394	265
Zn	20-60 ppm	38,7	36,9	26,0	33	250
B	20-60 ppm	28,7	33,7	51,4	43,6	32,5
S	0,2-0,4%	0,4	0,67	0,7	0,59	0,4

D'autre part, on a des cas de carence en magnésium qui se manifeste par des chloroses internervaires sur les vieilles feuilles qui va plus tard évoluer vers la coloration marron ou pourpre sur fond jaune (Figure 2). Dans les cas sévères, on a une coloration marron qui affecte les feuilles âgées et jeunes en même temps. En dehors de la coloration jaune internervaire observée sur les jeunes feuilles on peut constater des points nécrotiques ou gris sur les zones chlorosées, présentant des symptômes de carence en manganèse. Les carences en zinc se sont manifestées sur les jeunes feuilles, avec des inter-nœuds courts, une chlorose internervaire des jeunes feuilles avec un jaunissement orangé. On a remarqué différents tons de couleur jaune avec un mélange de couleurs sur un même limbe. Des phénomènes de capsules mal ouvertes ont été observés, sur les parcelles, parfois des cotonniers d'un même poquet présentent des aspects différents d'ouverture de capsules (Figure 3).

Les analyses de sol montrent que les teneurs en potassium (K) sont toutes inférieures ou très inférieures à la norme requise de 3% (Tableau 3). La carence est donc très sévère pour le potassium et variable selon les sites ou les localités. Les teneurs en magnésium sont inférieures aux teneurs seuils sauf dans le cas de Bibémi (Tableau 3). La carence est nette et même sévère dans certains sites.

Les teneurs en manganèse sont pour la plupart dans les normes. Mais avec pour certains sites, des cas de teneurs très élevées (Ndock proche de la région de Touboro) et pour d'autres les teneurs sont limites. Les risques de carence d'ici quelques années ne sont pas négligeables, (cas de Bibémi). Les teneurs en zinc (Zn) sont moyennes pour l'ensemble des résultats que nous avons, mais plus élevées dans le cas de Bougoye. Les risques de carence pour le zinc dans certaines localités sont élevés. Pour le bore (B), les teneurs se situent à l'intérieur des valeurs seuils. Mais des symptômes caractéristiques de carence ont été observés à Ndock, ce que ne révèlent pas les analyses foliaires. Nous

Tableau 4
pH du sol moyen pour les grandes zones

	Horizon H1	Horizon H2
Extrême Nord	6,09	6,04
Garoua	6,62	6,34
Touboro	6,11	5,78

Tableau 5
Teneurs en phosphore (mg/kg de sol)

	Horizon H1	Horizon H2
Extrême Nord	12,7	6,0
Garoua	3,8	2,6
Touboro	9,5	4,1

sommes donc dans une phase d'évolution de la carence qui peut devenir nette et grave dans quelques années. Toutes ces indications montrent qu'il y a une confusion des symptômes observés et que ce sont les carences en potassium et magnésium qui sont plus visibles.

Le pH du sol

En regroupant les données par grandes zones, nous constatons que le pH moyen est autour de 6 pour les sites échantillonnés, il est donc peu acide (Tableau 4).

Teneurs en phosphore (mg/kg)

Les valeurs montrent que la disponibilité du phosphore est faible (Tableau 5). En effet, toutes les valeurs de cet élément sont inférieures au seuil de 30 ppm. Ce qui signifie que les sols des sites d'échantillonnage sont carencés en phosphore.

Teneurs en matière organique (M.O), azote (N) et rapport C/N

Les sols nouvellement mis en culture comme dans le Sud

Tableau 6
Teneurs en matière organique (M.O), azote et rapport C/N

	M.O (en %)	N (en %0)	C/N
Extrême Nord	0,69	0,31	12,70
Garoua	1,27	0,49	14,95
Touboro	1,33	0,48	15,59

Tableau 7
Bases échangeables (méq./100 g)

	Ca	Mg	K	somme des bases	CEC
Extrême Nord	5,98	1,14	0,44	7,58	8,09
Garoua	8,21	2,7	0,21	11,26	10,36
Touboro	3,29	0,74	0,26	4,26	5,77

Est Bénoué (Touboro) présentent des teneurs supérieures à 1%, avec une texture sableuse. Pour les autres sites à sols très sableux, les teneurs en matière organique sont inférieures à 0,5% (Tableau 6). En regroupant les données en grandes zones, on note que les sols de l'Extrême Nord ont en moyenne les niveaux les plus bas (0,69%). La zone de Garoua et Touboro ont respectivement 1,27% et 1,33%. Les teneurs en azote du sol sont très faibles (0,42%). Les sols de l'Extrême Nord présentent les niveaux les plus bas (Tableau 6).

Les bases échangeables

Les données indiquent une grande variabilité des teneurs des bases échangeables dans le sol (Tableau 7). La texture des sols affecte la teneur en bases échangeables. Les sols les plus argileux ont des teneurs les plus élevées en bases échangeables contre des valeurs les plus basses pour des sols légers. La capacité d'échange cationique (CEC) est très faible. Elle varie de 2,44 à 17 méq. avec une moyenne voisine

de 8 méq. Ce qui confère à ces sols une faible capacité à maintenir les bases provenant de la minéralisation interne au sol et celles liées aux apports extérieurs par la fumure minérale. Il est à noter le niveau très bas de la CEC dans la zone de Touboro (Tableau 7), ce qui est à mettre en rapport avec la texture sableuse et des argiles du type kaolinite dans ce site.

Résultats de l'essai correction des carences en potassium et magnésium

A Ta'ala, l'analyse montre des différences significatives entre les moyennes des rendements entre les objets (Tableau 8). Les réponses des cotonniers par rapport à l'apport complémentaire de fortes doses de potassium et de magnésium (2,5 doses K + 2 doses de Mg) est très moyenne, soit + 257,8 kg/ha par rapport au témoin. Les doses faibles de potassium + magnésium (1,5 doses de K + 1 dose de Mg) donnent un surplus de rendement de + 151 kg/ha. Alors que les doses moyennes (2 doses de K + 1,5 doses de Mg), montrent des rendements plus faibles que le témoin (- 234 kg/ha).

A Gashiga, l'analyse des rendements (Tableau 8), montre des différences significatives entre les objets comparés. Le cotonnier répond positivement à l'application complémentaire des éléments minéraux. Les doses d'engrais complémentaires s'accompagnent d'une augmentation des rendements. Les fortes doses, permettent d'avoir un surplus de production de + 846 kg/ha de coton graine par rapport au témoin. Les doses moyennes donnent un surplus de + 664 kg/ha, par rapport au témoin. Une faible augmentation des doses augmente le rendement de + 508 kg/ha. Il y a une forte réponse des cotonniers aux apports d'éléments minéraux complémentaires, ce qui signifie que ces sols sont

Tableau 8
Densité de plantes et les rendements (kg/ha) de coton graine à Ta'ala

Objets	Nombre poquets/ha à la levée	Nombre plantes/ha à la récolte	Rendement (kg/ha)
B1 (témoin)	37578	56354	916 a
B2	36250	54505	1067 a
B3	36979	55469	682 b
B4	24799	54531	1174 a
	C.V: 28,4% Signif: 0,38 NS	C.V: 3,7% Signif: 0,67 NS	C.V: 11,2% Signif: 0,007 HS

c.v: Coefficient de variation; Signif.: signification au seuil de 5%; NS: non significatif; S: significatif; HS: hautement significatif. Sur une colonne, les valeurs affectées des mêmes lettres sont statistiquement équivalentes au seuil de 5%.

Tableau 9
Densité de plantes et les rendements (kg/ha) de coton graine à Gashiga

Objets	Nombre poquets/ha à la levée	Nombre plantes/ha à la récolte	Rendement (kg/ha)
B1 (témoin)	45000	56250	1718 c
B2	47526	59375	2226 b
B3	47083	58385	2382 ab
B4	46536	57708	2565 a
	C.V: 2,7% Signif: 0,17 NS	CV: 2,4% Signif: 0,13 NS	C.V: 5,2% Signif: 0,0009 HS

Tableau 10
Densité de plantes et les rendements (kg/ha) de coton graine à Touboro

Objets	Nbre. poquets/ha à la levée	Nbre. plantes/ha à la récolte	Rendement (kg/ha)
B1 (témoin)	29948	30807 b	1953
B2	29910	30651 b	2070
B3	30130	31110 b	1953
B4	30729	57708 a	1927
	C.V: 2,5% Signif: 0,58 NS	CV: 3,7% Signif: 0,000 HS	C.V: 8,9% Signif: 0,73 NS

en voie de forte dégradation chimique.

Les sols de la zone de Touboro, ont été nouvellement mis en valeur, ils sont donc considérés comme des sols relativement riches sur le plan de la fertilité. La comparaison des rendements ne montre pas de différences significatives entre les objets. Cependant, il y a une nette amélioration des densités des poquets à la levée et des plantes à la récolte avec des fortes doses d'éléments minéraux (Tableau 9). Les doses faibles donnent un surplus de rendement de + 117 kg/ha par rapport au témoin. Les doses moyennes, donnent le même rendement que le témoin. Alors que les fortes doses entraînent plutôt une diminution des rendements par rapport au témoin, soit - 26 kg/ha (Tableau 10). Ces analyses montrent que, plus les doses augmentent, plus les rendements tendent à baisser. Cela pourrait s'expliquer par acidification accrue des sols recevant de fortes doses d'engrais azotés.

Discussion

L'application de l'engrais complémentaire sur les cotonniers a des effets variables selon les zones. Cet effet est faible dans l'Extrême Nord, plus important dans le Nord et nul dans la région de Touboro. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les sols de l'Extrême Nord sont plus argileux, les carences en certains éléments comme le potassium sont moins accentuées que dans les sols sableux, et qu'un apport d'engrais supplémentaire améliore peu la production des plantes. Par contre, dans le Nord, les sols sont sableux avec une diminution importante de la matière organique (1, 13, 15), il y a aussi des pertes importantes des minéraux par lixiviation, qui peuvent être estimées entre 15 à 30 kg/ha d'azote/ha. Tous ces facteurs favorisent la manifestation des carences en éléments minéraux. Un apport de matière organique et d'engrais a donc un effet positif sur la production. Dans le site de Touboro, où les sols sont nouvellement mis en valeur avec des engrais minéraux à réaction globale non neutre, on peut penser qu'on assiste à une acidification du sol (15), par les engrais actuellement vulgarisés. L'apport de la matière organique à C/N assez bas (fumier) combinée avec l'engrais minéral résout les problèmes de chute de teneur en matière organique et d'acidification, et maintiennent des rendements élevés et surtout stables (16), d'où les réponses variables observées dans ce site. La réaction de la plante aux engrais complémentaires indique le niveau de fertilité du sol, lorsque les autres facteurs sont réunis. Cette réaction de la plante peut se décliner en trois réponses. Une production élevée suite à une application d'une forte dose d'engrais est un signe de perte de fertilité chimique, mais la production peut être maintenue à un bon niveau par application des engrais. Un niveau de production bas malgré les apports de fortes doses traduit une perte de la capacité de production du sol. Une absence de réponse avec des rendements élevés est un signe d'une fertilité encore bonne. Les analyses de sol confirment les carences observées visuellement à travers les symptômes de carence sur les feuilles des cotonniers. En terme de bilan minéral, les études ont montré que, pour le phosphore, le bilan entre les apports et les exportations est toujours positif, ce qui corrige progressivement la carence des sols, laquelle est assez forte et générale (14, 15). Il n'en est pas de même pour les autres éléments minéraux. Les carences en potassium et en magnésium sont en effet le reflet d'une indisponibilité de ces éléments dans le sol. Le bilan en potassium dans les systèmes de culture à base de cotonnier n'est positif que dans le cas de recyclage des résidus de culture, alors que celui du calcium et du magnésium est toujours déficitaire et très largement déficitaire lorsque les résidus sont exportés (13). Ces déficits du K et Mg, peuvent avoir une forte incidence dans la production du coton graine. Au Mali, deux seuils ont été établis dans la relation entre le potassium échangeable

du sol et les rendements obtenus en coton-graine dans l'horizon 0-40 cm. Le premier seuil est défini à 0,15 cmoles/kg. Le second est un seuil limite, estimé à 0,08 cmoles/kg. Entre les deux seuils, une baisse de 0,01 cmoles/kg conduit à une baisse du potentiel de production du coton-graine d'environ 100 kg/ha (3). Par ailleurs, les pratiques culturales actuellement vulgarisées ou en cours dans la zone cotonnière étaient valables en agriculture itinérante, avec de longues jachères. Ces pratiques deviennent limites pour une agriculture qui évolue vers une rotation permanente cotonniers/céréales. L'évolution des sols sous culture à base de cotonnier fait apparaître des problèmes de désaturation progressive du complexe adsorbant en Ca et Mg (13) et une diminution de la matière organique, comme l'ont montré les analyses de sol. Ce constat met en péril la durabilité des systèmes de culture. Pour les zones semi-arides et subhumides de l'Afrique de l'Ouest, la teneur en carbone organique est un des indicateurs potentiels de la durabilité des systèmes de production à base de cultures annuelles (7). Ces évolutions sont favorisées par la nature des engrais utilisés et par leur quantité, ainsi que par le brûlage et l'exportation systématiques des résidus de culture (10). La CEC qui est liée au pH et à la matière organique, a une valeur faible. Pour la culture cotonnière, le pH optimum se situe entre 6 et 7 (12), la valeur moyenne de 6 observée pour le pH dans nos essais, montre que nous sommes dans une marge acceptable. Mais dans ces sols, les argiles dominantes sont du type kaolinite, avec une faible densité de charges électriques négatives, elles participent donc très peu aux échanges cationiques dans le complexe adsorbant (6).

Conclusion et perspectives

En dehors des carences en azote et en phosphore, déjà connues, les carences les plus marquées concernent le potassium et le magnésium. D'autres éléments sont à la limite de la carence et le manque de ceux-ci pourrait se manifester à court terme. La fertilisation du cotonnier doit, à partir de ces résultats, se raisonner selon les zones de production, et le niveau de dégradation chimique et physique des sols concernés. L'apport de la matière organique dans ces sols est le gage d'une efficacité certaine des engrais minéraux. Nous recommandons le recyclage des résidus de culture et l'introduction des plantes à usages multiples (légumineuses, graminées) cultivées dans les rotations cotonnier-céréales, afin de préserver le complexe adsorbant. Il pourrait être envisagé, la diffusion des systèmes de culture en semis direct sur couvert végétal (SCV); l'utilisation des animaux (notamment les bovins) pour une plus grande production et utilisation de la fumure organique (à raison de 6 tonnes par ha de fumier tous les 3 ans). Ou alors renforcer les pratiques agro-forestières par l'utilisation des arbres comme l'*Acacia albida* qui est une essence traditionnellement présente et reconnue par les producteurs dans beaucoup de zones cotonnières du Nord Cameroun, pour son rôle fourrager et pour son comportement par rapport à la fertilité grâce à sa feuillaison inversée (en saison sèche). Toutes ces actions allant dans une perspective de diminuer les doses d'engrais minéraux en faveur d'un apport de matière organique. Cela permettra de retrouver un complexe argilo-humique stable et participant à la CEC, donc à la fertilité.

Remerciements

Les auteurs remercient la Direction de la production agricole de la SODECOTON au Nord Cameroun, pour avoir initié et supporté les frais relatifs à ce travail. Ces remerciements vont, particulièrement à M. M. Théze, qui s'y est investie personnellement. Merci à M. Cretenet dont la mission au Cameroun a permis des échanges fructueux qui ont permis d'améliorer ce travail.

Références bibliographiques

1. Boli B.Z., 1996, Fonctionnement des sols sableux et optimisation des pratiques culturales en zone soudanienne humide du Nord Cameroun. *In*: Centre des sciences de la Terre. Dijon: Université de Bourgogne, p. 385.
2. Brabant P. & Gavaud M., 1985, Les sols et les ressources en terre du Nord Cameroun (Provinces du Nord et de l'Extrême Nord). Bondy, France: ORSTOM, IRA.
3. Cretenet M., Dreau D., Traoré B. & Ballo D., 1994, Fertilité et fertilisation dans la région sud du Mali: du diagnostic au pronostic. *Agriculture et développement*, 3, 4-12.
4. Dugué P., Koulandi J. & Moussa C., 1994, Diversité et zonage des situations agricoles et pastorales de la zone cotonnière du Nord Cameroun. Projet Garoua, IRA, IRZV, Cameroun, 86 p.
5. Ekorong A.J., 2004, Evaluation du niveau général de la fertilité des sols. Convention SODECOTON –ASCAM. Nord Cameroun, 24 p. + annexes.
6. Fallalvier P., 1995, Physio-chimie des sols tropicaux. *In*: Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides. Pichot J., Sibelet N. and Lacoëuille J.-J. (éds), Montpellier, pp. 23-39.
7. Feller C., 1995, La matière organique du sol et la recherche d'indicateurs de la durabilité des systèmes de culture dans les régions tropicales semi-arides et subhumides d'Afrique de l'Ouest. *In*: Sustainable land management in African semi-arid and subhumid regions.
8. Fesneau C., 2004, Observatoire de la fertilité au Nord Cameroun. Evolution de la fertilité des sols du bassin de la Bénoué. Mémoire de DEA. Université de Bourgogne-France, CIRAD, IRAD, ESA-SODECOTON. 47 p. + annexes.
9. Fritz A. & Vallerie M., 1971, Contribution à l'étude des déficiences minérales des sols sous culture cotonnière au Nord Cameroun. *Coton et Fibres Tropicales*, 26, 273-301.
10. Ganry F., 1977, Etude en microlysimètres de la décomposition de plusieurs types de résidus de récolte dans un sol sableux tropical. *L'agronomie tropicale*, 32, 1, 51-65.
11. Guibert H., M'Biandoun M. & Olina J.-P., 2001, Impact de la fertilité des sols sur la production cotonnière au Nord Cameroun: IRAD PRASAC. Cameroun.
12. Guyotte K., Martin J. & Ekorong J., 1997, Fertilité des sols et réponse du cotonnier à la fertilisation. *In*: *Agricultures des savanes du Nord Cameroun: vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale*. CIRAD (ed). Garoua, Cameroun, pp. 409-428.
13. M'Biandoun M. & Douzet J.M., 2000, Evolution de la fertilité des sols sous culture dans les aménagements en courbe de niveau réalisés en 1996. Rapport d'analyse des résultats, IRAD-DPGT-SODECOTON. Garoua, Nord Cameroun.
14. Parry G., 1982, Le cotonnier et ses produits: GP. Maisonneuve et Larose, France.
15. Sément G., 1983, La fertilité des systèmes culturaux à base de cotonnier en Côte d'Ivoire. Neuf années d'expérimentation et d'observations multilocales 1973 à 1982. I.DES.SA. IRCT. Supplément à coton et fibres tropicaux, Série Doc., Etudes et synthèses; n°4.
16. Sibiri J.B.T., 1995, Evolution de la fertilité des sols sur un front pionnier en zone nord-soudanienne (Burkina Faso). Thèse de Doctorat-ès-Sciences Agronomiques, Institut National Polytechnique de Lorraine. 133 p. + annexes.
17. Sodécoton, 1978-1999, Rapports annuels, du département de la production agricole (DPA). Garoua, Nord Cameroun.

J.-P. Olina Bassala, Camerounais, DEA, systèmes de production, Chercheur à l'IRAD, Station polyvalente de Garoua, B.P. 415, Garoua, Cameroun. E.mail: olina_jp@hotmail.com

M. M'Biandoun, DEA, géographie physique, Chercheur à l'IRAD, Station polyvalente de Garoua, B.P. 415, Garoua, Cameroun. E.mail: mbiandoun_m@yahoo.fr

J.A. Ekorong, Camerounais, Doctorat en physiologie végétale, ASCAM, Douala, Cameroun. E.mail: ascamgaroua@yahoo.fr

Asfom P., Camerounais, Ingénieur agronome, SODECOTON, Garoua, Cameroun. E.mail: paul.asfom@sodecoton.cm