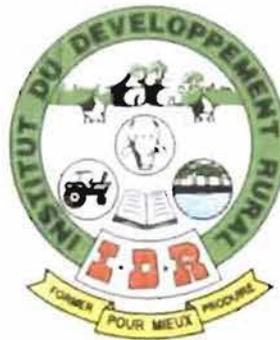


BURKINA FASO
Unité-Progrès-Justice

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET
SUPERIEUR

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

en vue de l'obtention du

DIPLOME DE MASTER II EN SCIENCE DU SOL

SPECIALITE : GESTION INTEGREE DE LA FERTILITE DU SOL (GIFS)

Thème : Relation entre potassium échangeable, matière organique et teneur en argile des sols dans les rotations coton-céréales sous culture.

Présenté et soutenu par *OUEDRAOGO Bouraïma*

Maître de stage : Dr Déhou DAKUO

Directeur de mémoire : Dr Bernard BACYE

N°.....2013/MASTER GIFS

Décembre 2013

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à ma mère OUEDRAOGO Lizéta.

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire est l'aboutissement d'un processus de formation au cours duquel nous avons bénéficié de soutiens divers de plusieurs personnes. Le bienfait ne devant jamais être perdu mais reconnu et apprécié à sa juste valeur, c'est donc pour nous le lieu de témoigner notre gratitude aux personnes à qui nous devons l'aboutissement à ce mémoire. Nous remercions particulièrement :

- Dr Déhou DAKUO, notre maître de stage, Directeur du Développement de la Production Cotonnière, pour la proposition du thème, ses conseils et la correction du mémoire. Malgré un programme chargé, il a toujours su manager son temps pour se prêter à notre préoccupation. Cette disponibilité conjuguée à ses connaissances en matière de fertilisation du sol nous a été d'un grand appui,
- le Directeur Général de la SOFITEX et tout le personnel pour l'accueil dans la structure,
- le Président de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB) et le Directeur de l'Institut du Développement Rural (IDR) pour avoir accepté mon inscription à ce master,
- Pr Hassan Bismarck NACRO, premier coordinateur du master GIFS. Je me souviens comme si c'était hier lorsqu'un lundi matin il m'a appelé au téléphone pour m'annoncer mon admission pour l'inscription au master. Malgré la distance qui sépare son nouveau poste à Niamey (Niger) et l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, il a toujours été présent pour nous dispenser les cours,
- Dr Bernard BACYE, actuel coordinateur du master GIFS qui, malgré ses multiples occupations, a toujours servi de courroie de transmission entre les étudiants, l'administration de l'université et AGRA afin que nous puissions faire les études dans de bonnes conditions. En plus du rôle de coordinateur, Dr BACYE en tant que notre Directeur de mémoire, nous a prodigué de bons conseils, a apporté des corrections à mon rapport afin d'améliorer la qualité de notre travail,
- Dr Koulibaly Bazoumana, Chef du Programme Coton qui a facilité l'analyse de nos échantillons au laboratoire GRN de l'INERA/Farako-Bâ et pour ses conseils surtout dans l'évaluation des indices de nutrition du coton,
- l'ensemble de tous les enseignants qui nous ont dispensé les cours. Grâce à ces différents cours, ils nous ont transmis les bases solides en matière de gestion intégrée de la fertilité du sol et suscité en nous, un goût de la recherche,

- les techniciens du programme coton et du laboratoire GRN de Farako-Bâ, en particulier M. Moussa SERI pour son soutien lors du prélèvement et la préparation des échantillons et M. Amoro OUATTARA pour l'analyse des échantillons,
- tous les collègues de la promotion pour la franche collaboration qui a régné pendant ces deux années que nous avons passées ensemble,
- tous les collègues stagiaires à la Direction du Développement de la Production Cotonnière (DDPC) et au programme coton avec qui nous avons passé de bons moments ensemble,
- la secrétaire de la DDPC qui prenait toujours contact avec notre maître de stage afin que nous ayons nos rendez-vous et aussi pour le tirage de notre mémoire,
- toute notre famille particulièrement notre épouse Sawadogo Fatoumata et notre fille Charifatou, les parents (mère, frères et sœurs) et les amis pour leurs divers soutiens,
- tous nos anciens camarades de service de la Kossi et du Kéné Dougou qui nous ont toujours appelés pour nous encourager dans nos études.
- Nous remercions sincèrement aussi du fond de notre cœur, les structures qui ont contribué pour nous tout au long de cette formation. Il s'agit de:
 - Alliance pour une Révolution Verte en Afrique (AGRA) qui nous a accordés une bourse pour ce master,
 - l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB) qui a assuré la formation,
 - la Société burkinabé des Fibres Textiles (SOFITEX) qui nous a accueillis pour le stage terrain.

A toutes ces personnes et structures, nous disons mille fois merci. Vos noms seront gravés à jamais dans notre mémoire car vous avez participé là, à inscrire une page décisive de notre vie.

Puisse Dieu, le Tout Puissant vous récompenser pour vos bienfaits.

TABLE DES MATIERES

	pages
DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME	viii
ABSTRACT.....	ix
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES FIGURES.....	xii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I- GENERALITES SUR LE POTASSIUM, L'ARGILE ET LA MATIERE ORGANIQUE.....	3
1.1 -Généralités sur le potassium.....	3
1.1.1- Origine du potassium dans le sol.....	3
1.1.2- Compartiments du potassium dans le sol.....	3
1.1.3- Problématique de la fertilisation potassique.....	5
1.1.3.1- Importance du potassium pour les cultures.....	5
1.1.3.2- Carences potassiqués dans les zones cotonnières.....	5
1.2- Généralités sur les argiles.....	6
1.2.1- Définition.....	6
1.2.2- Composition minéralogique des argiles.....	6
1.2.3- Propriétés et rôle des minéraux argileux.....	7
1.3- Généralités sur la matière organique du sol.....	8
1.3.1- Définition de la matière organique.....	8
1.3.2- Importance de la matière organique du sol.....	9
CHAPITRE II- GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE.....	10
2.1- Sites d'étude.....	10
2.1.1- Site de Boni.....	10
2.1.1.1- Localisation.....	10
2.1.1.2- Climat.....	10
2.1.1.3- Sols.....	11

2.1.1.4- Végétation.....	11
2.1.2- Site de Dossi.....	11
2.1.2.1- Localisation.....	11
2.1.2.2- Climat.....	12
2.1.2.3- Sols.....	12
2.1.2.4- Végétation.....	12
2.1.3- Station de recherche de Farako-Bâ.....	12
2.1.3.1- Localisation.....	12
2.1.3.2- Climat.....	12
2.1.3.3- Sols.....	13
2.1.3.4- Végétation.....	14
CHAPITRE III- MATERIELS ET METHODES.....	15
3.1- Matériels.....	15
3.1.1- Sols.....	15
3.1.1.1- Sols ferrallitiques.....	15
3.1.1.2- Sols ferrugineux.....	15
3.1.1.3- Sols bruns eutrophes.....	15
3.1.2- Matériel végétal : le coton.....	15
3.2- Méthodes.....	16
3.2.1- Dispositif expérimental.....	16
3.2.2- Prélèvement des échantillons de sol.....	16
3.2.3- Prélèvement des organes végétaux.....	16
3.2.4- Paramètres du sol mesurés et méthodes d'analyse.....	17
3.2.5- Paramètres mesurés sur les feuilles et méthodes d'analyse.....	17
3.2.6- Traitement des données.....	18
CHAPITRE IV- RESULTATS ET DISCUSSION.....	19
4.1- Résultat des analyses des sols.....	19
4.2- Indices de nutrition potassiques du coton.....	21
4.2.1- Indices de nutrition selon les types de sol.....	21
4.2.2- Discussion sur les indices de nutrition potassique du cotonnier.....	21

4-3- Relation potassium échangeable-argile et potassium échangeable-matière organique.....	22
4.3.1- Potassium échangeable et argile.....	22
4.3.1.1- Relation entre Potassium échangeable et argile.....	22
4.3.1.2- Discussion sur la relation entre potassium échangeable et argile.....	22
4.3.2- Potassium échangeable et matière organique.....	23
4.3.2.1- Relation entre potassium échangeable et matière organique.....	23
4.3.2.2- Discussion sur la relation potassium échangeable-matière organique.....	23
4.4- Relation entre les indices de nutrition potassique (IK) et teneur en argile et relation IK - matière organique	24
4.4.1- Les sols ferrallitiques	24
4.4.1.1- Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 0-20 cm.....	24
4.4.1.2- Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 20-40 cm.....	25
4.4.1.3- Relation entre indice de nutrition potassique IK et matière organique sur l'horizon 0-20 cm.....	25
4.4.1.4- Relation entre indice de nutrition potassique IK et matière organique sur l'horizon 20-40 cm.....	26
4.4.1.5- Discussion sur la relation IK-argile et IK-MO (sol ferrallitique).....	27
4.4.2- Sols ferrugineux.....	28
4.4.2.1- Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 0-20 cm.....	28
4.4.2.2- Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 20-40 cm.....	28
4.4.2.3- Relation entre indice de nutrition potassique (IK) et matière organique (MO) sur 0-20 cm.....	29
4.4.2.4- Relation entre indice de nutrition potassique IK et MO sur 20-40cm.....	29
4.4.2.5- Discussion sur la relation IK-argile et IK-MO (sol ferrugineux).....	30
4.4.3- Sols bruns.....	30
4.4.3.1- Relation entre indice de nutrition potassique IK et teneur en argile sur l'horizon 0-20cm.....	30
4.4.3.2- Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 20-40 cm.....	30
4.4.3.3- Relation entre indice de nutrition potassique et matière organique sur l'horizon 0-20 cm.....	31
4.4.3.4- Relation entre indice de nutrition potassique et matière organique sur l'horizon 20-40cm.....	32

4.4.3.5- Discussion sur la relation IK-argile et IK-MO (sol bruns).....	32
4.5- Indice de nutrition potassique IK, MO et Kéch.....	33
4.5.1 Relation entre indice de nutrition potassique IK-MO-K éch	33
4.5.2- Discussion sur la relation entre IK-MO-Kéch	33
CONCLUSION.....	35
BIBLIOGRAPHIE.....	36
ANNEXES.....	41
Annexe 1.....	41
Annexe 2.....	45

RESUME

Les carences potassiques sont de plus en plus observables sur le cotonnier dans la zone Ouest du Burkina Faso. Nous avons voulu comprendre quel est le lien entre les indices de nutrition potassique et certains paramètres de la fertilité du sol à savoir la teneur en potassium échangeable, le taux de matière organique et la teneur en argile. L'étude a été menée sur trois types de sol : les sols ferrallitiques, les sols ferrugineux et les sols bruns situés respectivement à Farako-Bâ, Boni et Dossi.

Une culture de cotonnier a été mise en place sur deux parcelles dont une où il y a eu apport de matière organique (6t/ha de compost de graine de coton) et l'autre parcelle sans apport de matière organique. Deux échantillons composites de sol ont été constitués (un pour l'horizon 0-20 cm et l'autre pour l'horizon 20-40 cm) pour chaque parcelle et les paramètres chimiques (p^H , MO, bases échangeables, CEC) et physiques (% d'argile) ont été analysés. Des analyses de feuilles ont été faites suivant la méthode de diagnostic foliaire de Braud (1984) afin de faire un rapprochement entre fertilité du sol en potassium et nutrition potassique.

L'étude a permis d'établir que :

- la teneur du potassium échangeable dans le sol n'est pas liée à la teneur des argiles et cela, quel que soit le type de sol (ferrallitique, ferrugineux et brun) et l'horizon (0-20cm et 20-40cm) ;
- la teneur en potassium échangeable n'est pas liée à la teneur en matière organique dans les sols ferrallitiques. Cependant, elle est liée à la matière organique dans les sols ferrugineux et bruns quel que soit l'horizon.

Concernant les indices de nutrition potassiques (IK), notre étude a révélé que :

- pour tous les sols, la matière organique a amélioré l'IK, mais l'amélioration est plus significative en sol ferrugineux qu'en sol ferrallitique et brun ;
- La nutrition potassique (IK) n'est pas liée à la teneur en argile. Nous avons même observée une tendance légère à la baisse de l'IK en sol brun due à la forte teneur en argile.

Mots clé : types de sol, potassium échangeable, matière organique, argile, indice de nutrition potassique du cotonnier, zone cotonnière Ouest, Burkina Faso.

ABSTRACT

Potassium deficiency becomes more and more frequent on cotton in Burkina Faso West area. We tried to know the relation between potassium deficiencies and some soil fertility parameters like exchangeable potassium, organic matter and clay rates. The study was carried out on three types of soil that are ferrallitic, ferruginous and brown soil, respectively in Farako-Bâ agronomic Research Center, in Boni and Dossi.

Cotton is planted in 2 types of plot in the 3 different sites: one with compost of cotton seeds (6t/ha) and one without compost. Soil chemical parameters like organic matter rate, ECC, p^H , exchangeable potassium) and clay rate are analysed and cotton leaves is analysed according to Braud (1984) method in order to establish relation between soil potassium fertility and cotton potassium nutrition.

Our main results are:

- in all the soils and the horizons (0-20cm or 20-40cm), exchangeable potassium isn't depended to clay rate.
- there is not a significant relation between exchangeable potassium and organic matter in ferrallitic soil, but a relation exists in ferruginous and brown soils.

Concerning potassium nutrition indices (IK), our study showed that:

- organic matter improved IK, but improvement is more significant only on ferruginous soil.
- cotton potassium nutrition in ferrallitic and ferruginous soils isn't depended to clay rate ; but in brown soil, a tendency of potassium nutrition to decrease exists due to clay high rate.

Key words: types of soil, exchangeable potassium, organic matter, clay, potassium nutrition indices of cotton, west cotton area, Burkina Faso.

SIGLES ET ABREVIATIONS

AGRA : Alliance for Green Revolution in Africa (Alliance pour une Révolution Verte en Afrique).

BUNASOLS : Bureau National des Sols.

CEC : capacité d'échange cationique.

DDPC : Direction du Développement de la Production Cotonnière.

FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).

GRN : Gestion des Ressources Naturelles.

IDR : Institut du Développement Rural.

IK : Indice de nutrition potassique.

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles.

Kéch : Potassium échangeable.

MECV : Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

MOS : matière organique du sol.

MO : Matière organique.

OGM : Organisme Génétiquement Modifié.

SOFITEX : Société burkinabé des Fibres Textiles.

UNIFA : Union des Industries de la Fertilisation.

UPB : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau I : Teneur en K_2O de certains minéraux du sol.....	3
Tableau II : Caractéristiques (surface spécifique et CEC) de quelques minéraux argileux....	8
Tableau III : Caractéristiques pluviométriques du site de Farako-Bâ.....	13
Tableau IV : Résultats des analyses de sol.....	20
Tableau V : Indices de nutrition du coton.....	21
Tableau VI : Relation K échangeable-argile.....	22
Tableau VII : Relation K échangeable-MO.....	23
Tableau VIII : Relation IK-MO-Kéch.....	33

LISTE DES FIGURES

Pages

Figure 1: Compartiments du potassium dans le sol.....	4
Figure 2 : représentation schématique de la structure d'une argile.....	7
Figure 3: Pluviométrie des trois dernières années de Boni.....	10
Figure 4: évolution pluviométrique sur le site de Farako-Bâ de 2002 à 2012.....	13
Figure 5: relation entre indice de nutrition potassique et teneur en argile sur 0-20 cm.....	24
Figure 6: relation entre indice de nutrition potassique et teneur en argile 20-40 cm.....	25
Figure 7: relation entre indice de nutrition IK et MO sur 0-20 cm.....	26
Figure 8: relation entre indice de nutrition IK et MO sur 20-40 cm.....	26
Figure 9: relation entre indice de nutrition et teneur en argile sur 20-40 cm.....	28
Figure 10: relation entre indice de nutrition potassique et teneur en argile sur 20-40 cm....	28
Figure 11 : relation entre indice de nutrition potassique et MO 0-20 cm.....	29
Figure 12: relation indice de nutrition potassique et matière organique.....	29
Figure 13: relation entre K échangeable et indice de nutrition sur 0-20 cm.....	30
Figure 14 : relation entre indice de nutrition et teneur en argile 20-40 cm.....	31
Figure 15: relation entre indice de nutrition et MO sur 0-20 cm.....	31
Figure 16 : relation entre indice de nutrition IK et MO sur l'horizon 20-40 cm.....	32

INTRODUCTION

L'agriculture burkinabé est soumise à plusieurs contraintes dont les plus importantes sont d'ordre climatique comme la mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluie, et pédologique (pauvreté naturelle des sols) (Bado, 2002). Les mauvaises techniques de gestion de la fertilité des sols pratiquées par les agriculteurs conduisent aussi à un épuisement rapide des sols (Yamefack *et al.*, 2004).

Plusieurs études (Spack, 1997; INERA, 2000 ; MECV, 2004; Simonsson, 2005; Sheldrick *et al.*, 2002) ont montré que la forte la pression sur le sol se trouve principalement dans les agrosystèmes cotonniers. La zone Ouest du Burkina Faso, zone par excellence de la production cotonnière n'échappe pas à cette situation. Cette forte dégradation se traduit par des pertes en éléments nutritifs du sol. Parmi ces éléments nutritifs, nous pouvons citer le potassium. Selon Dakouo (1994), au Burkina Faso, des carences potassiques apparaissent au bout de 4 ans de culture sur les sols ferralitiques et 6 à 7 ans sur les sols ferrugineux. Pour mieux comprendre ce phénomène de la baisse de fertilité des sols afin de proposer de bons plans de fertilisation pour une bonne gestion durable de nos sols, il est nécessaire de connaître le rôle et la dynamique des éléments minéraux et organiques dans les différents types de sol ainsi que les relations qui existent entre eux. Le rôle du potassium pour nos cultures est par exemple bien connu grâce à plusieurs travaux (Magny et Baur, 1990 ; Denis, 2000). De même, le taux de matière organique, et la teneur en argile du sol sont de bons indicateurs de la fertilité d'un sol (Annabi, 2009 ; Pieri, 1989). Si le rôle de ces paramètres du sol est clairement défini, quel est alors le lien entre eux? C'est dans cette logique que s'inscrit notre thème **«Relation entre potassium échangeable, matière organique et teneur en argile dans les rotations coton-céréales sous culture »**.

L'objectif de cette présente étude est d'établir le lien entre les indices de nutrition potassique (IK) du cotonnier et la teneur en argile et la matière organique.

Les objectifs spécifiques:

- ✓ établir la relation entre K éch et argile.
- ✓ établir la relation entre les indices de nutrition. argile. MO. et K éch.

Nous abordons ce thème avec les hypothèses suivantes:

- la teneur en potassium échangeable est liée à la teneur des argiles dans les différents types de sol.
- la nutrition potassique et donc les indices de nutrition en potassium du cotonnier sont liés à la teneur en K échangeable, à la teneur en argile et à la matière organique (MO).

Le présent mémoire est bâti sur les grands points suivants:

- une première partie qui aborde les généralités sur le potassium, la matière organique, l'argile et la description du milieu d'étude.
- une deuxième partie consacrée à la présentation du matériel et de la méthodologie utilisés;
- et une troisième partie qui fait ressortir les résultats et discussions.

CHAPITRE I- GENERALITES SUR LE POTASSIUM, L'ARGILE ET LA MATIERE ORGANIQUE

1.1 - Généralités sur le potassium

1.1.1- Origine du potassium dans le sol

De nombreux minéraux du sol contiennent du potassium à l'état natif. Selon Mhiri (2002), les minéraux silicatés (feldspaths potassiques, micas, argile) sont les principales sources (**Tableau I**) et la teneur moyenne de l'écorce terrestre en K_2O est de 3,2%. La teneur en potassium dépend du matériel parental et les sols à texture fine sont plus riches en potassium que ceux à texture grossière (Mhiri, 2002; Bassala et *al.*, 2008), exception faite des sols sableux riches en feldspaths potassiques (sable arkosique) (Mhiri, 2002).

L'humus contient aussi du potassium et constitue en agriculture biologique, la principale source d'entretien de la fertilité.

Tableau I. Teneur en K_2O de certains minéraux du sol :

Type d'argile	Muscovite (mucoblanc)	Hydro-muscovite	Biotite	Illite	Vermiculite	Smectite
K_2O (%)	8	9	6-10	6-8	0-2	0,5

Source: Mhiri (2002)

1.1.2- Les compartiments du potassium dans le sol.

Pour un agronome, la différenciation entre les formes de potassium doit se fonder sur leur disponibilité vis-à-vis des plantes. Cependant, des modèles conceptuels de compartiments de potassium ont été mis au point par certains auteurs (Mhiri, 2002 ; Loué, 1977):

Le potassium échangeable. Le potassium échangeable représente la forme facilement accessible aux plantes (Boyer, 1973). Il est à la fois le potassium solubilisé et le potassium adsorbé sur les colloïdes argilo-humiques. Les plantes peuvent utiliser aussi bien le potassium libre de la solution du sol que le potassium adsorbé sur le complexe adsorbant. Lorsque le potassium est lié aux matières organiques, il est particulièrement facile à utiliser par les

végétaux. En effet, cette liaison du potassium avec les matières organiques existe lorsque le K^+ est adsorbé sur la paroi bactérienne ou encore lorsque les bactéries intègrent cet élément au cours de leur métabolisme. A leur mort, ces bactéries restituent le potassium sous une forme particulièrement utilisable (<http://www.ecosociosystemes.fr/potassium.html>).

Le potassium des minéraux silicatés: Les micas, les feldspaths et certaines argiles comme les illites sont très riches en potassium. Cette forme de potassium constituant les matériaux silicatés représente plus de 95 % de leur poids total dans les sols (Mhiri, 2002).

Le potassium rétrogradé: Le potassium est rétrogradé quand les ions K^+ passent de la surface externe des argiles pour «s'emprisonner» à l'intérieur, entre les feuillets d'argile de type 2/1 comme surtout les montmorillonites et les illites (Boyer, 1973) et cette rétrogradation a lieu en période de dessiccation ou quand le pH est élevé (Sountoura, 2011). Le phénomène de rétrogradation est contraire de la libération du potassium qui s'effectue à partir de la phase solide du sol en période d'humectation et de croissance du végétal (UNIFA, 2005).

Cette dynamique du K dans le sol est schématisée par la figure 1.

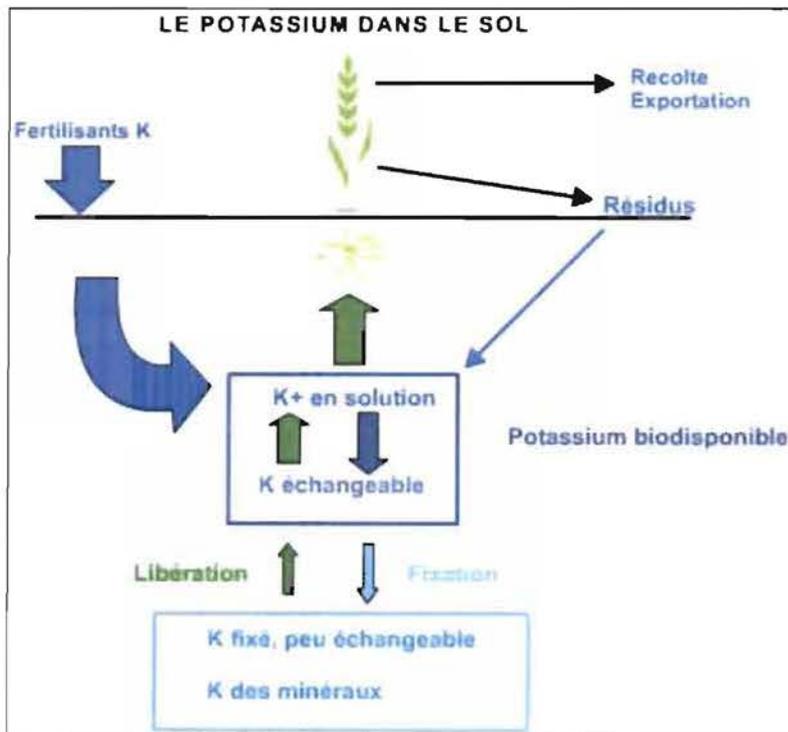


Figure1: Compartiments du potassium dans le sol (Source: UNIFA, 2005)

La dynamique du potassium dans le sol obéit à un ensemble de processus qui commandent son passage d'un compartiment à un autre (dissolution, altération, échange, fixation) ou d'un horizon à un autre (lixiviation, remontée capillaire) et l'absorption racinaire.

1.1.3- Problématique de la fertilisation potassique.

Le potassium joue un rôle majeur dans le développement des plants. Les carences potassiques dont les gravités varient en fonction de la culture peuvent entraîner des baisses importantes de rendement.

1.1.3.1- Importance du potassium pour les cultures

Le potassium joue deux rôles fondamentaux: un rôle d'activateur enzymatique dans les processus métaboliques tels la synthèse des protéines et des sucres et un rôle physiologique à travers la régulation de la teneur des eaux des cellules et l'absorption des cations. Ces différentes fonctions assurées par le potassium aux cultures sont résumées par certains auteurs (Magny et Baur, 1990; Denis, 2000) comme suit:

- la synthèse des glucides solubles par la photosynthèse;
- l'équilibre de la quantité d'azote dans la plante pour empêcher l'intoxication des cellules ou la dépression des rendements;
- l'accroissement à la résistance à la sécheresse par la régulation des ouvertures stomatiques et la diminution de la transpiration des feuilles;
- la régulation de l'acidité interne (équilibre acido-basique);
- la stimulation de la turgescence des tissus par son action sur la souplesse membranaire.

Le potassium est un élément minéral majeur pour le développement et la croissance des plantes. Sur le coton, il permet l'obtention d'un bon rendement et d'une fibre de qualité (Kerby et Adams, 1985; Cassman *et al.*, 1989). Sur les céréales également, une fertilisation potassique permet une augmentation du rendement et de la qualité des graines. En effet, le potassium en augmentant la résistance des plants aux maladies et en favorisant la synthèse et le transport des produits de l'assimilation des feuilles vers les graines, augmente ainsi le poids de mille grains et donc les rendements.

1.1.3.2- Les carences potassiques dans les zones cotonnières

La baisse de la fertilité des sols liée aux mauvaises pratiques culturales et à la rareté des jachères est une tendance générale observée depuis longtemps dans les zones cotonnières au Sud du Sahara (Braud et Dubernard, 1971). Dans ces zones, l'utilisation des fumures

organiques et minérales étant faible, les résidus de récoltes riches en potassium (K), devraient être les véritables pourvoyeurs de cet élément au sol; or ces résidus sont exportés ou pâturés. Ils sont souvent même brûlés très tôt après les récoltes favorisant ainsi la perte du K contenu dans la cendre par érosion éolienne et hydrique ou par lixiviation après de grandes pluies. Ainsi, les déficiences potassiques autrefois rares et localisées, se généralisent à l'ensemble des zones cotonnières africaines (Crétenet et *al.*, 1974) où les brûlis des tiges de cotonniers semblent être une règle générale. Selon Dakouo (1994), au Burkina Faso, les carences en potassium deviennent fréquentes et graves dans les exploitations agricoles de la zone Ouest, particulièrement dans les systèmes de rotation coton-céréales.

1.2- Généralités sur les argiles

1.2.1- Définition

Selon Baize (1988), dans la vie courante, le mot argile sert à désigner selon les cas:

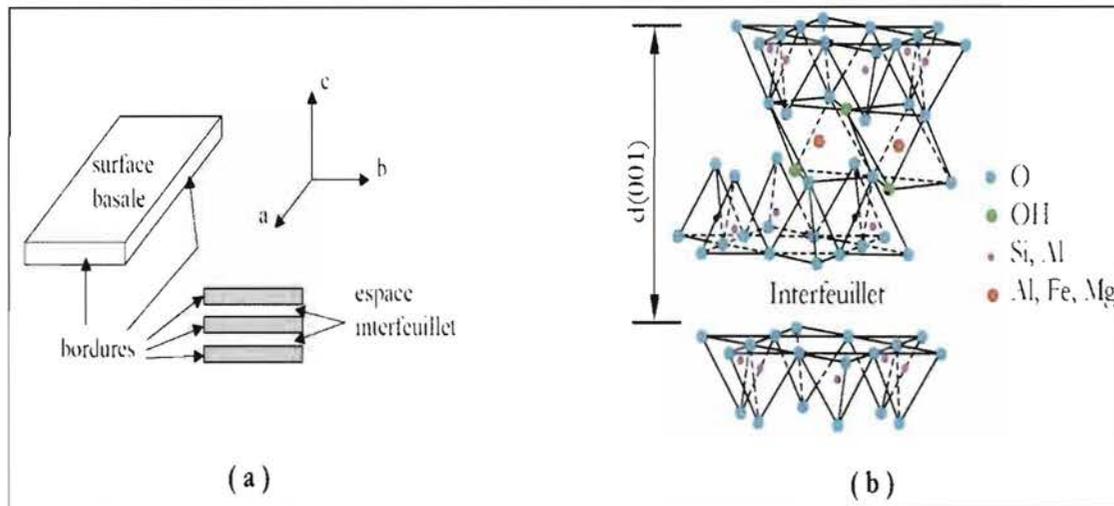
- l'ensemble des particules dont la taille est inférieure à 2 microns;
- une famille de silicates en feuillets dont les cristaux excèdent parfois 2 microns ;
- en géologie, des formations résiduelles, composées surtout de particules inférieures à 2 microns;
- en agronomie, un matériau (sol, horizon) riches en particules argileuses et ayant de ce fait certaines propriétés telles la plasticité.

1.2.2- Composition minéralogique des argiles

Les principaux composants sont (<http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/argiles.htm>):

- minéraux argileux (phyllosilicates) dominants;
- quartz: micro quartz d'origine éolienne; jusqu'à 30% de la roche;
- calcédoine, opale: forme mal cristallisée et hydratées de la silice; origine organique (plantes, plancton);
- oxydes et hydroxydes de fer: hématite, goethite;
- sulfure de fer (pyrite) en milieu réducteur;
- gibbsite (oxyde d'aluminium) sous climat chaud et humide;
- carbonates (calcite, dolomite).

Les minéraux argileux appartiennent à la famille des silicates lamellaires (des phyllosilicates d'aluminium) dont les feuillets sont constitués de couches d'octaèdres AlO_6 et de couches de tétraèdres SiO_4 ; et en fonction de la structure du feuillet, on distingue principalement les argiles 1/1 (1 couche tétraédrique et 1 couche octaédrique) et les argiles 2/1 (2 tétra. pour 1 octaédrique) (Assassi, 2010). La figure 2 suivante est une représentation schématique de la structure d'une argile (la montmorillonite).



a) Illustration de l'empilement des feuillets d'argile montrant les surfaces basales, les bordures des particules ainsi que les espaces inter-feuillets.

b) Représentation schématique de l'empilement des feuillets unitaires dans la montmorillonite

Figure 2 : représentation schématique de la structure d'une argile (la montmorillonite).

Source : Assassi, 2010

1.2.3- Propriétés et rôle des minéraux argileux

Les propriétés bien particulières des minéraux argileux sont dues à la petite taille, la structure en feuillets et la charge négative des particules. Elles forment avec l'eau des solutions colloïdales qui flocculent lorsque les charges de surface des particules sont neutralisées par des ions. Ce phénomène est réversible: les particules retrouvent l'état dispersé lorsque les ions sont éliminés par rinçage (<http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/argiles.htm>). Les argiles adsorbent l'eau à leur surface et augmentent de volume (se gonflent). Elles constituent ainsi une réserve d'eau. L'argile sèche développe une importante tension de succion pour l'eau, laquelle tension peut s'opposer à celle des racines des plantes. Lorsque l'argile s'humidifie, la tension de succion diminue ; l'ensemble eau-argile devient plastique, puis visqueux et

finalement les particules d'argile se dispersent dans l'eau en formant une solution colloïdale. L'argile imprégnée d'eau qui se dessèche se rétracte et se casse par des fentes de retrait.

Les argiles confèrent au sol leur structure et leurs propriétés mécaniques. Elles s'associent à l'humus pour constituer le complexe argilo-humique (ou organo-minéral). Suivant que l'argile est à l'état floculé ou dispersé, le sol sera de bonne qualité agronomique (bonne aération entre les agrégats, bonne perméabilité à l'air et l'eau) ou non (mauvais état structural, mauvaise circulation de l'air et de l'eau et une forte adhérence aux outils travaillant le sol) (mémento de l'agronome).

Le tableau II indique ci-dessous certaines caractéristiques de quelques minéraux argileux.

Tableau II : caractéristiques (surface spécifique et C.E.C) de quelques minéraux argileux:

Minéral	Surface interne (m ² /g)	Surface externe (m ² /g)	Surface totale (m ² /g)	C.E.C. (milliéquivalent/100g)
Kaolinite	0	10-30	10-30	5-15
Illite	20-55	80-120	100-175	10-40
Smectite	600-700	80	700-800	80-150
Vermiculite	700	40-70	760	100-150
Chlorite	-	100-175	100-175	10-40

Source: Morel (1996).

1.3-Généralités sur la matière organique du sol

1.3.1- Définition de la matière organique

La matière organique du sol (MOS) peut être définie comme étant une matière carbonée provenant de la décomposition et du métabolisme d'êtres vivants végétaux, animaux, fongiques et microbiens.

Elle est composée d'organismes vivants, de résidus de végétaux et d'animaux et de produits en décomposition. Elle ne représente, en général, que quelques pourcents (0,5 à 10 %) de la masse du sol et se transforme en matière minérale sous l'action des micro-organismes, de l'oxydation naturelle et plus généralement des processus physico-chimiques (http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/matiere_organique_du_sol.ph 4).

1.3.2- Importance de la matière organique du sol

La matière organique du sol (MOS) a plusieurs fonctions pour les cultures, la plus importante étant la fonction nutritionnelle (apport d'éléments nutritifs). Elle sert aussi d'habitat et de sources de nourriture aux organismes du sol.

Selon Jones et Wild (1975) cité par Youl (2009), la MOS a un rôle capital dans les sols tropicaux où avec les faibles teneurs et la mauvaise qualité des argiles (faible CEC), c'est elle qui contrôlent plusieurs propriétés indicatrices de la fertilité chimique (capacité d'échange cationique, disponibilité en nutriments), physique (stabilité, agrégation, porosité) et biologique (disponibilité en énergie assimilable) des sols.

La MOS a aussi des fonctions écologiques grâce à une meilleure structuration du sol augmentant sa résistance à la dégradation (Venkatapen, 2012), et la séquestration des gaz à effet de serre (FAO, 2002).

CHAPITRE II- GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

2.1- Sites d'étude

Nos études ont été conduites sur les trois sites suivants : Boni, Dossi et Farako-Bâ.

2.1.1- Site de Boni

2.1.1.1- Localisation

Ce site d'étude est situé administrativement dans la province du Tuy, région des Hauts-Bassins. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

- longitude : 03°32' Ouest
- latitude : 11°49' Nord
- altitude : 324m.

2.1.1.2- Climat

Le climat est de type soudanien caractérisé par une seule saison de pluie s'étendant généralement de juin à octobre. Le cumul pluviométrique varie entre 800 mm et 1000 mm avec 50 à 70 jours de pluie. La situation pluviométrique des trois dernières années est indiquée par la figure 3.

Les périodes les plus fraîches sont les mois de décembre avec une moyenne de 18°C et les périodes les plus chaudes correspondent au mois d'avril avec des températures moyennes de 37°C.

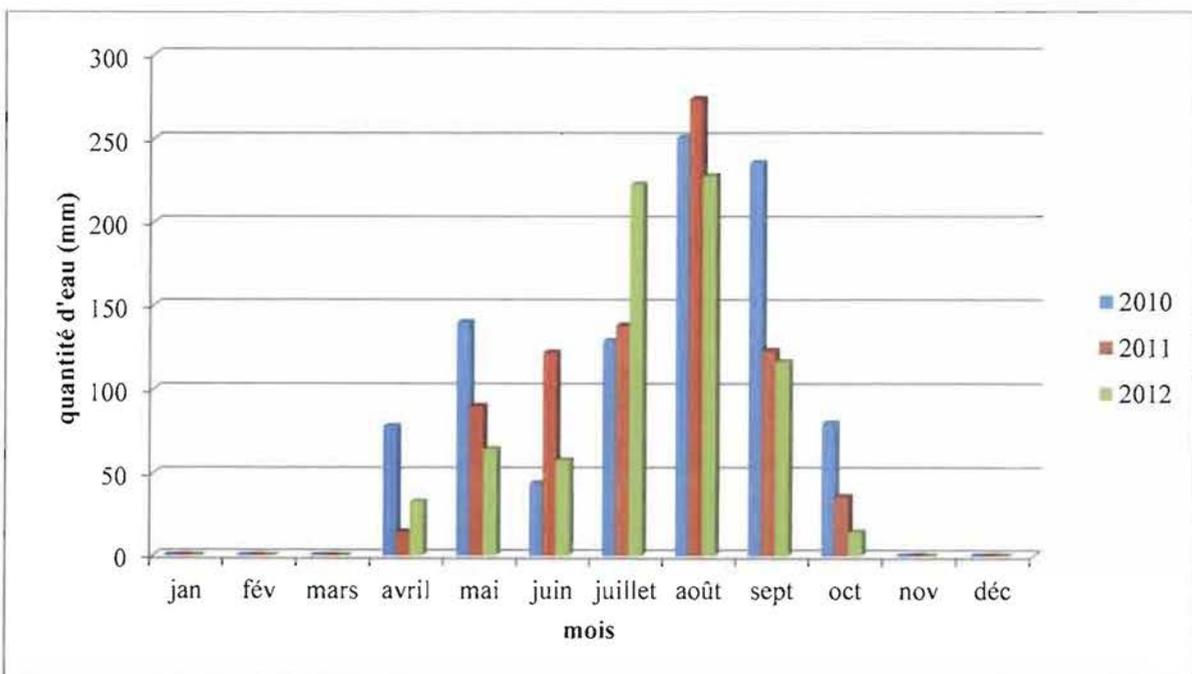


Figure 3: Pluviométrie des trois dernières années de Boni

2.1.1.3- Sols

Les données pédologiques de la zone de Boni font ressortir plusieurs types de sols : sols ferrugineux tropicaux, sols ferrallitiques moyennement désaturés sur matériaux sablo-argileux, sols hydromorphes à pseudogley sur matériaux à texture variée et sols bruns tropicaux (Dakouo, 1991). Parmi ceux-ci, les sols ferrugineux sont les plus nombreux. La même étude menée par Dakouo montre qu'à l'instar de beaucoup de sols du Burkina Faso, ce sont des sols pauvres en matière organique, en éléments nutritifs avec une teneur en azote inférieure à 0,06%, une teneur en phosphore (P_2O_5) inférieure à 0,06% un phosphore assimilable inférieur à 30 ppm. La teneur en potassium échangeable est faible et de l'ordre de 0,12 à 0,31 m.e / 100g selon Berger et al. (1985).

2.1.1.4-Végétation

Deux formations végétales caractérisent la végétation : une forêt claire et une savane boisée (Dakouo, 1991).

La forêt claire se situe entre les isohyètes 1000 et 1100mm. Les espèces végétales rencontrées sont *Vittelaria paradoxa* G., *Parkia biglobosa* J., *Khaya senegalensis* D., *Daniela oliveri* R. Le tapis herbacé se compose d'*Andropogon gayanus* K., *Loudetia togoensis* P. et *Eragrostis tremula* L.

La savane boisée s'étend entre les isohyètes 800 et 1000 mm. On y rencontre des *Pterocarpus erinaceus* P., *Vittelaria paradoxa* G., *Sclerocarya birrea* R., *Tamarindus indica* L., *Diospyros mespiliformis* H. Le tapis herbacé est composé de *Pennisetum pedicellatum* T., *Andropogon gayanus* K., *Loudetia togoensis* P.

2.1.2- Site de Dossi

2.1.2.1- Localisation

Ce village est situé à 1,5km au Sud du village de Boni en bas de collines qui délimitent de part et d'autre un type particulier de sol (sol brun). Ses coordonnées géographiques sont :

- longitude : 03°32' Ouest ;
- latitude : 11°49' Nord ;
- altitude : 324.

2.1.2.2- Climat

Le climat est identique à celui de Boni c'est-à-dire de type soudanien caractérisé par une seule saison de pluie s'étendant généralement de juin à octobre.

2.1.2.3- Sols

Les données pédologiques de la zone Dossi font ressortir plusieurs types de sols : sols ferrugineux tropicaux, sols ferrallitiques moyennement désaturés sur matériaux sablo-argileux, sols hydromorphes à pseudogley sur matériaux à texture variée et sols bruns tropicaux. Notre étude a porté sur les sols bruns eutrophes tropicaux, qui sont des sols hydromorphes, sur matériau remanié, riches en éléments grossiers. La teneur en argile et en bases échangeables sont plus élevées comparativement aux sols ferrugineux et ferrallitiques.

2.1.2.4- Végétation

La végétation ressemble à celle de la ferme de Boni. Des espèces végétales suivantes y sont rencontrées : *Acacia seyal D.*, *Faidherbiaia albida D.*, *Dichrostachys cinera L.*, *Diospyros mespiliformis H.* Le tapis herbacé est formé de : *Andropogon pseudapricus S.*, *Loudetia togoensis P.*

2.1.3- Station de Farako-Bâ

2.1.3.1- Localisation

La station de recherche de Farako-Bâ est située à 11km au Sud-ouest de Bobo-Dioulasso. Ces coordonnées géographiques sont :

- longitude : 04°20' Ouest ;
- latitude : 11°06' Nord ;
- altitude : 405 m.

2.1.3.2- Climat

Le climat est de type Sud-soudanien. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 900 et 1200 mm. La pluviométrie moyenne annuelle observée sur 40 ans (1961-2000) est environ 1041,6 mm, avec une légère tendance à la baisse durant les 20 dernières années (**tableau III**). Le nombre de jours de pluies est passé de 82 jours, durant la période 1961 - 1980, à 78 jours pour la période 1981 - 2000.

Les températures minima et maxima sont en moyenne respectivement de 18,4°C en décembre et 35,8°C en avril.

L'évolution pluviométrique des dix dernières années est représentée par la figure 4

Tableau III: Caractéristiques pluviométriques du site de Farako-Bâ.

Caractéristiques pluviométriques	Quantité d'eau (mm)
Pluviométrie moyenne annuelle de 1961-1980	1042,6
Pluviométrie moyenne annuelle de 1981-2000	1040,5
Pluviométrie moyenne annuelle de 1961-2000	1041,6
Nombre moyen annuel de jours de pluie de 1981-2000	78

Source: Lompo (2009)

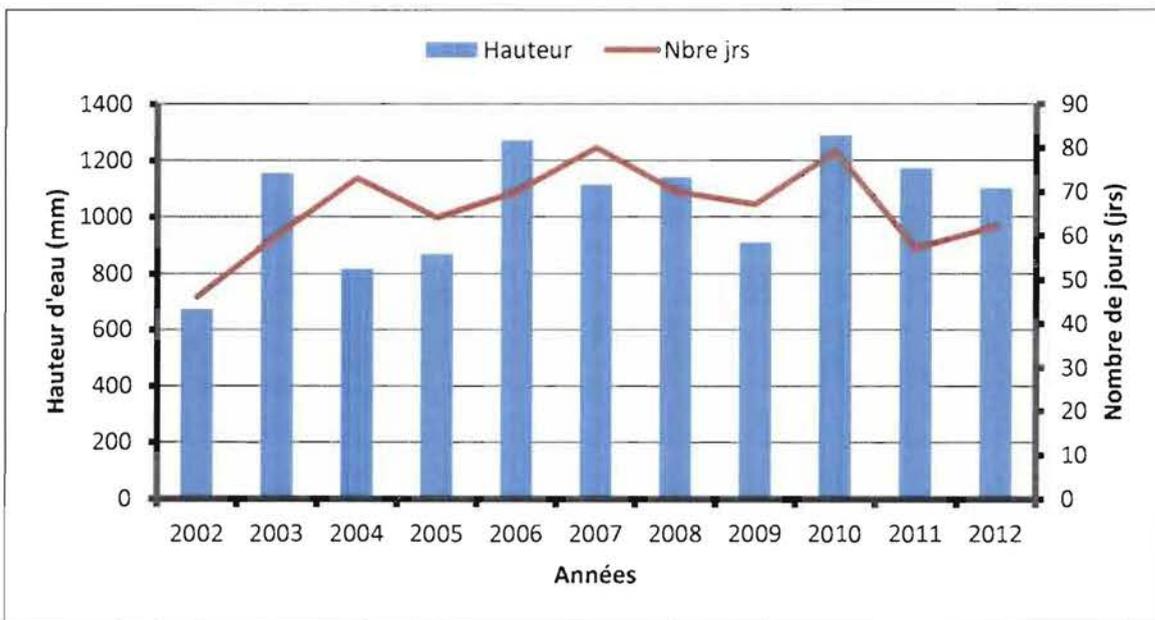


Figure 4: Evolution pluviométrique sur le site de Farako-Bâ de 2002 à 2012.

2.1.3.3- Sols

Dans la région de Farako-Bâ, les trois types suivants de formations géologiques sont rencontrés :

- les schistes contenant des dolomies argileuses et des grès fins ;
- les grès feldspathiques ou ferrugineux, et ;
- les grès conglomératiques, quartzitiques.

Les sols de Farako-Bâ sont principalement des sols ferrallitiques et ferrugineux moyennement désaturés, remaniés, sur matériaux argilo-sableux issus de grès (Rieffel et Moreau, 1968). Au point de vue caractéristiques analytiques, on observe:

- des réserves en matières organiques faibles de même que le taux d'azote dans l'horizon humifère ;
- une teneur en bases échangeables faible avec un taux de Ca inférieur à 0,5 m.e/100g.
- des pH variant de 5,1 à 5,4 témoignent des sols acides ;
- de très faibles teneurs en K échangeable devenant nulles à partir de 4 m de profondeur.

2.1.3.4- La végétation

La végétation de Farako-Bâ appartient au district Ouest Mouhoun du domaine phytogéographique soudanien (Guinko, 1984). Elle est caractérisée par des galeries forestières dont les espèces les plus rencontrées sont: *Anogeissus leiocarpus* D., *Vittelaria paradoxa* G., *Detarium microcarpum* G., *Diospyros mespiliformis* H., *Pterocarpus erinaceus* P., etc. Le tapis herbacé se compose des espèces comme *Loudetia togoensis* P., *Cymbopogon shoenanthus* S., *Eragrostis trémulas* H., *Andropogon pseudapricus* S., *Andropogon gayanus* K., *Pennisetum pedicellatum* T. On note aussi la présence d'espèces introduites telles *Mangifera indica* L et *Azadirachta indica* A.

CHAPITRE III- MATERIELS ET METHODES.

3.1- Matériels

3.1.1- Sols

Nous avons mené nos études sur trois types de sol: sol ferrallitiques, sol ferrugineux et sols bruns.

3.1.1.1- Sols ferrallitiques

L'étude a été conduite à Farako-Bâ sur sol ferrallitique à texture sablo-limoneuse. Ce sont des sols pauvres en matières organiques, en phosphore total et assimilable avec une CEC faible (inférieure à 3,5 Cmol /kg sur l'horizon 0-20 cm) et un pH acide autour de 5,4. L'argile est de type kaolinique et illitique (Lompo, 2009)

3.1.1.2- Sols ferrugineux

Les sols ayant fait l'objet de notre étude à Boni sont des sols ferrugineux tropicaux remaniés, indurés sur matériaux gravillonnaire. Ils sont acides, avec une CEC voisine de 5 Cmol/kg et des argiles de types kaolinite et illite selon Dakouo (1990).

3.1.1.3- Sols bruns eutrophés

Ces sols sur lesquels ont porté notre étude à Dossi sont des sols bruns eutrophes tropicaux, hydromorphes, sur matériau remanié, riches en éléments grossiers. Ils sont plus riches en bases échangeables et en matières organiques comparativement aux sols ferrallitiques et ferrugineux avec une CEC comprise entre 8,9 à 15 Cmol/kg.

3.1.2: Matériel végétal : Le coton

Le coton utilisé est le coton génétiquement modifié (variété FK 95) vulgarisé par la SOFITEX. La culture a été conduite suivant l'itinéraire technique vulgarisé par la SOFITEX (**annexe 1**). Les terrains ont été d'abord labourés et les semis ont été effectués du 4 au 7 juillet 2013. Les terrains ont été d'abord labourés au tracteur et les semis ont été effectués du 4 au 7 juillet 2013 sur des écartements de 80cm entre les lignes et 40cm sur les lignes.

Le démariage a été effectué à 15 jours après semis pour ne laisser que les deux meilleures plantes du poquet.

Le désherbage a été fait avec des herbicides chimiques au début et manuellement ensuite. Les herbicides utilisés sont glyphalm (herbicide total) à la dose de 2L/ha et diuralm 80WG (herbicide prélevé) à la dose de 1kg/ha.

La fumure minérale est appliquée comme suit :

-150kg NPK 14-18-18+6S+1B au 20^e jour après semis pour toutes les parcelles.

- 50kg d'urée 46% au buttage (vers le 45^e jour).

La protection phytosanitaire a consisté en un traitement insecticide à base de lamda cyalothrine à la dose de 1,5l/hectare et de conquest à la dose de 1,5l/ha également.

3.2- Méthodes

3.2.1- Dispositif expérimental

L'étude a été conduite en milieu contrôlé sur les sites de Farako-Bâ et Boni et en milieu paysan à Dossi. Ce sont des anciens dispositifs mis en place respectivement en 1981, 1967 et 1990 par le Programme Coton de l'INERA en collaboration avec la SOFITEX, afin de mener plusieurs expérimentations sur le cotonnier suivant les différents types de sol. Les rotations culturales courantes pratiquées sont les rotations coton-céréales (principalement le maïs).

Sur chaque site, nous avons fait l'étude sur deux parcelles en coton dont une parcelle fumée et non fumée. La dose de la fumure organique (compost graines de coton) est de 6t/ha.

3.2.2- Prélèvement des échantillons de sol

Nous avons effectué les prélèvements suivant les diagonales. Nous avons prélevé le sol sur 4 points pour former un échantillon composite. Deux échantillons composites (pour horizon 0-20 cm et 20-40 cm) sont retenus sur chaque parcelle.

3.2.3- Prélèvement des organes végétaux

Les prélèvements ont été effectués sur des feuilles (de la fleur du jour) de cotonniers à 70 jours après levée. Ces feuilles ont d'abord été séchées à l'étuve à 70° C pendant 48heures puis broyées avant d'être envoyées au laboratoire. Un diagnostic foliaire (Braud, 1984) a été réalisé pour évaluer les indices de nutrition globale en potassium des cotonniers.

3.2.4- Paramètres du sol mesurés et méthodes d'analyse

Les échantillons ayant fait l'objet d'analyse au laboratoire ont été séchés au préalable à l'air libre puis broyés et tamisés à 2 mm. Les méthodes utilisées pour les analyses des différents paramètres sont celles utilisées par le Bureau National des Sols (BUNASOLS).

- ✓ **La teneur en argile:** obtenue selon la méthode à la pipette Robinson dont le principe est la dispersion des agrégats, l'agitation et le prélèvement de la fraction argileuse après la chute dans l'eau des particules à diamètre supérieure à 2microns.
- ✓ **Le potassium échangeable:** dosé par photométrie de flamme dans l'extrait à acétate d'ammonium. Ce dosage a nécessité des points de gamme préparés à partir d'une solution de KCl.
- ✓ **Le potassium total:** l'échantillon de sol est d'abord minéralisé, et le K total est extrait à chaud par une solution d'acide et dosé par photométrie de flamme.
- ✓ **Le carbone:** par la méthode Walkley et Black (1934). L'extraction du carbone est effectuée au dichromate de potassium en milieu sulfurique. Le dosage du carbone est réalisé par calorimétrie (couleur des ions Cr trivalents) à 590-600 nm.
- ✓ **La matière organique:** le taux de matière organique est obtenu en multipliant celui du carbone par le coefficient 1,724.
- ✓ **La capacité d'échange cationique (CEC):** elle est déterminée après percolation de l'échantillon de sol par une solution d'acétate d'ammonium. Après lavage à l'alcool, l'ion ammonium fixé sur le complexe absorbant est déplacé par une solution de chlorure de sodium. Cet ammonium déplacé est dosé par calorimétrie et représente la CEC.
- ✓ **Le pH (eau):** Le pH_{eau} du sol est mesuré par la méthode électrométrique au pH-mètre à électrode de verre avec un rapport sol /solution de 1/2,5.

3.2.5- Paramètres mesurés sur les feuilles et méthodes d'analyse

L'azote : 0,5g des broyats de feuille a été minéralisé puis de l'eau distillée a été ajouté et la solution filtrée. 50 ml de la solution ont été additionnés à 50 ml de soude et placés dans un distillateur avec 25 ml d'acide borique dans lesquels on y a mis 4 gouttes d'un indicateur coloré et l'azote a déterminé par titrage.

Le Potassium: 0,5g des broyats de feuille a été calciné à 550°C. Les cendres ont été attaquées par l'acide ascorbique puis filtrées à l'eau distillée et le dosage est fait par photométrie de flamme.

Le soufre : il a été déterminé au spectromètre après une minéralisation des broyats de feuilles.

3.2.6- Traitement des données

Pour le traitement des données, nous avons utilisé le logiciel XLSTAT. Pour les calculs des indices de nutrition potassique, nous avons utilisé la formule de Braud (1984) citée par Koulibaly (2011). Cette formule est $IK = 93,11 - 71,08/K + 2,25/S + 2,99 \times f$ avec K, S respectivement les teneurs (en %) du potassium et du soufre dans la matière sèche et f, une constante, correspond au niveau de floraison des plants au 70^e jour après semis.

Les résultats des études similaires passées réalisées sur ces sites par Dakouo (1990,1994) ont été pris en compte dans notre étude (**annexe 2**).

CHAPITRE IV- RESULTATS ET DISCUSSION

4.1- Résultat des analyses de sols

Les valeurs des différents paramètres du sol (**tableau IV**) indiquent que :

Les sols bruns ont une CEC et des bases échangeables (dont le K^+) plus importantes que les sols ferrugineux et sols ferrallitiques ($CEC_{\text{brun}} > CEC_{\text{ferrugineux}} > CEC_{\text{ferrallitique}}$). Cette CEC est moins élevée dans l'horizon supérieur (0-20 cm) par rapport à celle de l'horizon inférieur (20-40) en sol ferrallitique et en sol brun. Cependant c'est le contraire qui est observé en sol ferrugineux ($CEC_{\text{horizon 0-20 cm}} > CEC_{\text{horizon 20-40 cm}}$). En nous référant aux normes BUNASOLS qui considèrent « très défavorable » une $CEC < 5 \text{ me}/100 \text{ g}$, « basse » une CEC comprise entre 5-10 me/100 g, « moyenne » une CEC comprise entre 10-15 me/100 g et « élevée » une $CEC > 15 \text{ me}/100 \text{ g}$, nous dirons que tous les sols ferrallitiques étudiés ont tous des CEC très défavorables ; que les sols ferrugineux étudiés sont en général à la limite du défavorable; et que les sols bruns étudiés ont des CEC moyenne en général.

Le taux de matière organique (MO) est plus élevé sur l'horizon 0-20 cm que sur l'horizon 20-40 cm et est plus important sur les sols bruns que sur les sols ferrugineux et ferrallitiques. Suivant les normes BUNASOLS, ce taux est moyen (1 à 2%), parfois même élevé (>2%) en sol brun, moyen sur sol ferrugineux et bas (0,5 à 1%) sur sol ferrallitique.

La teneur en argile est nettement plus importante sur les sols bruns que sur les deux autres sols quelque soit l'horizon et est plus importante dans l'horizon 20-40 cm que sur 0-20 cm quelque soit le type de sol.

Quant au potassium échangeable, il est faible dans les sols ferrallitiques de Farako-Bâ (au tour de 0,1 me/100 g sur 0-20 cm) par rapport aux sols bruns de Dossi et des sols ferrugineux de Boni qui ont sensiblement les mêmes teneurs (autour de 0,2 me/100g sur 0-20 cm).

Les sols ferrugineux de Boni et les sols ferrallitiques de Farako-Bâ sont des sols acides avec des pH compris entre 5,53 et 6,18 sur l'horizon 0-20 cm et entre 5,25 et 6,08 sur 20-40 cm. Les sols bruns de Dossi quant à eux sont des sols neutres (avec pH compris entre 6,6 et 7,3 sur l'horizon 0-20 cm) et tendant parfois vers une légère basicité (pH situés entre 7,4 et 7,8 sur l'horizon 0-20 cm).

Tableau IV : Résultats des analyses de sol

Type sol	Hori- zons (cm)	pH (eau)	Argile (%)	K total (ppm)	K disp (ppm)	K éch (me/100)	MO total (%)	CEC (me/100)	SBE (me/ kg)
Ferra (F)	0-20	5,77	13,72	593	70,0	0,14	0,83	2,18	0,97
	20-40	5,57	34,19	791	59,0	0,1	0,68	3,11	0,89
Ferra (NF)	0-20	6,0	14,20	251,5	36	0,09	0,81	2,08	0,9
	20-40	5,6	34	352	26	0,07	0,69	2,86	0,83
Ferru (F)	0-20	5,97	23,53	3953	118	0,22	1,61	5,73	2,06
	20-40	5,76	29,41	4645	73	0,15	1,27	3,82	1,46
Ferru (NF)	0-20	5,53	11	1977	123	0,26	1,28	4,07	1,46
	20-40	5,25	26	2372	90	0,25	0,96	3,73	1,32
Brun (F)	0-20	7,47	46,75	3756	153	0,21	2,55	15,1	10,59
	20-40	7,40	51	3762	55	0,08	1,46	19,7	13,07
Brun (NF)	0-20	6,69	35,8	1878	66	0,15	1,40	8,96	4,63
	20-40	6,78	37	2323	42	0,09	1,24	9,09	4,32

K total, K disp, et K éch =potassium total, disponible et échangeable ; MO= matière organique ; CEC: Capacité d'Echange Cationique ; SBE: Somme des Bases Echangeables ; Ferra=ferrallitique ; Ferru=ferrugineux ; F=fumé ; NF=Non fumé

4.2- Indices de nutrition potassiques du coton

4.2.1- Différents indices de nutrition selon les sols étudiés

Les différents indices de nutrition potassique du cotonnier déterminés sont consignés dans le tableau V.

Tableau V : Indices de nutrition du coton

Type sol	K (%)	Soufre (%)	IK
Ferrallitique(NF)	2,28	0,1	94,8
Ferrallitique(F)	2,55	0,12	94,5
Ferrugineux(NF)	5,55	0,13	110,5
Ferrugineux(F)	6,72	0,3	111,4
Brun(NF)	3,79	0,37	95,9
Brun(F)	6,72	0,3	102,2

NF=parcelle sans fumure organique et F= parcelle avec fumure organique

La nutrition est alors estimée optimale pour un élément donné, si l'indice IK 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.

Nous pouvons donc dire que la nutrition potassique du cotonnier est:

- bonne sur tous les sols ferrallitiques,
- optimale sur tous les sols ferrugineux,
- optimale sur le sol brun fumé (IK=102,2) et bonne sur l'autre sol brun non fumé (IK=95,9).

4.2.2- Discussion sur les indices de nutrition potassique du cotonnier

Les sols ferrallitiques ont les faibles indices de nutrition parmi les trois types de sol. Aussi, nous avons constaté une amélioration de l'IK par la matière organique en sols ferrugineux et brun ce qui est corrobore les résultats des travaux de Richard (1981) cité par Dakouo (1994). En sol ferrallitique, la parcelle sans fumure organique (NF) a un IK inférieur à celui de la parcelle avec fumure organique (F). La matière organique aurait activé l'activité biologique des micro-organismes comme les bactéries, qui auraient utilisé le K contenu dans le sol pour leur propre métabolisme (<http://www.ecosociosystemes.fr/potassium.html>). Ce K ne pouvant être restitué au sol sous forme particulièrement utilisable qu'après la mort de ces bactéries et

étant donné que les sols ferrallitiques sont initialement pauvres en potassium échangeable, alors cela peut expliquer la mauvaise nutrition sur la parcelle ayant reçu la MO.

4.3- Relation potassium échangeable-argile et potassium échangeable-Matière organique

4.3.1- Potassium échangeable et argile

4.3.1.1- Relation entre potassium échangeable et argile

Elle est établie en fonction des sols et suivant les horizons 0-20 cm et 20-40 cm.

Les résultats auxquels nous sommes parvenus sont consignés dans le **tableau VI** suivant :

Tableau VI: Relation potassium échangeable-argile

Types de sol	Résultats des corrélations pour l'horizon 0-20cm	Résultats des corrélations pour l'horizon 20-40cm
ferrallitique	Kéch = - 0,0001 argile + 0,0912 R ² = 0,0013 NS	Kéch = - 0,0012 argile + 0,1097 R ² = 0,1325 NS
Ferrugineux	Kéch = - 0,0016 argile + 0,157 R ² = 0,0473 NS	Kéch = - 0,0018 argile + 0,1576 R ² = 0,0552 NS
Brun	Kéch = - 0,0009 argile + 0,1419 R ² = 0,0253 NS	Kéch = - 0,0007 argile + 0,319 R ² = 0,0173 NS

NS = Non Significatif (à 5%)

4.3.1.2- Discussion sur la relation entre potassium échangeable et argile

Toutes les corrélations entre Kéchangeable et argile sont non significatives quelque soit le type de sol ou l'horizon. Le potassium échangeable pour ces trois types de sol n'est donc pas lié aux argiles Il proviendrait d'autres sources de colloïdes du sol comme la matière organique, ou d'autres minéraux du sol. Une telle corrélation non significative entre ces deux paramètres du sol a aussi été observée par Hassine et *al.*,(2005) sur des sols peu évolués du

Nord-Ouest tunisien. Le même auteur, Hassine (2002) a montré que sur certains sols, le K provient en grande partie des minéraux tels les feldspaths, les micas et la muscovite qui est micas allumineux. Ces résultats sont très différents de ceux trouvés par Giroux et Tran (1991) en sol canadien qui montraient une forte corrélation entre Kéch et argile.

4.3.2- Potassium échangeable et matière organique

4.3.2.1- Relation potassium échangeable et matière organique

Nous avons étudié cette relation sur les trois sols. Les résultats obtenus (tableau VII) montrent que :

- la corrélation n'est pas significative en sol ferrallitique (faible relation Kéch-MO) au seuil de 5%
- la corrélation est significative en sol ferrugineux et en sol brun au seuil de 5%, synonyme de bonne relation.

Tableau VII: relation K éch-MO

Types de sol	Résultats des corrélations pour l'horizon 0-20cm	Résultats des corrélations pour l'horizon 20-40cm
Ferrallitique	Kéch = 0,044 MO + 0,0499 R ² = 0,1979 NS	Kéch = 0,0547 MO + 0,0346 R ² = 0,2166 NS
Ferrugineux	Kéch = 0,1305 MO - 0,0054 R ² = 0,3467 NS	Kéch = 0,1297 MO - 0,0044 R ² = 0,3678 NS
Brun	Kéch = 0,0871 MO + 0,0229 R ² = 0,3956 S	Kéch = 0,0823 MO + 0,0266 R ² = 0,3899 S

NS= Non Significatif (à 5%) ; S= significatif (à 5%)

4.3.2.2- Discussion sur la relation potassium échangeable-matière organique

- La corrélation entre potassium échangeable et matière organique sur sol ferrallitique n'est pas significative au seuil de 5% quel que soit l'horizon. Le Kéch n'est donc pas liée à la teneur de la MO dans ce sol. Or nous avons vu également dans le tableau VII précédent qu'il n'est pas non plus beaucoup lié aux argiles dans les sols ferrallitiques. Il pourrait alors être lié à d'autres éléments minéraux comme les feldspaths, les micas (Hassine, 2002 ; Mhiri, 2002) dans ces types de sols. Cette faible liaison du K aux

principaux colloïdes (argile, MO) peut expliquer les carences fréquentes du K en sol ferrallitique soulignées par Dakouo (1994).

- La corrélation significative au seuil de 5% obtenue dans les sols ferrugineux et bruns témoigne une bonne relation entre le potassium assimilable (Kéch) et la matière organique. Ces résultats corroborent ceux de l'Institut de Recherche du Coton et des Textiles cité par Dakouo (1984) qui a démontré qu'en zone tropicale sèche, l'évolution du Kéch était beaucoup liée à la MO. La matière organique fixerait donc le potassium sur ces deux sols laquelle fixation serait favorisée par la composition minéralogique de leurs argiles différente de celle des sols ferrallitiques (Boyer, 1973). En effet, cette relation potassium et matière organique existe car la Mo est une source de potassium.

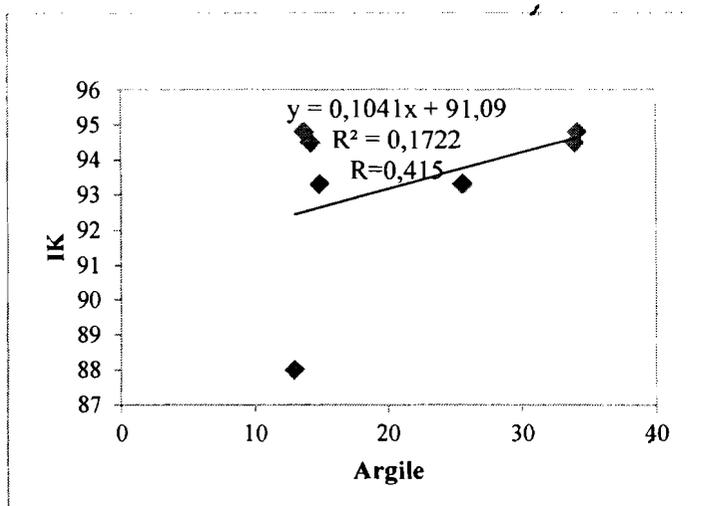
4.4- Relation entre les indices de nutrition potassique (IK) - teneur en argile et relation IK - matière organique (MO).

Nous avons étudié cette relation en fonction des types de sol et aussi suivant les horizons 0-20 cm et 20-40 cm.

4.4.1- Sols ferrallitiques

4.4.1.1- Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 0-20 cm.

Cette relation est donnée par la **figure 5**.



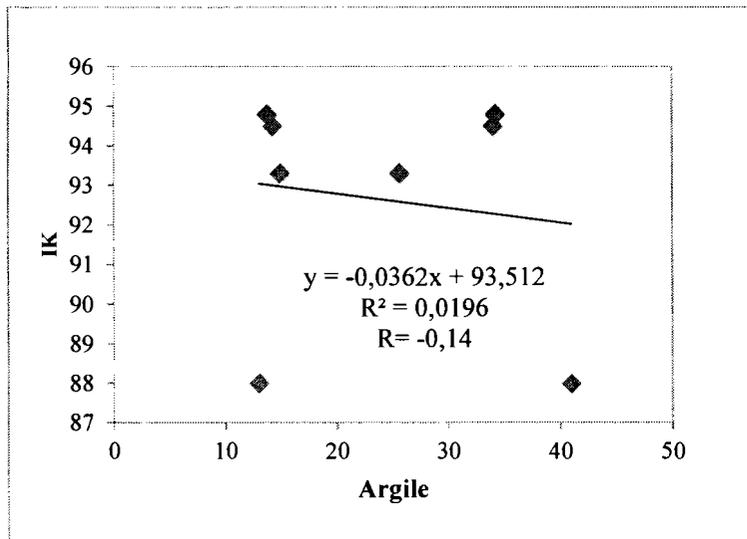
IK= indice de nutrition potassique

Figure 5: Relation entre indice de nutrition potassique et teneur en argile sur 0-20 cm

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5% selon l'analyse statistique faite. Cela signifie que l'indice de nutrition potassique du cotonnier n'est pas lié à la teneur en argile du sol. Le graphique montre cependant une pente positive ($R > 0$) traduisant une tendance de l'IK (nutrition potassique) à augmenter en fonction de la teneur en argile.

4.4.1.2- Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 20-40 cm.

Cette relation est donnée par la **figure 6**



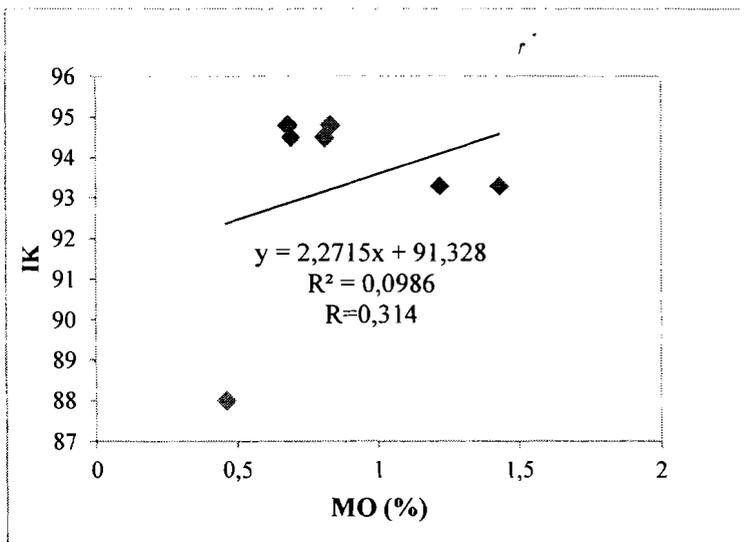
IK= indice de nutrition potassique ;

Figure 6: Relation entre indice de nutrition potassique et teneur en argile 20-40 cm

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5% selon l'analyse statistique et de plus, on obtient une courbe à pente négative ($R < 0$). Cela signifie que sur l'horizon 20-40 cm, la teneur en argile tend à baisser l'indice de nutrition, et donc la capacité des plantes à se nourrir en potassium.

4.4.1.3-Relation entre indice de nutrition potassique IK et matière organique sur l'horizon 0-20 cm

Cette relation est donnée par la **figure 7**



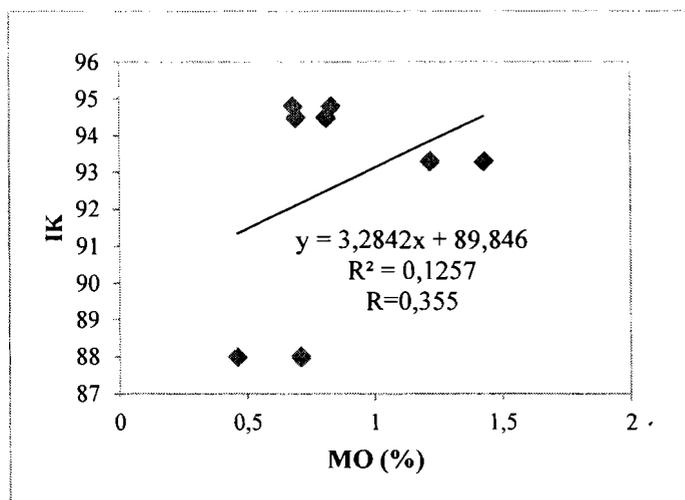
IK= indice de nutrition potassique ; MO = matière organique

Figure 7 : Relation entre indice de nutrition IK et MO sur 0-20 cm

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5% selon les résultats statistiques. Néanmoins, on a une courbe dont la pente est positive traduisant une faible amélioration de la nutrition potassique en fonction des teneurs en MO.

4.4.1.4- Relation entre indice de nutrition potassique IK et matière organique sur l'horizon 20-40 cm

Cette relation est donnée par la **figure 8**



IK= indice de nutrition potassique ; MO = matière organique

Figure 8: Relation entre indice de nutrition IK et MO sur 20-40 cm

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5% suivant nos résultats statistiques. Cependant, on note une amélioration de l'indice de nutrition en fonction des teneurs de la matière organique sur l'horizon 20-40 cm.

4.4.1.5- Discussion sur relation IK-argile et IK-MO (sol ferrallitique)

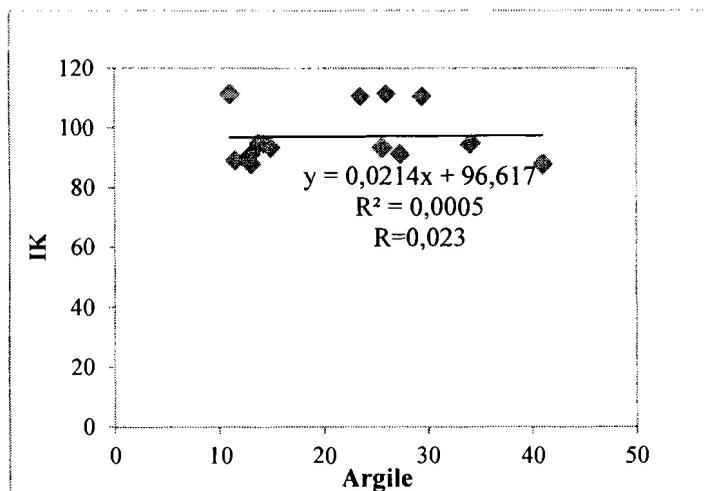
Il n'ya pas une bonne relation entre IK- argile ou entre IK-MO et ces résultats sont en conformité avec ceux trouvés au point 4.3 de notre document qui ont montré qu'il n'existe pas de relation entre Kéch-argile ou entre Kéch-MO. Cependant les pentes positives des courbes témoignent des tendances à une amélioration par la matière organique et par l'argile (figures 5, 7,8). La **figure 6** à pente négative signifie que la teneur en argile sur l'horizon 20-40 cm peut nuire à l'alimentation en K. Cela peut s'expliquer par des asphyxies liées à des engorgements racinaires en eau car l'analyse physique du sol a en effet présenté une forte teneur en argile sur cet horizon. Mais la raison plausible serait aussi l'effet négatif du pH sur la nutrition de la plante car on remarque que la tendance générale est que l'horizon 20-40 cm est plus acide que l'horizon 0-20 cm. Le sol dans ces conditions n'est pas bien disposé à alimenter le cotonnier qui connaîtrait fréquemment des déficiences potassiques sur ces sols ferrallitiques. Boyer (1973) et Dakuo (1994) ne soulignent-ils pas que ces sols ferrallitiques sont plus défavorisés en matière de nutrition potassique par rapport aux sols ferrugineux et aux sols bruns tropicaux ? De nombreux exemples illustrent d'ailleurs la mauvaise nutrition potassique sur sol ferrallitique. Parmi les différents indices de nutrition que nous avons calculés, il est ressorti clairement que des 3 sols, ce sont eux qui sont en dernière position avec un IK d'environ 94,5 proche de l'intervalle de déficience fixé à 80-90 par Braud (1984).

La lixiviation des engrais sur ces sols peut aussi expliquer les problèmes nutritionnels. Elle est plus poussée sur ces sols et Laudelout (1950) a indiqué qu'à Yangambi (ex Zaïre), en un an, deux tiers d'une fumure potassique appliquée sur sol ferrallitique désaturé se retrouvait au delà des 60 cm de profondeurs du sol alors qu'en Afrique du Sud, Farina et Graven (1972) ont montré que ce ne sont qu'au bout de 3 ans que ces engrais se retrouvent à 15 cm en profondeur sur sol ferrugineux.

4.4.2- Les sols ferrugineux.

4.4.2.1-La relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 0-20 cm.

Cette relation est donnée par la figure 9



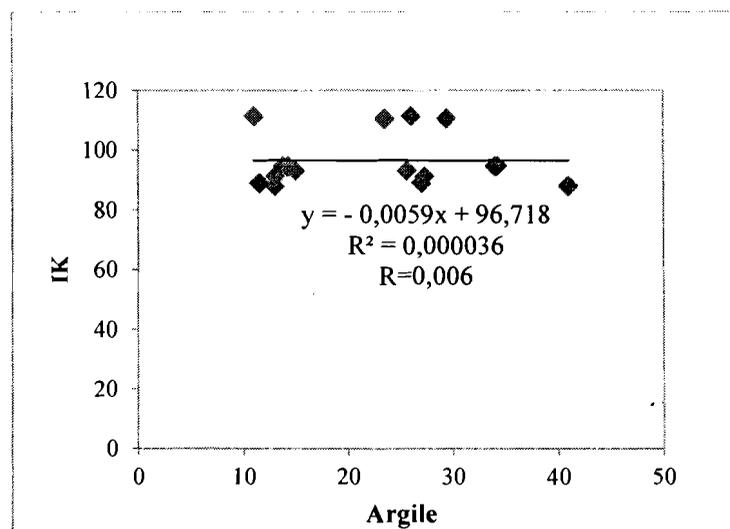
IK= indice de nutrition potassique

Figure 9: Relation entre indice de nutrition et teneur en argile sur 20-40 cm

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5%.

4.4.2.2-Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 20-40 cm.

Cette relation est exprimée par la figure,10



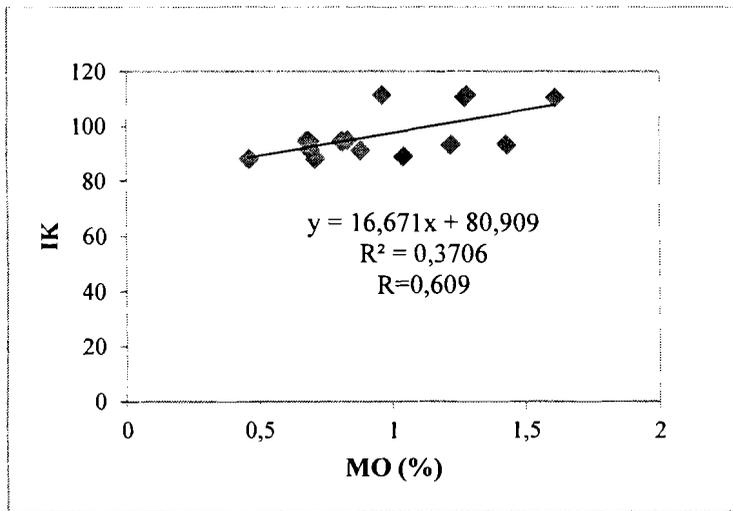
IK= indice de nutrition potassique

Figure 10: relation entre indice de nutrition potassique et teneur en argile sur 20-40 cm.

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5%.

4.4.2.3- Relation entre indice de nutrition potassique (IK) et matière organique (MO) sur 0-20 cm.

Cette relation est donnée par la **figure 11**



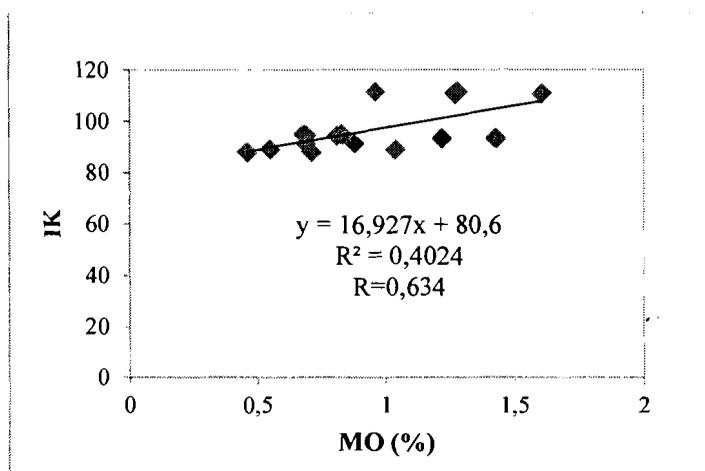
IK= indice de nutrition potassique ; MO = matière organique

Figure 11 : relation entre indice de nutrition potassique et MO 0-20cm

La corrélation est statistiquement significative au seuil de 5% et la pente de la courbe est positive. Ceci montre une amélioration notable de la nutrition potassique par la matière organique.

4.4.2.4- Relation entre indice de nutrition potassique IK et MO sur 20-40 cm.

La relation est exprimée par la **figure 12**



IK= indice de nutrition potassique ; MO = matière organique

Figure 12: Relation indice de nutrition potassique et matière organique

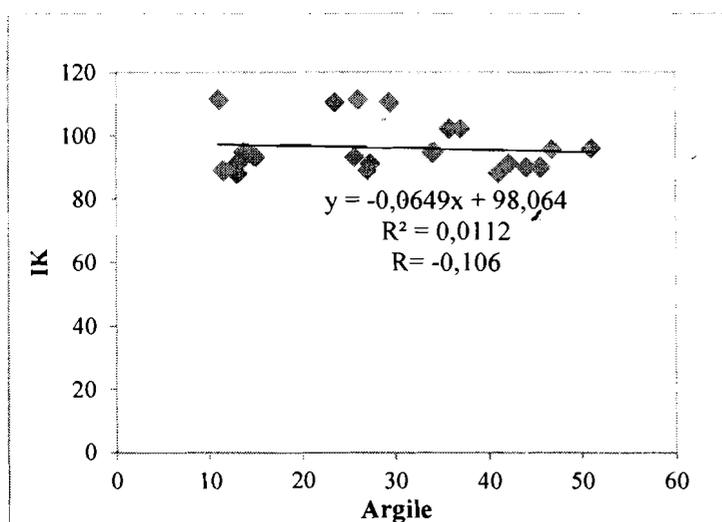
4.4.2.5- Discussion sur la relation IK-argile et IK-MO (sol ferrugineux)

Nous avons pu constater une corrélation non significative entre IK-argile sur tous les horizons et une corrélation significative entre IK-MO sur tous les deux horizons chez les sols ferrugineux. La nutrition potassique du cotonnier sur ces sols n'est pas liée à la teneur en argile. En effet, nous l'avons déjà souligné, le K échangeable n'est pas très lié aux argiles et cela témoigne le fait que l'alimentation en potassium des plantes ne soit pas dépendante de la teneur de ces argiles. Le K échangeable étant liée à la teneur en MO (corrélation significative) explique la bonne nutrition potassique liée aussi à cette matière organique. En effet, la MO contient du potassium qui peut être utilisable par la plante. La corrélation IK-MO significative sur 0-20 cm et 20-40 cm s'explique par le fait que le cotonnier, plante à racines pivotantes a la possibilité d'explorer une grande profondeur du sol pour absorber le K.

4.4.3- Sols bruns

4.4.3.1- Relation entre indice de nutrition potassique et teneur en argile sur l'horizon 0-20 cm.

Cette relation est exprimée par la **figure 13**



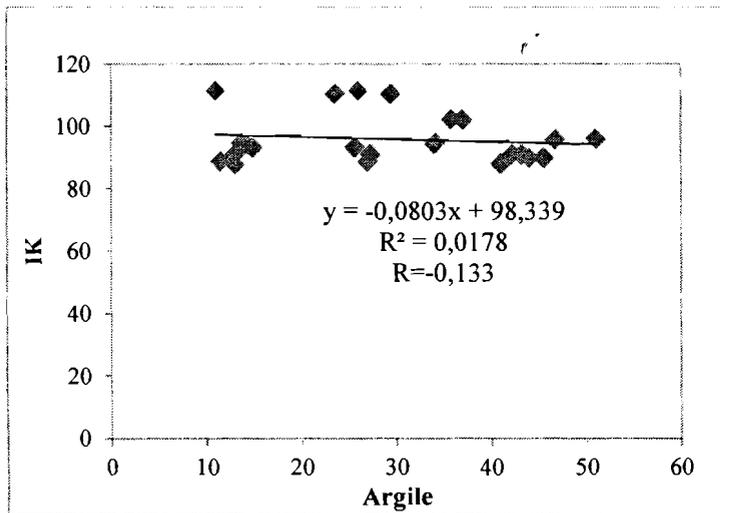
IK= indice de nutrition potassique

Figure 13: Relation entre K échangeable et indice de nutrition sur 0-20cm

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5%.

4.4.3.2 Relation entre IK et teneur en argile sur l'horizon 20-40cm.

Cette relation est exprimée par la **figure 14**



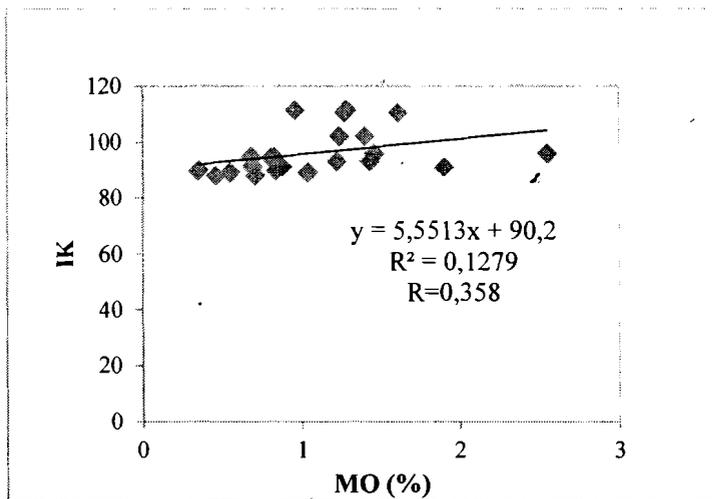
IK= indice de nutrition potassique

Figure 14 : relation entre indice de nutrition et teneur en argile 20-40 cm

La corrélation n'est pas significative au seuil de 5%.

4.4.3.3 –Relation entre indice de nutrition potassique et matière organique sur 0-20 cm

La relation est exprimée par la figure 15 suivante :



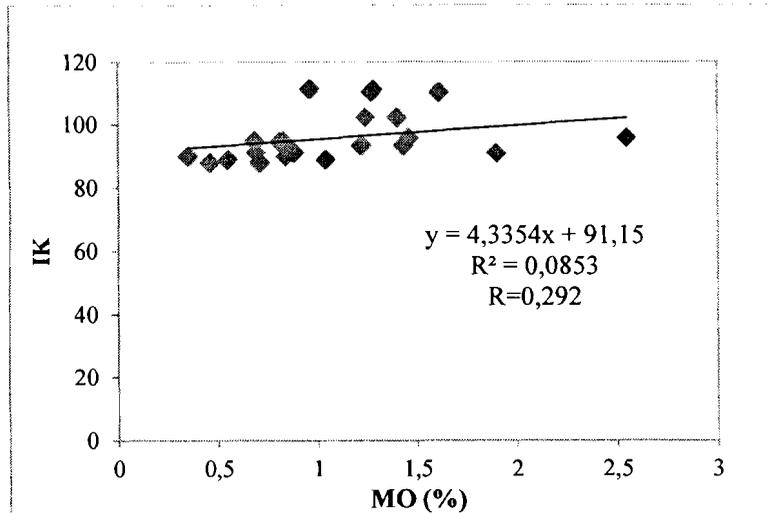
IK= indice de nutrition potassique ; MO = matière organique

Figure 15: relation entre indice de nutrition et MO sur 0-20 cm

En sol brun, la corrélation n'est pas significative au seuil de 5% même si l'allure de la courbe laisse voir une tendance à l'amélioration de l'IK par la matière organique de l'horizon 0-20 cm.

4.4.3.4- Relation entre indice de nutrition potassique et matière organique sur l'horizon 20-40 cm

Cette relation est exprimée par la **figure 16** suivante:



IK= indice de nutrition potassique ; **MO** = matière organique

Figure 16 : Relation entre indice de nutrition IK et MO sur l'horizon 20-40 cm

En sol brun, la corrélation n'est pas significative au seuil de 5%. Mais, l'allure de la courbe indique une tendance d'amélioration de l'IK par la matière organique de l'horizon 20-40 cm.

4.4.3.5- Discussion sur la relation IK-argile et IK-MO (sol brun)

- Nous avons noté que les corrélations IK-MO sont non significatives. Néanmoins, les courbes laissent apparaître une tendance à l'amélioration de la nutrition des plantes par la MO des deux horizons. Ces résultats corroborent ceux déjà trouvés dans la relation Kéch-MO (corrélation significative) en sol brun. Sur ces sols, la MO a donc la faculté d'adsorber le K et ensuite le mettre à la disposition des cultures.
- La relation IK-argile est non significative et aussi la courbe a une pente négative ce qui traduit une tendance des argiles à bloquer l'alimentation des cultures. La corrélation non significative est due au fait que le potassium échangeable n'est pas directement lié aux argiles sur ces sols bruns. L'influence négative des argiles sur l'alimentation potassique serait due au fait que ce sont des sols à fort taux d'argile sur tous les deux horizons étudiés et donc asphyxiant en temps de grande pluie ; laquelle asphyxie pouvant même compromettre tout le développement de la plante.

4.5- Indice de nutrition potassique IK, MO et Kéch

4.5.1- Relation entre indice de nutrition potassique IK-MO-Kéch

Les résultats obtenus sont consignés dans le **tableau VIII**.

Tableau VIII : relation indice de nutrition potassique IK-MO-Kéch

Types de sol	Résultats des corrélations pour l'horizon 0-20cm	Résultats des corrélations pour l'horizon 20-40cm
Ferrallitique	IK= 86,57+0,8 MO +59,8 Kéch R ² = 0,506 S	IK= 87,73 -2,79 MO +99,6 Kéch R ² = 0,552 S
Ferrugineux	IK = 65,44+15,11 MO+98 Kéch R ² = 0,969 significative	IK = 70,7+21,84 MO+79,1 Kéch R ² = 0,99 significative
Brun	IK = 93,5-5,3 MO + 68 Kéch R ² = 0,92 S	IK = 92,8+9,7 MO -115 Kéch R ² = 0,9 S
Tous les trois sols	IK=87,55-5,28 MO + 109,4Kéch R ² = 0,577 S	IK = 86,7-1,262 MO +106 Kéch R ² = 0,515 S

S = test significatif (à 5%)

4.5.2- Discussion sur les relations entre IK-MO- K éch.

Nous avons obtenu une corrélation significative entre IK, MO et Kéch pour tous nos sols. La nutrition potassique est donc améliorée lorsque dans le sol, il existe une bonne teneur de Kéch avec en même temps de la matière organique. Si selon Boyer (1973) il faut une teneur seuil de 0,1 meq /100 g de Kéch dans les sols pour éviter des carences, soulignons que cette seule valeur ne suffit pas pour expliquer la réponse d'un sol à la fertilisation potassique. En effet l'amélioration de l'IK peut s'expliquer par le fait que les macro-organismes attirés par la matière organique, créent des galeries dans les sols augmentant ainsi leur porosité (d'où le terme « ingénieurs du sol » qui leur est accordé). Cette bonne porosité crée les bonnes conditions (infiltration, aération) pour une alimentation des plantes. Pendant ce temps, les

micro-organismes vivant de cette matière organique la dégradent en petites molécules, accélérant ainsi la minéralisation ce qui favorise également l'alimentation des cultures. Cette action bénéfique de la matière organique est partagée par Richard (1981) cité par Dakouo (1984) qui trouve qu'il faut en plus de la disponibilité du potassium dans le sol, la matière organique pour mieux améliorer la nutrition potassique. Cet auteur a même établi par voie statistique comme nous l'avons fait dans notre cas, une relation entre indice de nutrition potassique -MO- Kéch pour la zone cotonnière tropicale. Cette formule est :

$$IK=79 - 8,1 MO + 107,4.$$

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude conduite sur les sites de Boni, Dossi et Farako-Bâ qui présentent respectivement des sols ferrugineux, des sols bruns et des sols ferrallitiques, nous a permis de mieux comprendre la relation entre potassium échangeable du sol, matière organique, teneur en argile et indices de nutrition potassique du cotonnier. Nos travaux ont montré que sur les trois sols étudiés, la teneur en potassium échangeable du sol n'est pas liée à celle des argiles quel que soit le type de sol. L'indice de nutrition potassique du cotonnier quant à lui est lié au taux de matière organique des sols ferrugineux; en sols ferrallitique et brun, la relation n'est pas significative même si on a noté une tendance à l'amélioration de l'IK par la MO. La teneur en argile n'améliore pas la nutrition potassique du cotonnier et la forte teneur des argiles tend même à être défavorable à la nutrition du cotonnier en sol brun.

Pour améliorer la nutrition du cotonnier, il faut donc apporter plus de matière organique aux sols et appliquer des engrais potassique comme le KCl.

Notre étude n'est pas exhaustive et pourrait comporter des insuffisances étant donné que l'alimentation potassique ne dépend pas seulement de la teneur en potassium échangeable, de la matière organique ou du taux d'argile dans le sol mais serait aussi influencée par certains facteurs comme le climat et l'état sanitaire des cultures.

D'autres études sur la question méritent d'être effectuées sur d'autres types d'écologies afin de mieux approfondir les connaissances.

BIBLIOGRAPHIE

Annabi M., Bahri H., Latiri K., 2009. Statut organique et respiration microbienne des sols du nord de la Tunisie.), INERAT, Tunisie, pp. 401-408.

Assassi M.F., 2010. Synthèse et caractéristiques des nanocomposites polypyrrole / montmorillonite organomodifiée à stabilité thermique améliorée. Mémoire de Master, Université d'Oran Mohammed BOUDIAF, Algérie ; 72p.

Bado V.B., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université de Laval / QUEBEC, 184 p.

Baize D., 1988. Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, Paris. France, 172p

Barbier G., 1962. Dynamique du potassium dans le sol. Potassium Symposium. Institut International de la Potasse, Berne, Suisse, pp. 231-258.

Bassala J.P.O., M'biandoun M., Ekorong J.A., Asfom P., 2008. Evolution de la fertilité des sols dans un système cotonnier-céréales au Nord Cameroun: diagnostic et perspectives. *Tropicultura*, 26(4), pp. 240-245.

Berger M., Dakouo D., Belem P.C., 1985. Recherche d'accompagnement, Projet motorisation intermédiaire. Rapport de synthèse INERA/ Programme coton, Burkina Faso, 65p.

Boyer J., 1973. Comportement du potassium dans les sols tropicaux cultivés. Compte Rendu du 10e Colloque de l'Institut International de la Potasse, Abidjan, Côte d'Ivoire. pp. 83-102.

Braud M., Dubernard J, 1971. Influence de la nutrition potassique sur le comportement de trois variétés de *Gossypium hirsutum*. *Cot Fib Trop* 26, pp. 437-440.

Braud M., 1984. Le diagnostic foliaire du cotonnier. In: Martin-Prevel P., Gagnard J. & Gautier P. *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. Paris : Éditions Tec & Doc -Lavoisier, pp. 559-576.

Cassman K.G., Kerby T A., Roberts B A., Bryant D C., Brouder S M., 1989. Differential response of two cotton cultivars to fertilizer and soil potassium. *Agron J* 81, pp. 870-876.

Crétenet M., Dureau D., Traoré B., Ballo D., 1994. Fertilité et fertilisation dans la région sud du Mali: du diagnostic au pronostic. *Agric Dév* 2, pp. 4-13.

Dakouo D., 1990. Statut potassique de quatre types de sols de la zone cotonnière du Burkina Faso et étude de leur comportement vis-à-vis de la fumure potassique. Mémoire de DEA, Université Nationale de Côte D'Ivoire, 72p.

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, Burkina Faso, 49p.

Dakouo D., 1994. Les carences en potassium sur le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) dans les systèmes de culture : cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Thèse de Docteur-ingénieur, Université Nationale de Côte D'Ivoire, 149p.

Dénis J.F., 2000. La fertilisation de l'olivier en potassium et en magnésium. Association française interprofessionnelle de l'olive (AFIDOL), France, 5p.

DUTHIL J., 1973. Elément d'écologie et d'agronomie. Tome III. Exploitation et amélioration du milieu. Emploi des facteurs de production végétale, Paris France, J.B Baillièrre et Fils, 656p.

FAO, 2002. La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion de terres. 70p.

Farina M.P.W. et Graven E.H., 1972. Effects of rainfall and differential application of N, P, K and Ca on the downward movement of K in an avalo medium sundy loam cropped with maize (*Zea mays* L). *Agrochemophtsica*, Pretoria, Afrique du Sud, pp. 93-98).

Giroux M. et Tran T.S. 1991. Evaluation de la disponibilité du potassium du sol et des engrais en relation avec les propriétés des sols. *Agrosol*, Vol 4, n°1, Sainte -Foy, Québec, pp 30-38.

Guinko S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat ès sciences naturelles. Université de Bordeaux III, France, 318p.

Hassine H B., Aloui T., Gallali T. Bouzid T., El Amri S., Hassen R B., 2008. Evaluation quantitative et rôle de la matière organique des sols cultivés en zones subhumides et semi-arides méditerranéennes de la Tunisie. *IRDA*, Tunisie pp. 4-17.

Hassine H.B., El Aouni M.H., Bonin G. et Salem M.B., 2005. Importance des réserves potassiques naturelles dans les sols céréaliers du Nord-Ouest tunisien. *Agrosol*, Vol 16, n°1. pp.33-45

INERA., 2000. Bilan de 10 années de recherches 1988-1998. Document MESSRS/CNRST/Burkina Faso, édition CTA. 115p.

INERA., 1995. Fiche technique de la culture du coton, 5p.

Jones M.J. and Wild A., 1975. Soils of the West African Savannah. Technical Communications, Vol. 55. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 246 p.

Kerby T.A. et Adams F., 1985. Potassium Nutrition of Cotton. In: "Potassium in Agriculture" (Munson R.D. Ed.), Madison, WI. pp. 843-860.

Laudelout H., 1950. Etude pédologique d'un essai de fumure minérale de l'Eloëis à Yangambi, Pub. INEAC, série scientifique 47, 21p.

Lompo F., 2009. Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et la solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Cocody, Côte D'Ivoire, 254p.

Loué A., 1977. La fertilisation potassique des sols à fort pouvoir fixateur. **I.N.A.** Département d'Agronomie de la S.C.P.A. – MULHOUSE. Revue « Dossier K₂O » N°7

Loué A., 1984. Méthode de contrôle de la nutrition minérale du maïs. In: Martin-Prevel P., Gagnard J. & Gautier P. *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. Paris, Éditions Tec & Doc – Lavoisier, pp. 598-631.

Magny J. et Baur J., 1990. Pour comprendre les analyses de terre. Revue « Purpan », Laboratoire « Europe-Sol », 41-42 (nouveau tirage), Purpan, Toulouse , pp. 145-222

MECV., 2004. Rapport sur l'état de l'environnement au Burkina Faso. SP/CONAGESE, Ouagadougou, Burkina Faso. 174p.

Memento de l'agronome, 1991. 4^e édition, Collection « Techniques rurales en Afrique », France, pp. 172-173.

Mhiri A., 2002. Le potassium dans les sols de Tunisie. Atelier sur la gestion de la fertilité potassique, acquis et perspectives de la recherche, Tunisie, 11P.

MOREL R., 1996. Les sols cultivés. Tec &Doc- Lavoisier, Paris, 389p.

Pallo F.J.P., et Thiombiano L., 1989. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétion du Burkina Faso : caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. SOLTROP.

ORSTOM., 1969. Etude pédologique de la Haute-Volta. Rapport général de synthèse, 22p

Pieri C., 1989. Fertilité des terres de savanes: bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. Ministère français de la coopération et du développement et CIRAD-IRAT, Paris, 444 p.

Rieffel J M., Moreau R., 1968. Etude pédologique de la Haute-Volta. Région Centre-Sud. Mémoires ORSTOM n° 85.

Richard L., 1981. Rôle de la matière organique et du et du potassium échangeable dans la réponse des cultures à la fertilisation potassique. Cot. et Fib. Trop.36(2), pp.197-198.

Salette J.E., Théliet L., 1991. Diagnostic de l'état de nutrition minérale d'une prairie par l'analyse du végétal : principes, mise en œuvre, exemples. Fourrages 125, 3-18.

Sédogo P. M., Bado B. V., Hien V., et Lompo F., 1991. Utilisation efficace des engrais azotés pour une augmentation de la production vivrière: l'expérience du Burkina Faso. INERA Ouagadougou, Kluwer Acad. Publishers, pp. 171-179.

Sédogo P.M., 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de doctorat. FAST ? Université Nationale de Côte d'Ivoire, 333p.

Sheldrick W. F., Syers J. K., et Lingard J., 2002. A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and global scales. Nutr Cycl Agroecosyst 62, pp.61-72.

Simonsson L., 2005. Profil de vulnérabilité du Burkina Faso. Rapport d'étude de Stockholm environment institute, 38p.

Sountoura F., 2011. Influence du potassium sur les rendements et les caractéristiques technologiques de la fibre de cotonnier conventionnel dans les zones cotonnières est et ouest du Burkina Faso. Mémoire d'ingénieur du Développement Rural, UPB, Burkina Faso, 49p.

Spack S., 1997. Stratégie de gestion durable des terroirs villageois de la région de l'Est, Burkina Faso, Géo-Regards, 31,147p.

UNIFA, 2005. Les principaux éléments fertilisants

Venkatapen C., 2012. Etude des déterminants géographiques et spatialisation des stocks de carbone des sols de la Martinique. Thèse de doctorat en Géographie, Université des Antilles et de la Guyane, 334p.

Walkley I.A and Black, 1934. An examination method of the Detjareff and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37, pp. 29-38.

Yemefack M., Nounamo L., Njomgang R. Bilong P., 2004. Influence des pratiques agricoles sur la teneur en argile et autres propriétés agronomiques d'un sol ferrallitique au sud du Cameroun. Tropicultura, 22(1), pp. 3-10.

Youl S., 2009. Dynamique et modélisation de la dynamique du carbone dans un agrosystème de savane de l'Ouest du Burkina Faso, Institut du Développement Rural, UPB, Burkina Faso, 194p.

<http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/argiles.htm>): Les argiles. Consulté le 24 juin 2013.

http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/matiere_organique_du_sol.php 4 : Dictionnaire Environnement, définition de la matière organique du sol. Consulté le 2 juillet 2013.

<http://www.ecosociosystemes.fr/potassium.html> : Le potassium. Consulté le 2 juillet 2013.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche technique sur la culture cotonnière

Le cotonnier

Classification

Le cotonnier appartient à la famille des malvacées et du genre *Gossipium*.

Origine des cotonniers cultivés en Afrique de l'Ouest

L'espèce *Barbadense* (originaire d'Amérique du Sud) fut introduite au départ puis abandonnée pour son cycle trop long. Elle sera remplacée par l'espèce *Hirsutum* origininaire d'Amérique Centrale. Ce sont ces espèces *Hirsutum* qui font actuellement l'objet d'amélioration et de sélection par la recherche et qui sont actuellement vulgarisées au Burkina Faso.

Description des cotonniers actuels

Le cotonnier est un arbuste caractérisé par :

- une tige principale, 2 à 4 branches végétatives, 5 à 20 branches fructifères ayant 2 à 6 nœuds avec un organe fructifère à chacun d'entre eux.
- une racine pivotante et des racines secondaires.
- des fleurs caractérisées par une colonne soudée d'étamines.
- des fruits (capsules) constitués de 3 à 5 loges contenant chacune de 6 à 8 graines. Chaque capsule donne 3 à 6 grammes de coton graine.
- des graines vêtues recouvertes de fibres et contenant une amande riche en huile.

Développement

Le cycle de développement des cotonniers actuellement vulgarisés implique une possibilité de récolte de 110 à 120 jours après semis. Du 150^e au 160^e, toutes les capsules sont ouvertes.

On peut distinguer dans ce cycle plusieurs phases ou stades qui se suivent ou se superposent plus ou moins :

- la phase de levée : de la germination à l'étalement des feuilles cotylédonaires. Elle dure 4 à 10 jours en conditions normales.

- la phase plantule : de l'étalement des feuilles cotylédonaire à l'apparition du premier bouton floral (30 à 35 jours après semis).
- la phase de préfloraison : elle va du 30^e au 50^e jour après semis c'est-à-dire de l'apparition du premier bouton floral à l'apparition de la première fleur.
- la phase de floraison : du 50^e jour (1^{ère} fleur) à la récolte ; la floraison maximale étant vers 80 jours après semis.
- la phase de maturation : de la formation de la première capsule après fécondation à la récolte (150 jours après semis)

A ces différents stades de vie correspondent des besoins et soins techniques qui conditionneront les rendements.

Préparation des sols

Le but est de disloquer le sol pour qu'il puisse être ameubli et affiné afin de permettre une bonne implantation des racines, ouvrir le sol pour permettre le stockage de l'eau des premières pluies, enfouir les fumures de fond et éliminer les mauvaises herbes.

La préparation du lit de semis peut nécessiter un hersage ou scarifiage suivant les terrains.

Les semis

Les dates de semis sont liées aux pluies mais il y a tout de même lieu de fixer des limites. Les semis doivent globalement être réalisés entre le 20 mai et le 20 juin. Lorsqu'ils sont réalisés plus tôt avant une bonne installation correcte des pluies, la levée et le développement peuvent être compromis par manque de pluie et les capsules aussi vont s'ouvrir pendant les pluies de fin de campagne ce qui déprécierait la qualité du coton. Lorsque les semis sont réalisés tardivement, les plantules peuvent subir des excès d'eau au départ et la fin de leur cycle peut être perturbée par manque de pluie.

Aux 4 principales périodes suivantes de semis pratiquées, correspondent des espérances de rendement :

- du 20 au 30 mai : 2,5 à 3 tonnes / hectare
- du 1^{er} au 15 juin : 2 à 2,5 tonnes / hectare
- du 16 au 30 juin : 1,5 à 2 tonnes / hectare
- du 1^{er} au 10 juillet : 1 à 1,5 tonnes / hectare.

Les semences à utiliser doivent être celles traitées et distribuées pour la campagne à venir. Les densités de semis sont fonction des zones agroécologiques. Dans les zones à forte végétation recevant plus de 600 mm de pluie, il est recommandé des écartements de 80 cm sur 35 cm ou 80cm sur 40 cm (environ 35500 poquets / ha). Dans les zones à faible pluviométrie (< 800 mm / an) avec un développement végétatif moindre, les écartements préconisés sont 80 cm sur 25 cm ou 80 cm sur 30 cm soit environ 50000 poquets / ha.

Le nombre de graines /poquet lors du semis ne doit pas excéder 5 (3 à 4 est correct) et dans tous les cas, on ne doit pas utiliser plus de 40 kg de semences par hectare.

Les entretiens

L'entretien de la culture est extrêmement important et tout retard dans l'exécution se traduit par une perte de rendement.

- Le démariage doit être fait dans les 20 jours après levée lorsque le sol est humide et on ne garde dans chaque poquet que les 2 plants les plus vigoureux et sains.
- les sarclo-binages s'effectuent manuellement à la daba ou en culture attelée (triangle sarcleur, bineuse) et permettent non seulement d'éliminer les adventices qui concurrencent la culture, mais aussi de casser la croûte du sol favorisant ainsi la rétention en eau du sol et le bon développement des cultures. Ils sont effectués suivant l'enherbement et l'encroûtement du terrain. Le désherbage chimique est fait avec des herbicides.

Tout retard de sarclage se traduit par des chutes du rendement proportionnelles à ce retard :

- 1^{er} sarclage effectué à partir de 15 jours après semis = 9 % de perte
- 1^{er} sarclage effectué à partir de 30 jours après semis = 20 % de perte
- 1^{er} sarclage effectué à partir de 45 jours après semis = 35 % de perte
- 1^{er} sarclage effectué à partir de 60 jours après semis = 45 % de perte
- Parcelles non sarclées = 80 à 90 % de perte.

Après le délai d'intervention normale, chaque décade de retard entraîne une perte d'environ 230 kg / ha de coton-graine.

- Les buttages

Ils sont effectués généralement en juillet-août dès que la hauteur des cotonniers le permet. L'objectif est de recouvrir les engrais, éliminer les mauvaises herbes, drainer les grandes eaux de pluie et aussi consolider les plants et éviter leur verse.

La fertilisation

- Le but de la fertilisation est de redresser les déficiences du sol, assurer à la plante les besoins en éléments minéraux aux périodes critiques et enfin restaurer au sol au moins l'équivalent de ce que les cultures vont exporter afin de ne pas l'appauvrir.
- Les doses d'engrais vulgarisées sont :
 - 150 kg / ha de l'engrais NPKSB connu sous le nom de l'engrais coton titrant 23-14-23+6-1 apportés à la levée (15 à 20 jours après semis) et 50 kg / ha d'urée (46% N) apportés au 40^e jours après semis.
 - En fonction de la date de semis, les doses peuvent être modulées :
 - 3^e décade de mai : 200 kg / ha de NPKSB + 50 kg d'urée
 - 1^{er} au 30 juin : 150 kg / ha de NPKSB + 50 kg / ha d'urée.
 - 1^{ère} décade de juillet : 100 kg / ha de NPKSB + 50 kg d'urée.
- Le mode d'apport des engrais sont l'apport en side-dressing (épandage de l'engrais dans un sillon ouvert à 10 – 15 cm le long de la ligne) et l'apport sur le sol le long de la ligne, et recouvert le même jour.
- La fumure organique est très nécessaire et il est conseillé d'épandre 20 à 30 charretées (3 à 4 tonnes) par hectare de terres de parc ou du fumier ou compost bien décomposé avant le labour. D'une façon générale, il y a lieu d'apporter dans l'exploitation un plan de fumure organique basé sur un apport de 6 tonnes / ha de fumier tous les 3 ans.

Les traitements phytosanitaires

Le cotonnier est très sensible aux attaques des insectes et sa culture nécessite une mise en œuvre de traitements insecticides. Entre la levée et la floraison, il s'agit des insectes qui piquent et sucent les feuilles (pucerons, jassides) et les bourgeons (mirides). Entre la floraison et le 110^e jour après semis, on a des attaques de chenilles (Heliiothis, Diparopsis, Earis) sur les boutons floraux et les capsules. Pour le coton conventionnel, il faut impérativement effectuer des traitements aux 50- 64-78- 92^e jour. Au delà, ne faire le traitement que lorsqu'il y a vraiment une nécessité. Par contre, pour le coton transgénique (Coton OGM), il est recommandé deux traitements contre les chenilles qui s'attaquent aux capsules.

La récolte

La récolte intervient lorsque les capsules s'ouvrent. Il est important de faire deux passages : un premier passage lorsque 50% du coton est bien ouvert, ce qui a lieu vers le 120^e jour et un deuxième passage vers le 150^e jour, âge auquel sauf cas exceptionnel, toutes les capsules sont ouvertes. Pendant la récolte, il faut trier au fur et à mesure le coton parfaitement propre (1^{ère} qualité) du coton jaune ou gris (2^e qualité).

Rendement

Schématiquement, un cotonnier a 10 branches fructifères à 4 organes par branches soit 40 organes par plantes dont 60% tombent. Il ne reste que 16 capsules pesant chacune 3 grammes soit 48 grammes par cotonnier. Avec une densité de 62500 pieds / ha, cela correspond à un rendement d'environ 3tonnes / ha.

Source : INERA /Farako-Bâ, 1995

Annexe 2 : Résultats des analyses de sols ferrallitiques de Farako-Bâ, des sols ferrugineux de Boni et des sols bruns de Dossi et indice de nutrition potassique en 1990 et 1994

Sols	années	horizons	Argile %	K éch Me/100	MO %	IK
ferrallitique	1990	0-20cm	13	0,03	0,46	88
		20-40cm	41	0,03	0,71	
ferrallitique	1994	0-20cm	14,9	0,1	1,43	93,3
		20-40cm	25,6	0,09	1,22	
ferrugineux	1990	0-20cm	11,5	0,07	1,04	89
		20-40cm	27	0,07	0,55	
ferrugineux	1994	0-20cm	13	0,14	0,88	91,18
		20-40cm	27,3	0,08	0,69	
Brun	1990	0-20cm	45,5	0,04	0,84	90
		20-40cm	44	0,03	0,55	
brun	1994	0-20cm	42,15	0,2	1,9	91
		20-40cm	43,2	0,15	1,9	