

**BURKINA FASO**

*Unité – Progrès – Justice*

-----  
**MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE, SUPERIEURE ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

-----  
**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (U.P.B)**



## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

Présenté en vue de l'obtention du  
**DIPLÔME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL**  
Option : AGRONOMIE

**Thème : Etude des effets de différentes doses de  
phosphate naturel du Burkina sur les caractéristiques et  
l'efficacité agronomique des comptes de pailles de maïs.**



Photo 1 : Remplissage de la fosse



Photo 2 : Phosphocompost



Photo 3 : Plants de maïs en pots

**Directeur de Mémoire : Dr Bernard BACYE**  
**Maître de stage : Dr Bernard BACYE**

## TABLE DES MATIÈRES

DEDICACE.....	I
REMERCIEMENTS.....	II
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES PHOTOS.....	V
LISTE DES FIGURES.....	VI
RESUME.....	VII
SUMMARY.....	VIII
INTRODUCTION.....	1
<b>CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>3</b>
1.1 – Compostage et utilisation du BP dans l’agriculture Burkinabè.....	3
1.1.1- Définition du compostage.....	3
1.1.2- Les facteurs de réussite de compostage.....	3
1.1.3- Les différents types de compostage.....	4
1.1.4- L’évaluation de la maturité du compost.....	5
1.1.5- Les avantages d’utilisation de la matière organique dans l’agriculture du Burkina.....	6
1.2- Utilisation des phosphates naturels (PN) dans l’agriculture Burkinabè.....	7
1.2.1- Caractéristiques chimiques des PN.....	7
1.2.2- Les facteurs de solubilisation des PN.....	8
1.2.2.1- Les facteurs intrinsèques de dissolution.....	8
1.2.2.2- Les facteurs environnementaux de dissolution des PN de Kodjari.....	9
1.2.3- Les différentes formes d’utilisation des PN.....	9
1.2.3.1- Apports direct à l’état brut.....	9
1.2.3.2- Procédé d’utilisation des PN de Kodjari.....	10
1.2.3.2.1- Utilisation après acidulation partielle.....	11
1.2.3.2.2- Utilisation du PN mélangé avec le soufre minéral.....	11
1.2.3.3- Utilisation conjointe de matière organique et du PN.....	11
1.2.3.3.1- Utilisation conjointe PN / fumier.....	11

1.2.3.3.2 – Utilisation des phosphocomposts.....	12
<b>CHAPITRE 2 : MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>14</b>
2.1- Fabrication des phosphocomposts.....	14
2.1.1- Matériels utilisés.....	14
2.1.1.1- Engrais minéraux.....	14
2.1.1.1.1- Burkina phosphate.....	14
2.1.1.1.2- Urée.....	14
2.1.1.1.3- Les matières organiques.....	14
2.1.1.1.3.1- Pailles de maïs.....	14
2.1.1.1.3.2- Fumier.....	15
2.1.1.1.4- Sol.....	15
2.1.2- Méthodologie.....	16
2.1.2.1- Méthode de fabrication des phosphocomposts.....	16
2.1.2.2- Caractérisation chimique des phosphocomposts.....	17
2.1.2.2.1- Le carbone total.....	17
2.1.2.2.2- L'azote.....	18
2.1.2.2.3- Le phosphore total.....	18
2.1.2.2.4- Le phosphore assimilable.....	18
2.2- Test de l'efficacité agronomique des phosphocomposts.....	19
2.2.1- Zone de l'étude.....	19
2.2.1.1- Le climat.....	19
2.2.1.2- La végétation.....	20
2.2.1.2- Les sols.....	20
2.2.2- Le matériel.....	21
2.2.2.1- Le sol.....	21
2.2.2.2- Le matériel végétal.....	22

2.2.2.3- Les matières fertilisantes.....	22
2.2.2.4- Les pots.....	22
2.2.3- La méthodologie.....	22
2.2.3.1- Le dispositif expérimental.....	22
2.2.3.2- La conduite de l'essai.....	23
2.2.4- Analyses statistiques.....	23
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....</b>	<b>24</b>
3.1- Effet des doses de PN sur les caractéristiques chimiques des phosphocomposts.....	24
3.1.1- Effets sur les teneurs en matière organique total.....	25
3.1.2- Effets sur les teneurs en carbone total.....	26
3.1.3- Effets sur les teneurs en azote.....	26
3.1.4- Effets sur le rapport C/N.....	27
3.1.5- Effets sur les teneurs en phosphore total.....	28
3.1.6- Effets sur les teneurs en phosphore assimilable.....	29
3.1.7- Discussions sur la croissance en hauteur.....	30
3.2- Effets des composts sur la croissance du maïs en ase de végétation.....	31
3.2.1- Résultats.....	31
3.2.1.1- Croissance en hauteur des plants de maïs en fonction des types et des doses de composts à 5 semaines après semis.....	31
3.2.1.2- Production de la matière sèche des plants de maïs en fonction des types et des doses de composts à 5 semaines après semis.....	34
3.2.2- Discussions sur la production de la matière sèche.....	36
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>39</b>

## DEDICACE

Je dédie le présent travail à la mémoire de :

- ❖ Mon père NGAORDOUM Esrom, qui de son vivant se préoccupait par ma réussite ;
- ❖ Ma mère PARE Jeannette disparue tôt et dont je n'ai pu bénéficier de sa chaleur maternelle.

## REMERCIEMENTS

Le présent document n'aurait été possible sans le concours de certaines personnes à savoir des chercheurs, des techniciens, des parents et amis. Nous tenons à les remercier très sincèrement. Nos remerciements s'adressent plus particulièrement :

- Au Dr Bernard BACYE, enseignant chercheurs à l'Université Polytechnique de Bobo, Maître de stage et Directeur du présent mémoire qui a vaillamment joué son rôle de Directeur de stage, contribuant ainsi à la qualité de ce travail. Sa passion pour l'agronomie nous fascine et conforte en nous le choix de notre futur métier. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.
- Au personnel de l'IDR (Directeur, adjoint au Directeur, CSAF, bibliothécaires, secrétaires, chauffeurs, manœuvres) pour les encouragements et les conseils.
- A tous les enseignants intervenants à l'IDR et en particulier à M. DAO Bègue pour sa précieuse contribution lors de l'analyse statistique de nos données ;
- Au Dr Jacob SANOU, chercheur et chef de la station INERA – FARAKOBA pour ses conseils et encouragements,
- Au Dr Hyacinthe KAMBIRE, chercheur à l'INERA pour ses conseils et encouragements ;
- A Mme la secrétaire à la GRN – FARAKOBA pour les services rendus ;
- Aux documentalistes de la station INERA – FARAKOBA
- Aux frères et sœurs de la communauté francophone de l'Eglise Alliance Chrétienne de Ouezzin ville Sud pour leur ferme soutien spirituel, matériel et financier ;
- A toute la communauté Tchadienne résidente à Bobo-Dioulasso pour son soutien moral, matériel et financier ;
- A mon épouse Bernice MOUDANGAR, à nos deux enfants Jeannette DJMSENGAR et Rounodji DJMSENGAR ;
- A mes sœurs : Rébecca, Marthe, Larlem ; Suzanne, Julie ;
- A la famille SIMONSE pour son soutien spirituel et financier ;
- A mes coussins : Djikoloum MONGARDJIMBE ; Ngaroudal NGADJADOUM, Doumdongar DJMARA ; Djimbaye MBAIPA pour leurs conseils, encouragements et leurs soutiens tant financier que matériel ;
- A tous les collègues et amis de l'IDR en particulier BASSON Fiacre, YAMEOGO Mathieu, Joël GBAGBILA, OUEDRAOGO Haroun pour les moments passés ensemble lors de notre formation à l'IDR.

## SIGLES ET ABREVIATIONS

IVRAZ : Institut Voltaïque de la Recherche Agronomique et Zootechnique :

PN: Phosphate Naturel

BP: Burkina Phosphate;

MO: Matière Organique;

FAO: Food and Agriculture Organization;

ETP: Evapotranspiration Potentielle;

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

IDR : Institut du Développement Rural

CSAF : Chargé des Services Administratifs et Financiers ;

GRN/SP : Gestion des Ressources Naturelles ;

CES/DRS : Conservation des Eaux et des Sols / Défense et Restauration des sols ;

IFDC: International Fertilizer Development Center;

TIMAC: Traitement Industriel du Matériel et Amendement Calcique.

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Caractéristiques chimiques de pailles de maïs, du fumier et sol de Bana.....	15
Tableau 2 : Données pluviométriques de la Vallée de Kou de 1996 à 2006.....	19
Tableau 3 : Caractéristiques chimiques du sol des situations étudiées.....	21
Tableau 4 : Caractéristiques des phosphocomposts en fonction des doses de BP.....	24
Tableau 5 : Hauteurs moyennes des plants de maïs (en cm) en fonction des types et doses de composts apportées.....	32
Tableau 6 : Analyse de variance (hauteurs moyennes).....	32
Tableau 7 : Poids moyens des plants de maïs (en g) en fonction des types et doses de composts apportées.....	34
Tableau 8 : Analyse de variance (poids moyens).....	35

**LISTE DES PHOTOS**

Photo 1 : Remplissage de la fosse.....	page de garde
Photo 2 : Phosphocomposts.....	page de garde
Photo 3 : Plants de maïs en pots.....	page de garde
Photo 4 : Dispositif expérimental pour le compostage.....	17

**LISTE DES FIGURES**

Figure 1: Quantité de la matière organique restante après trois (03) mois de compostage en fonction des doses BP.....	25
Figure 2 : Teneur en carbone total dans les types de composts en fonction des doses de BP.....	26
Figure 3 : Teneur en azote total des phosphocomposts en fonction des doses de BP.....	27
Figure 4 : Rapport C/N des phosphocomposts en fonction des doses de BP.....	28
Figure 5 : Teneurs en phosphore total des phosphocomposts en fonction des doses de BP.....	28
Figure 6 : Teneur en phosphore assimilable des phosphocomposts en fonction des doses de BP....	29
Figure 7 : Comparaison des hauteurs des plants de maïs de 5 semaines après semis avec les différentes doses.....	33
Figure 8: Comparaison des poids secs des plants des maïs avec les différentes doses de composts.	36

## RESUME

Notre étude a porté sur les effets des différentes doses de phosphate naturel du Burkina sur les caractéristiques chimiques des composts de paille de maïs et sur l'efficacité agronomique des phosphocomposts produits. L'objectif recherché est d'augmenter les chances d'adoption de l'utilisation des BP par les paysans.

Pour évaluer ces effets des différentes doses de BP sur les caractéristiques chimiques des composts de paille de maïs, nous avons mis en place un dispositif expérimental en Bloc Fisher avec quatre (04) traitements et trois (03) répétitions, y compris le témoin absolu n'ayant pas reçu de BP. Douze (12) fosses d'un volume de  $1,63 \text{ m}^3$  chacune ( $2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,80 \text{ m}$ ) ont été remplies avec des quantités constantes de matériaux sauf le BP dont la quantité ajoutée est croissante.

Les arrosage et retournements réguliers ont constitué les opérations d'entretien

Les résultats obtenus au bout de trois (03) mois fournis par le laboratoire du BUNASOLS, ont montré qu'effectivement les différentes doses de BP ont des effets sur les caractéristiques chimiques des composts de la paille de maïs. En comparaison avec les caractéristiques avant le compostage, nous avons noté à la fin du compostage une baisse des teneurs de la matière organique totale, du carbone total, de l'azote total et du rapport C/N en fonction des doses de BP apportées. Par contre, les teneurs de phosphore total ont augmenté. La teneur en phosphore assimilable est presque constante dans tous les traitements avec une légère hausse dans le traitement témoin.

L'efficacité agronomique des composts produits a été évaluée sur le maïs extra précoce, variété Barka à la Vallée de Kou.

Au bout de cinq (05) semaines, les résultats obtenus ont montré que les différents types de composts n'ont pas d'effets sur la croissance des plants et sur la production de matière sèche. Par contre, l'effet des doses de composts est net sur ces paramètres agronomiques, c'est-à-dire la hauteur des plants de maïs et la production de la matière sèche.

**Mots clés : Compostage, Phosphate naturel, Maïs, Caractéristique chimique, Compost, Burkina Fasa**

## SUMMARY

Our study related to the effects of the various rock phosphate amounts of Burkina on the chemical characteristics of the composts of corn straw and on the agronomic effectiveness of the produced phosphocomposts. The required objective is to increase the chances of adoption of the use of BP by the peasants.

To evaluate these effects of the various amounts of BP on the chemical characteristics of the composts of corn straw, we set up an experimental device in Fisher Block with four (04) treatments and three (03) repetitions, including the absolute witness not having received of BP. Twelve (12) pits of a volume of 1,63m<sup>3</sup> each on (2 m x 1 m x 0,80 m) were filled with constant quantities of materials except the BP of which the added quantity is increasing. Regular watering and reversals constituted the operations of maintenance.

The results obtained at the end of three (03) months provided by the laboratory of the BUNASOLS, showed that indeed the various amounts of BP have effects on the chemical characteristics of the composts of the corn straw. In comparison with the characteristics before composting, we noted at the end of composting a fall of the contents of the total organic matter, total carbon, total nitrogen and report/ratio C/N according to the amounts of BP brought. On the other hand, the total phosphorus contents increases. The assimilable phosphorus content is almost constant in all the treatments with a light rise in the pilot treatment.

The agronomic effectiveness of the produced composts was evaluated on early extra corn, Barka variety with the valley of Kou.

At the end of five (05) weeks, the results obtained showed that the various types of composts do not have effects on the growth of the seedlings and the production of dry matter. On the other hand, the seedlings and the amounts of composts is Net on these agronomic parameters, i.e. the height of the corn seedlings and the production of the dry matter.

Key words: Composting, rock Phosphate, corn, Chemical Characteristic, Compost, Burkina

## INTRODUCTION GENERALE

La demande sans cesse croissante en produits vivriers due à l'augmentation galopante de la population, oblige à un accroissement de la production vivrière par l'augmentation des rendements des cultures.

La carence de la plupart des sols en phosphore, DUPONT DE DINECHIN et DUMONT (1967); BIKIENGA (1980); BADO (1985), HIEN et al (1982,1992); LOMPO et al (1994), constitue un obstacle sérieux que doit surmonter l'agriculture Burkinabé pour parvenir à des meilleurs rendements. La correction de cette carence nécessiterait des apports massifs des phosphates bruts sous forme de phosphatage de fond. La fumure de fond, accompagnée des techniques culturales appropriées est l'un des moyens les plus efficaces pour augmenter la productivité des sols ; LOMPO (1993).

Ces phosphates bruts, le Burkina Faso en dispose dans d'importants gisements dans le Sud-est du pays, notamment à Kodjari. Ils ont fait l'objet de plusieurs études. Beaucoup des travaux ont été réalisés : BIKIENGA et SEDEGO (1984) ; LOMPO (1983) ; HIEN et al (1992), sur les cultures pluviales telles que le sorgho, le mil, le maïs, le cotonnier. Une synthèse de ces travaux a été faite par SEDEGO et LOMPO (1986). De l'ensemble de ces travaux, il ressort que le phosphate naturel du Burkina ou Burkina phosphate (BP) brut a une efficacité limitée compte tenu de sa faible solubilité dans le sol. Certains procédés tels que l'acidulation partielle, l'adjonction au soufre ou son utilisation conjointe avec la matière organique permettent d'améliorer son efficacité.

Il a été noté aussi que le produit serait beaucoup plus efficace sur les sols acides. Ce constat va en droite ligne avec un certain nombre de travaux réalisés sur les phosphates naturels bruts dans le monde en général et avec les phosphates naturels d'Afrique de l'Ouest en particulier ; CHIEN (1977, 1978) ; TRUONG et al (1984) ; BAO (1985) ; ROESCH et PICHOT (1985).

Notre étude porte sur les effets des différentes doses de ces phosphates naturels de Kodjari sur les caractéristiques chimiques des composts de pailles maïs et d'évaluer leur efficacité agronomique sur le maïs extra précoce, variété BARKA.

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres :

- Le premier chapitre porte sur la synthèse bibliographique des actions précédemment entreprises dans le domaine de la recherche sur l'utilisation du Burkina phosphate ;

- Le deuxième chapitre est consacré à l'expérimentation avec la description du cadre de l'étude, de la méthodologie.
- Et le troisième chapitre porte sur les résultats obtenus et discussions.

## CHAPITRE 1 – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### 1.1 – Compostage et utilisation du Burkina phosphate dans l'agriculture

#### 1.1.1 – Définition du compostage

Le compostage est le processus biologique contrôlé de conversion par fermentation aérobie des matières organiques fraîches à un produit stabilisé hygiénique, semblable à un terreau, le compost ; GUET (1999). Le compost est un produit issu de la transformation de la matière organique en humus organique sous l'influence de l'eau, de l'air, de la chaleur et des micro-organismes. Il est de couleur brune à noirâtre.

#### 1.1.2 – Les facteurs de réussite du compostage

Quatre facteurs principaux concourent à la réussite du compostage : l'aération, l'humidité du produit, la température, la nature et l'état des matières à composter.

- **L'aération** : elle permet d'apporter l'oxygène nécessaire pour oxyder les matières au cours de la fermentation aérobie. Ce besoin est maximal au départ et diminue progressivement au cours du temps. Si la fermentation se fait avec insuffisance d'oxygène, le compostage dégage des odeurs. C'est pourquoi il faut régulièrement retourner les tas pour les remettre en contact avec l'air, et aussi ne pas trop tasser les tas pour maintenir une bonne porosité favorisant la circulation de l'air ; GUET (1999) ;

- **L'humidité** : elle est nécessaire à la vie des micro-organismes. L'humidité optimale doit être comprise entre 50 et 75% de la masse totale ; GUET (1999). Au cours du compostage, sous l'effet de la chaleur et de la ventilation, les tas perdent l'eau par évaporation et diminuent de volume.

- **La température** : elle s'élève rapidement au début du compostage, elle peut même atteindre 70°C si les produits utilisés sont fermentescibles. En effet, la dégradation aérobie dégage de la chaleur ; GUET (1999).

- **La composition bio-chimique de départ** : cette composition se caractérise par deux paramètres : le pH le rapport C/N.

L'activité des micro-organismes produit des acides organiques et du gaz carbonique qui ont tendance à acidifier la masse du compostage. Si le substrat est déjà acide au départ, un ralentissement d'évolution peut se produire. On peut y remédier par une diversification des matériaux et par un amendement calcaire ou calco-magnésien ou phosphaté. Alors le substrat de départ doit être moins acide.

Le rapport C/N est un autre critère pratique. Au cours du compostage, celui-ci diminue, car les matières organiques perdent plus vite leur carbone (oxydé et dégagé sous forme de gaz carbonique) que leur azote (sous forme de gaz volatile comme l'ammoniac par exemple).

Les expériences, GUET (1999) ont montré que c'est pour des rapport C/N compris entre 25 et 40 au départ que les micro-organismes se développent le plus vite et que l'humification y est active. C'est donc intéressant d'avoir le rapport C/N de départ élevé supérieur ou égal à 25.

### **1.1.3 – Différents types de compostage**

Dans la pratique, d'une manière générale, trois types de compostage sont mis en œuvre : le compostage en tas, le compostage dans les fosses et le compostage en bac.

- **Le compostage en tas**

Il consiste à regrouper les matériaux directement sur le sol en un tas d'environ 0,5 à 1,5 m de hauteur, ce qui permet de faire démarrer une fermentation aérobie. Cette fermentation réorganise l'azote, amorce l'humification, assainit le compost et prépare son utilisation rapide par la plante. Les matériaux sont disposés en des couches d'épaisseurs variables (les matériaux végétaux ne doivent pas dépasser 10cm d'épaisseur et celles d'autres matériaux ne doivent pas dépasser 2 cm ; SAWADOGO (2006).

Lorsqu'une grande quantité de matière organique est disposée au même moment, il est possible de réaliser le compostage à chaud. On l'appelle ainsi, parce que la température du compostage s'élève fortement dans les premiers jours qui suivent la mise en place du tas ; SAWADOGO (2006).

- **Le compostage en fosse**

C'est une technique de production de la fumure organique. Dans un premier temps, il faut construire près de l'étable deux ou plusieurs fosses selon les besoins, où seront stockés les déchets

organiques issues de l'exploitation (déjection des petits ruminants, des équins et des bœufs, des ordures ménagères, des cendres, eaux usées, des résidus de récoltes).

Il convient de laisser agir les eaux de pluies pendant une saison pour apporter l'humidité nécessaire à la décomposition des tiges sous l'action des micro-organismes.

En saison sèche, il faut arroser régulièrement pour maintenir l'activité des micro-organismes qui dégradent les matériaux. Ces matériaux biodégradables sont déposés chaque jour dans la fosse. Au bout de quelques mois, il se forme une masse noirâtre dans laquelle se développent de nombreux organismes vivants tels que : les vers de terre, des larves, des insectes, des micro-organismes etc... La décomposition est lente et souvent incomplète, car après plusieurs mois, on peut encore observer des restes de branches, des pailles, des écorces mal pourries et des graines prêtes à germer, d'où le nom de compostages à froid ; SAWADOGO (2006).

Les dimensions des fosses sont variables selon les possibilités de l'exploitant ; SAWADOGO (2006).

- **Le compostage en bac**

Ce compostage utilise le même principe que celui en tas. Ce compostage a l'avantage d'être un peu simple et plus propre. Il se réalise dans un bac encore appelé composteur ou bac à compost ou encore silo à compost qui est une structure en bois, métal, plastique ou autre matériau qui permet de contenir les déchets à composter en volume réduit ; SAWADOGO (2006).

Dans ce cas, si le bac est fermé sans contact avec de l'air, on parle de compostage anaérobie qui permet d'obtenir au bout de deux mois, du bio gaz (dont 1m<sup>3</sup> équivaut à 0,8 l d'essence et 1,5 kg de bois) et un compost résiduel appelé « compost anaérobie ».

Cette technique présente des inconvénients suivants: insuffisance de pailles et de bouses de vaches, coût élevé des installations, exigence en eau et en main d'œuvre, nécessite une finition complémentaire du compost obtenu ; LOMPO (1993).

#### **1.1.4 – Evaluation de la maturité du compost**

Il est difficile de connaître avec une extrême précision la maturité des composts car le processus se produit même après son application au champ ; MUSTIN (1987).

Néanmoins, quelques indicateurs permettent d'apprécier cette maturité. lorsque les phases thermophiles s'achèvent, on obtient un compost brut stabilisé.

Celui-ci entre dans une phase où les réactions de production de l'humus (humification) prédominent ; MUSTIN (1987).

Dans un bon compost, le taux d'humidité ne doit pas dépasser 50% et le pH doit se situer autour de la neutralité (pH 7) ; il doit être de couleur noire, décomposé, c'est-à-dire les particules végétaux se défont à la pression des doigts ; il est huileux, exempt de micro-organismes pathogènes et de graines de mauvaises herbes. Les propriétés physiques et chimiques déterminées par des analyses au laboratoire, permettent d'apprécier la qualité et surtout les teneurs en éléments minéraux : azote, potassium, calcium, phosphore assimilable et magnésium ; SAWADOGO (2006).

### **1.1.5 – Avantages d'utilisation de la matière organique dans l'agriculture burkinabé**

L'apport de la matière organique sous n'importe quelle forme que ce soit, permet d'entretenir le stock d'humus et la structure du sol. C'est pourquoi la matière organique est indispensable. Ex : 360 t de fumier par hectare fournira 36 t d'humus au sol ; GUET (1999). L'utilisation de la matière organique sous forme de compost est encore plus avantageuse parce que :

- Le compost est un amendement organique sous forme plus rapidement assimilable par le milieu et réduit les risques de fuite et de pollution des eaux ;
- Le compost véhicule moins de parasites animaux, de bactéries pathogènes et moins de grains des adventices que la matière organique fraîche (reste de récoltes, fumiers...) ; CEDRA (1997) ;
- Le compostage permet de briser les cycles biologiques des parasites et adventices, parce que la chaleur des compostages permet de les éliminer ; MUSTIN (1987).

Les autres avantages de la matière organique sont :

- Sa minéralisation progressive permet de maintenir la fertilité des sols pendant plusieurs années, donc une agriculture durable ;
- La matière organique apporte à la fois plusieurs éléments nutritifs dont la plante a besoin. Selon GUET (1999) ; 40 tonnes de fumier apporte : 200 kg d'azote, 100 kg d'acide phosphorique et 240 kg de potasse.

## **1.2 – Utilisation des phosphates naturels dans l'agriculture Burkinabé**

De nombreuses études et recherches agronomiques ont établi la carence généralisée en phosphate (P) des terres cultivées au Burkina Faso.

Cette carence est le premier facteur limitant pour la plupart des sols du Burkina Faso ; DUPONT DE DINECHIN et DUMONT (1967).

Cette carence notoire des sols en phosphore peut être comblée par l'utilisation du Burkina phosphate dont la solubilisation est accélérée dans le milieu acide.

BADO et al (1997), ont indiqué que le phosphore (P) est le plus cher parmi les éléments nutritifs N, P et K. C'est pour cette raison que plusieurs études sur les phosphates naturels localisés à l'Est du Burkina Faso ont été menées avec des résultats satisfaisants. En effet, ces études ont établi l'efficacité agronomique du Burkina phosphate sur la plupart des cultures ; BIKIENGA et SEDEGO (1982). Sur la base des études réalisées par IVRAZ (1983) cité par LOMPO (1993). Il est proposé l'apport de 400 kg/ha de phosphate naturel pour toute culture (sauf le riz) la première année suivie d'un apport annuel d'entretien dont la dose dépend de la culture.

Ainsi, pour le sorgho et le mil, il faut une dose de 200 kg/ha ; pour l'arachide une dose de 240 kg/ha et 300 kg/ha pour le maïs. Ces apports doivent être complétés par une fumure azotée de 50 kg/ha d'urée pour le sorgho et le mil et 100 kg/ha d'urée pour le maïs. L'efficacité du Burkina phosphate dépend des pratiques culturales, du labour, des apports de la matière organique et des techniques de CES/DRS.

Pour la riziculture, BADO B. (1990) ; HIEN et al (1992) ont proposé qu'à la première année, il faut un apport de 500 kg/ha de Burkina phosphate suivis d'une fumure d'entretien annuelle de 200 kg/ha pour le riz irrigué et 600 kg/ha de Burkina phosphate en première année suivie d'une fumure annuelle d'entretien de 300 kg/ha pour le riz pluvial sur sol hydromorphe et acide.

### **1.2.1 – Caractéristiques chimiques des phosphates naturels**

La réactivité chimique des phosphates de Kodjari avait été testée en 1977 (Projet phosphate, de Haute Volta, 1980).

La solubilité du phosphore dans l'acide citrique est de 24,5% et dans l'acide formique de 48,5% avec une teneur en  $P_2O_5$  dans le minerai de l'ordre de 30,1%. Il a été signalé un apport  $CO_3/PO_4$  de 0,093 dans l'apatite, partie utile du minerai.

Une analyse plus récente faite dans les laboratoires THORNTON à Tampa en Floride (USA) donne la composition suivante du BP (Projet phosphate, 1980) :

- $P_2O_5 = 25,38\%$
- $CaO = 34,45\%$
- $MgO = 0,27\%$
- Ferral = 6,5%
- $SiO_2 = 26,24\%$
- Fluor = 2,5%
- $K_2O = 0,25\%$

### **1.2.2 – Les facteurs de solubilisation des phosphates naturels**

BIKIENGA (1980) et MOKWUNYE (1994) ont montré que les phosphates naturels de Kodjari sont peu réactifs à cause de leurs caractéristiques. Selon LOMPO et al (1994) ces phosphates naturels sont peu solubles dans l'eau (taux de dissolution : 0,03%).

SEDEGO et al (1978) ont affirmé que les phosphates naturels de Kodjari, malgré leur taux élevé en CaO, la proportion en calcium ne semble pas active. En plus, ils contiennent des taux élevés en  $Fer_2O_3$  et  $Al_2O_3$  qui les pénalisent pour leur utilisation directe en agriculture. Aussi leur dissolution dans le sol est un long processus tant physique que chimique.

#### **1.2.2.1 – Les facteurs intrinsèques de dissolution**

Ces facteurs sont liés non seulement à l'origine ignée, métamorphique et sédimentaire du minerai ; mais également à sa composition minéralogique, chimique et à sa granulométrie. La proportion de quartz est dominante, c'est ce qui rend difficile leur dissolution. L'autre facteur intrinsèque qui rend difficile la dissolution de ces phosphates naturels de Kodjari est son ratio molaire ( $PO_4/CO_3$ ) très élevé (23,0), alors qu'il faut un ratio molaire inférieur à 5 pour être plus

réactif ; MOKWUNYE (1994). Le ratio molaire  $PO_4/CO_3$  joue un rôle très important dans la dissolution des Burkina phosphates, conclut-il.

### **1.2.2.2. – Facteurs environnementaux de dissolution des phosphates naturels de Kodjari**

Les facteurs environnementaux qui agissent sur la solubilisation des phosphates naturels de Kodjari sont liés au sol, au climat et à la plante.

#### **- Facteurs liés au sol :**

Un sol acide, donc riche en ions  $H^+$  est favorable à la conversion rapide des ions  $PO_4^{3-}$  en ions  $H_2PO_4^-$  ; MOKWUNYE (1994). Ainsi, les sols acides constituent l'environnement idéal pour la dissolution des phosphates naturels de Kodjari ; BADO et al (1997) ; BADO et HIEN (1998).

#### **- Facteurs liés au climat :**

La pluviométrie est déterminante dans la solubilisation des phosphates naturels ; l'humidité du sol est nécessaire pour fournir les ions  $H^+$  pour la dissolution ; HIEN et al (1992).

Les applications directes des phosphates naturels ne peuvent être conseillées que dans les zones où la pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 500 et 1 300 mm ; HIEN et al (1992).

#### **- Facteurs liés à la plante :**

La plante, par son système racinaire bien développé agit de façon significative sur la dissolution des phosphates naturels ; BADO (1991).

## **1.2.3 – Les différentes formes d'utilisation des phosphates naturels**

### **1.2.3.1 – Apport direct à l'état brut**

Depuis la découverte des gisements de Kodjari en 1976, un accent particulier a été mis par la recherche agronomique sur les possibilités d'utilisation agricole de ces phosphates.

LOMPO, pendant dix ans (1981-1991) a suivi l'évolution des rendements du sorgho à Saria en comparant les effets des phosphates naturels avec d'autres sources de phosphore plus le témoin.

Par rapport aux phosphates naturels bruts, leurs efficacités sont progressives et perceptibles dès la deuxième année de l'expérimentation.

BADO (1990) a testé l'efficacité agronomique des phosphates naturels en riziculture irriguée et pluviale dans la vallée de Kou. Les résultats ont montré que l'efficacité agronomique des phosphates naturels, plusieurs fois mise en évidence sur le sorgho et le maïs, ont été confirmés sur le riz pluvial.

Pour la riziculture irriguée, il conclut que le Burkina phosphate est beaucoup plus adapté aux sols hydromorphes acides.

Il recommande la dose de 500 kg/ha en fumure de fond, suivi de 200 kg/ha, les autres années.

Pour la riziculture pluviale en sols faiblement ferrallitiques acides, il conclut que le Burkina phosphate est aussi efficace que le superphosphate triple.

Il recommande une dose optimale à appliquer pour relever le niveau de la carence en phosphore de ce sol à 600 kg/ha suivie d'une fumure annuelle de 300 kg/ha.

Dans ces deux cas de riziculture, BADO (1990) a affirmé que l'acidulation partielle des Burkina phosphates n'apparaît pas nécessaire.

Selon la FAO (2004), d'une façon générale, les phosphates naturels en application directe sont plus efficaces quand ils sont appliqués en culture pérenne dans les sols acides tropicaux.

### **1.2.3.2 – Procédés d'utilisation des phosphates naturels de Kodjari**

C'est pour définir les conditions les plus favorables d'application que ces essais directs ont été menés.

Mais ces applications directes des phosphates naturels ont montré leur limite, du moins à la première année d'apport, à cause de leurs faibles réactivités chimiques, c'est-à-dire solubilisation lente.

Pour pallier à cette situation, deux procédés de traitement ont été développés :

- L'acidulation partielle à partir des acides minéraux (acide sulfurique, acide nitrique, acide phosphorique, acide formique). Procédés IFDC et TIMAC ;
- Le mélange phosphate naturel avec du soufre minérale (procédé IFDC).

### **1.2.3.2.1– Utilisation après acidulation partielle**

L'acidulation partielle consiste en une attaque directe du phosphate naturel par un acide minéral, en vue d'améliorer sa solubilité.

Ce procédé obéit à la méthode classique de fabrication industrielle des engrais phosphatés, seulement il utilise des quantités d'acide inférieures à celle requise pour la production des superphosphates. Cette acidulation partielle est réalisée avec des quantités croissantes d'acides minéraux (29%, 30%, 43%, 50%, 60%, 65%), correspondant à la quantité d'acide nécessaire comparativement à celle utilisée pour la fabrication des superphosphates.

### **1.2.3.2.2 – Utilisation du phosphate naturel mélangé avec le soufre minéral**

Ce mélange est incorporé au sol. Dans les conditions favorables, le soufre est oxydé par certains micro-organismes du sol (genre *Thiobacillus*) et converti en acide sulfurique. Cet acide attaque le phosphate naturel qui libère des phosphates plus solubles (bi calciques, mono calciques). Des essais ont été menés tant en milieu contrôlé qu'en plein champ.

### **1.2.3.3 – Utilisation conjointe de matières organiques et du phosphate naturel**

#### **1.2.3.3.1 – Utilisation conjointe du phosphate naturel et fumier**

Plusieurs travaux ont été menés sur l'utilisation conjointe (matière organique/phosphate naturel) pour mesurer leurs effets sur la production agricole.

C'est le cas de : IVRAZ – projet Phosphate dans plusieurs zones pédoclimatiques (Saria, Farakobâ, Ouahigouya, To, Loropeni, Oronkoua, Tiankoura). L'objectif de ces essais multiloceaux a consisté à tester les effets de la matière organique sur l'efficacité des phosphates naturels, en comparaison avec le NPK vulgarisé dans plusieurs zones écologiques du pays.

Elle s'est déroulée pendant plusieurs années (1982-1984)

Les spéculations testées sont : sorgho, mil, coton, maïs.

Les doses de Burkina phosphate, l'une en fumure annuelle (200kg/ha) et l'autre en fumure de correction (400kg/ha) avec ou sans fumier tous les deux ans) ont été appliquées.

Le NPK (engrais minéral) était apporté à la dose vulgarisée sur les différentes cultures et aussi en mixte avec le Burkina phosphate (100kg/ha de Burkina phosphate + 50kg/ha de NPK).

Les résultats ont montré de façon générale que les fumures à base de Burkina phosphates se sont montrées aussi efficaces sur beaucoup de sites que le NPK, quant elles sont associées avec de la matière organique. Cependant, la fumure annuelle de Burkina phosphate seule ne s'est distinguée du témoin qu'en troisième année. Cela confirme la lente solubilisation dans le sol des Burkina phosphates soulignée par LOMPO (1993).

De l'ensemble des résultats, il ressort que l'adjonction des matières organiques aux Burkina phosphates entraîne l'accroissement de l'efficacité de ces phosphates. Cette efficacité croît d'année en année, contrairement aux engrais minéraux (NPK) dont l'utilisation exclusive provoque une baisse progressive des rendements résultants de l'acidification des sols ; SEDEGO et LOMPO (1984).

Dans la plupart des zones, l'association fumure annuelle (BP) avec le fumier donne de meilleurs rendements par rapport à celle, fumure de correction (BP) et fumier ; LOMPO et DEGO (1984).

MORANT (1985) à To a fait cette association, matière organique et Burkina phosphate (5t de fumier/ha) avec Burkina phosphate annuel et Burkina phosphate de correction. Il s'est rendu compte que l'association annuelle des BP avec le fumier a donné des meilleurs résultats.

#### **1.2.3.3.2 – Utilisation des phosphocomposts**

Les phosphocomposts sont issus du compostage des résidus organiques avec les phosphates naturels.

C'est un moyen d'augmenter l'efficacité agronomique des phosphates naturels appliqués comme engrais phosphatés.

Le traitement des phosphates naturels avec des matériaux organiques et leur compostage sont une technique prometteuse pour augmenter la solubilité des phosphates naturels et la disponibilité du phosphore (P) pour les plantes.

Cette solubilité des phosphates naturels est l'œuvre des micro-organismes (bactéries, champignons et actinomycètes) qui libèrent au cours du compostage des acides organiques qui attaquent les phosphates naturels pour les solubiliser, libérant ainsi le phosphore sous forme assimilable aux plantes. Les publications sur l'efficacité agronomique des phosphocomposts sont très rares. Mais par rapport aux phosphates naturels directement appliqués, l'efficacité agronomique des phosphocomposts est nette à cause de sa plus grande teneur en phosphore hydrosoluble et soluble dans l'acide citrique, phosphore qui serait disponible pour les plantes ; FAO (2004).

## **CHAPITRE 2 – MATERIELS ET METHODES**

### **2.1 Fabrication des phosphocomposts**

La fabrication des phosphocomposts a été réalisée sur le site de l'université à Nasso situé à une quinzaine de kilomètres de Bobo-Dioulasso.

#### **2.1.2 – Matériels utilisés**

##### **2.1.1.1 – Engrais minéraux**

###### **2.1.1.1.1 – Burkina phosphate (BP).**

Le Burkina phosphate (BP) est un produit brut issu du broyage du minerai de phosphate de Kodjari. Les caractéristiques sont les suivantes : la solubilité dans l'acide citrique est de 24,5% et dans l'acide formique de 48,5% avec une teneur en  $P_2O_5$  dans le minerai de l'ordre de 30,1% (Projet phosphate ,1980).

###### **2.1.1.1.2 – Urée**

L'urée dosant 46% de l'azote (N) a été apportée pour fournir l'azote, source d'énergie nécessaire à l'activité des micro-organismes qui dégradent les résidus lignifiés ; LOMPO (1993).

##### **2.1.1.1.3 –Les matières organiques**

###### **2.1.1.1.3.1 – Pailles de maïs**

Les résidus organiques sont constitués essentiellement de pailles de maïs issues d'une même parcelle dont les caractéristiques chimiques sont consignées dans le tableau 1.

### 2.1.1.1.3.2 – Fumier

Le fumier est constitué essentiellement de déjections des bœufs prélevées dans une ferme aux environs de Bobo-Dioulasso.

Il était utilisé pour apporter les micro-organismes nécessaires à la décomposition de la matière organique. Ses caractéristiques chimiques sont présentées dans tableau 1.

### 2.1.1.1.4 – Sol

De la terre prélevée dans l'horizon allant de 0 à 20cm de profondeur du sol Bana a été apportée à raison de 9 kg par bac. Ces 9 kg sont apportés en trois couches en raison de 3 kg par couche. Le sol est utilisé pour apporter des micro-organismes nécessaires à la décomposition de la matière organique. Il s'agit d'un sol argilo-sableux dont les caractéristiques sont inscrites dans le tableau 1 ci-dessous.

**Tableau 1** : Caractéristiques chimiques de la paille de maïs, du fumier et du sol de Bana.

	Matière organique (%)	Carbone Total (%)	Azote total (%)	C/N	Phosphore Total (%)	Phosphore assimilable (%)
Paille de maïs	80,45	46,66	1,80	26	0,408	0,240
Fumier	39,58	22,96	1,56	15	0,430	0,116
Sol	1,98	1,15	0,131	9	345,6	24,3

## 2.1.2 – La méthodologie

### 2.1.2.1 – Méthode de fabrication des phosphocomposts

Le compostage a été réalisé sur le site de l'Université selon la méthode de fosse. Quatre (04) traitements ont été appliqués avec des doses croissantes de BP, mélangées avec 84 kg de paille de maïs, 15 kg de fumier, 9 kg de sol et de 1 kg d'urée par fosse :

TA : sans apport de BP :

T1 : apport de 10 kg de BP :

T2 : apport de 15 kg de BP :

T3 : apport de 30 kg de BP :

La terre tamisée à 5 mm a été apportée dans chaque traitement à la quantité de 9 kg pour tenir compte de la capacité des fosses.

Pour constituer le mélange dans chaque traitement, la quantité de chaque matériau a été divisée en trois (03) parties apportées de manières alternée selon l'ordre suivant : Pailles de maïs – fumier – urée – BP – terre.

Chaque traitement a été constitué dans une fosse de 2 m de longueur, 1m de largeur et 0,80m de profondeur (soit un volume de  $1,6m^3$ ) et répété trois (03) fois. Soit au total 12 fosses. Trois autres fosses laissées vides ont servi pour les retournements qui ont été effectués tous les 21 jours. Après la constitution de chaque tranche, un arrosage des matériaux à composter a été effectué à raison de 16 litres d'eau représentant le tiers de la quantité total d'eau apportée estimée à 40% du mélange des matériaux. L'arrosage a été effectué deux fois dans la semaine pour favoriser l'activité des micro-organismes. Mais cette quantité d'eau était diminuée progressivement parce qu'au cours du temps, le volume du mélange des matériaux utilisés diminuent à cause de la décomposition de la matière organique d'une part et d'autre part à cause de la teneur en eau dans ces matériaux. La photo 4 ci-dessous montre les fosses de compostage.



Photo n° 4 : vues des fosses de compostages

### **2.1.2.2 – Caractérisation chimique des phosphocomposts**

A la fin du compostage, des échantillons ont été prélevés, séchés et conditionnés en vue des analyses chimiques au laboratoire du BUNASOLS.

Les prélèvements ont été effectués dans chaque fosse à l'aide d'un tube métallique de 10 cm de diamètre de la façon suivante : un échantillon composite a été constitué avec 5 carottes prélevées en enfonçant le tube métallique de 10 cm de diamètre jusqu'au fond de la fosse. Après séchage à l'air libre pendant une semaine dans des pots, les échantillons ont été conditionnés et envoyés pour les analyses chimiques au BUNA SOLS.

Les analyses ont porté sur la matière organique totale, le carbone total, l'azote total, le phosphore total et le phosphore assimilable selon les méthodes suivantes.

#### **2.1.2.2.1 – Le carbone total**

La méthode de détermination du carbone est basée sur l'oxydation de cet élément chimique par le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu fortement acide ( $H_2SO_4$ ). C'est la méthode de Walkley et Black, (1934). La quantité de bichromate de potassium utilisée excède la quantité nécessaire pour l'oxydation du  $CO_2$ . L'excès est mesuré au spectrophotomètre à 650 nm.

#### **2.1.2.2.2 – L'azote**

Pour le dosage de l'azote total, c'est la méthode de Kjeldahl qui a été utilisée. Elle consiste en une minéralisation de l'échantillon de phosphocomposts avec un mélange d'acide sulfurique concentré et d'acide salicylique en présence de sélénium qui joue le rôle de catalyseur. L'échantillon est chauffé progressivement (100 à 340°C) jusqu'à la minéralisation totale. Les éléments azotés présents dans la minéralisation sont déterminés à l'auto analyseur en utilisant le nessler comme indicateur.

#### **2.1.2.2.3 – Le phosphore total**

Le dosage du phosphore total suit le même principe que celui de l'azote total. Il s'agit d'une minéralisation de l'échantillon de phosphocomposts avec un mélange d'acide sulfurique – sélénium – salicylique qu'on chauffe progressivement jusqu'à la minéralisation totale. Le phosphore présent dans la minéralisation est déterminé à l'auto analyseur avec comme indicateur le molybdate d'ammonium.

#### **2.1.2.2.4 – Le phosphore assimilable**

La méthode de dosage utilisée pour le phosphore assimilable est celle de Bray. Cette méthode de Bray permet l'extraction du phosphore avec une solution mixte de chlorure d'ammonium et d'acide chlorhydrique. L'extrait est passé au spectrophotomètre à 720 nm en utilisant le molybdate d'ammonium comme indicateur.

## 2.2 – Test de l'efficacité agronomique des phosphocomposts

### 2.2.1 – Zone de l'étude

#### 2.2.1.1 – Le climat

Le test a été mené en vase de végétation à la vallée de Kou située à 30 Km au Nord-Ouest de Bobo-Dioulasso.

Le climat est de type Sub-Soudanien ; GUINKO (1984) et est caractérisé par une alternance d'une saison pluvieuse de mai à octobre et d'une saison sèche de novembre à avril.

De 1996 à 2006, les hauteurs d'eau annuelles ont varié entre 645,3 mm et 1098,5 mm avec une moyenne annuelle de 965,27 mm et un maxima de 1098,5 mm en 2003.

Voici les données pluviométriques de la zone de 1996 à 2006 dans le tableau 2 ci-dessous.

**Tableau 2** : Les données pluviométriques de la vallée de Kou de 1996 à 2006.

Années	Hauteurs	Nombre de jours de pluie
1996	758,5 mm	72
1997	814,3 mm	79
1998	929,3 mm	61
1999	1024,6 mm	84
2000	1065,2 mm	80
2001	819,6 mm	75
2002	654,3 mm	58
2003	1098,5 mm	85
2004	758,5 mm	70
2005	745,8 mm	70
2006	984,1 mm	84

Source : Antenne INERA de la vallée de Kou

La température journalière est d'environ 10°C en période froide et 37°C en période chaude. Les minima absolus de 10°C s'observent à la troisième décennie du mois de décembre, les maxima de l'ordre de 39°C correspondant aux mois de mars, avril et mai ; TAPSOBA (1997).

#### **2.2.1.2 – La végétation**

La phytogéographie décrite par GUINKO (1984), classe la vallée de Kou dans le secteur soudanien méridional.

Les formations végétales de la strate boisée se composent essentiellement d'essences telles que : Parkia Biglobosa, Detarium microcarpum, Sclerocarya berrera, Piliostigma thomingii, Butyrospermum parkii, Tamarindus indica.

Le tapis graminée se compose d'espèces telles que : Andropogon spp, Pennisetum pedicelatum, Eragrostis tremula.

#### **2.2.1.3 – Les sols**

La zone Ouest du Burkina Faso comporte essentiellement des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et des sols hydromorphes à pseudogley dans les bas-fonds ; BUNASOLS (1985).

De texture limono sableuses à argilo-limoneuse, ils sont marqués par un lessivage actif des éléments nutritifs, causant parfois des problèmes de fertilité ; BADO (1989). Ce sont des sols acides (à pH eau variant entre 5,5 et 6,5), avec une concentration en bases échangeables relativement élevée ; BADO (1990 et 1991) ; OUEDRAOGO (1990).

## 2.2.2 – Le matériel

### 2.2.2.1 – Le sol

Il s'agit d'un sol ferrugineux tropical lessivé sur cuirasse. Sa profondeur est limitée par une cuirasse, ses caractéristiques chimiques sont données par le tableau 3.

**Tableau 3** : Caractéristiques chimiques du sol des situations étudiées

Caractéristiques	Profondeur (cm)			
	0-15	15-40	40-65	65-110
Texture				
Argile (%)	29,41	39,22	43,14	39,22
Limons totaux (%)	33,34	27,45	27,45	31,37
Sables (%)	37,25	33,33	29,41	29,41
Constantes hydriques				
Pf 2,5 (%)	19,45	20,48	25,54	26,86
Pf 3,0 (%)	13,47	15,88	17,84	17,71
Pf 4,2 (%)	8,57	11,33	12,22	11,87
Matière organique				
Matière organique total (%)	1,45	1,21	1,02	0,86
Carbone total (%)	0,84	0,7	0,59	0,5
Azote total (%)	0,066	0,059	0,055	0,051
C/N	13	12	11	10
Phosphore assimilable (ppm)	12,35	1,71	0,82	0,82
Bases échangeables (méq /100G°)				
Calcium	2,31	1,64	0,96	0,57
Magnésium	0,78	0,45	0,15	0,09
Potassium	0,08	0,06	0,01	0,01
Sodium	0,04	0,06	0,06	0,04
Somme des bases (S)	3,12	2,21	1,18	0,71
Capacité d'échange (T)	5,77	4,02	2,2	1,41
Taux de saturation (S/T) %	56	55	54	50

BATIEBO Eboubié Louise, mémoire de fin d'études (juin 2005)

#### **2.2.2.2 – Le matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé est une variété de maïs extra précoce Barka ayant les caractéristiques suivantes :

- Un cycle de 80 jours
- Un potentiel de rendement : 5,5t/ha
- Une résistance à la sécheresse;
- Une aire de culture comprise 650 et 900 mm.

#### **2.2.2.3 – Les matières fertilisantes**

Les matières fertilisantes sont constituées des phosphocomposts produits à Nasso (UPB) lors de l'étude des effets des différentes doses du Burkina phosphate sur les caractéristiques chimiques des composts de pailles de maïs.

#### **2.2.2.4 – Les pots**

Il s'agit de 60 pots en polyéthylène de 10 litres de capacité.

### **2.2.3 – La méthodologie**

#### **2.2.3.1 – Le dispositif expérimental**

L'efficacité agronomique des phosphocomposts produits a été évaluée à travers un essai en vase de végétation. L'essai a mis en œuvre les phosphocomposts produits avec les différentes doses de phosphates naturels (0, 10, 15, et 30% par rapport au poids de la matière organique). Chaque type de phosphocomposts a été apporté à 5 doses différentes 0, 5, 10, 20 et 40t/ha dans des pots contenant 16 kg de sol soit respectivement 0g, 26,7 g, 53,3 g, 106,7 g et 213,3 g par pot. Chaque traitement a été répété trois (3) fois. Soit au total 60 pots (4x5x3). Le maïs est semé dans ces pots.

### **2.2.3.2 – La conduite de l'essai**

L'essai a été installé à la vallée de Kou. L'arrosage régulier (2,88 litres immédiatement après le semis et 1 litre par pot tous les 3 jours) et le désherbage manuel ont constitué les principales opérations d'entretien.

La quantité d'eau à apporter par pot a été déterminée après estimation de la capacité de rétention en eau du sol de la manière suivante : Dans un pot (le fond est percé de plusieurs trous et contient le papier buvard) contenant 500 g de terre, on fait percoler progressivement 50 cl d'eau. A la fin de la percolation, 32 cl d'eau ont été recueillis et la quantité d'eau retenue par le sol a été évaluée à 18 cl ; soit une capacité de rétention de 5,76 litres pour les 16 kg de sol contenus dans chaque pot.

Mais c'est seulement la moitié de cette quantité, soit 2,88 litres qui ont été apportés lors du premier arrosage à cause de la teneur très élevée d'eau dans le sol après un premier essai.

Ensuite chaque 3 jour, 1 litre d'eau a été apporté par pot à cause de la perte d'eau par évaporation.

Les paramètres agronomiques qui ont été mesurés sont la hauteur et la biomasse totale (pailles + racines). Ces mesures sont intervenues à la fin de l'essai, soit 5 semaines après semis.

Pour la mesure de la biomasse, les plants ont été arrachés après les avoir abondamment arrosés, séchés au soleil pendant une semaine, conditionnés et pesés au laboratoire de l'INERA Farako bâ.

### **2.2.4 – Analyses statistiques des données**

Le logiciel STATITCF a été utilisé pour l'analyse statique des données pour tester les facteurs doses et types de composts au seuil de 5% selon test de Newman Keuls.

## CHAPITRE 3 – RESULTATS ET DISCUSIONS

### 3.1 – Effet des doses de phosphates naturels sur les caractéristiques des phosphocomposts

Les teneurs en matière organique, carbone total, azote total, phosphore total et phosphore assimilable des phosphocomposts en fonction des doses de phosphates naturels apportées sont présentées dans le tableau 4.

**Tableau 4** : Caractéristiques des phosphocomposts en fonction des doses de BP.

Traitements	Matière organique (%)	Carbone total (%)	Azote total (%)	C/N	Phosphore total (%)	Phosphore assimilable (%)
T <sub>A</sub>	45,92 a	26,63 a	2,12 a	12,67	1,00 d	0,17 a
T <sub>1</sub>	42,94 a	24,91 a	1,92 a	13,00	5,64 c	0,14 b
T <sub>2</sub>	29,82 b	17,89 b	1,76 a	10,00	6,30 b	0,15 ab
T <sub>3</sub>	22,23 b	12,89 b	1,36 b	9,67	11,87 a	0,12 c
CV (%)	11,5	11,5	8,9	14,4	13,6	6,6
Probabilité	0,0004	0,0004	0,0025	0,0730	0,0000	0,0026
Signification	RHS	THS	HS	NS	THS	HS

CV : Coefficient de variation, THS : Très Hautement Significatif, HS : Hautement Significatif, NS : Non Significatif

Dans les colonnes, les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents selon le test de Newman Keuls.

**NB** : T<sub>A</sub> = traitement témoin n'ayant pas reçu le BP

T<sub>1</sub> = traitement ayant reçu 10 kg de BP

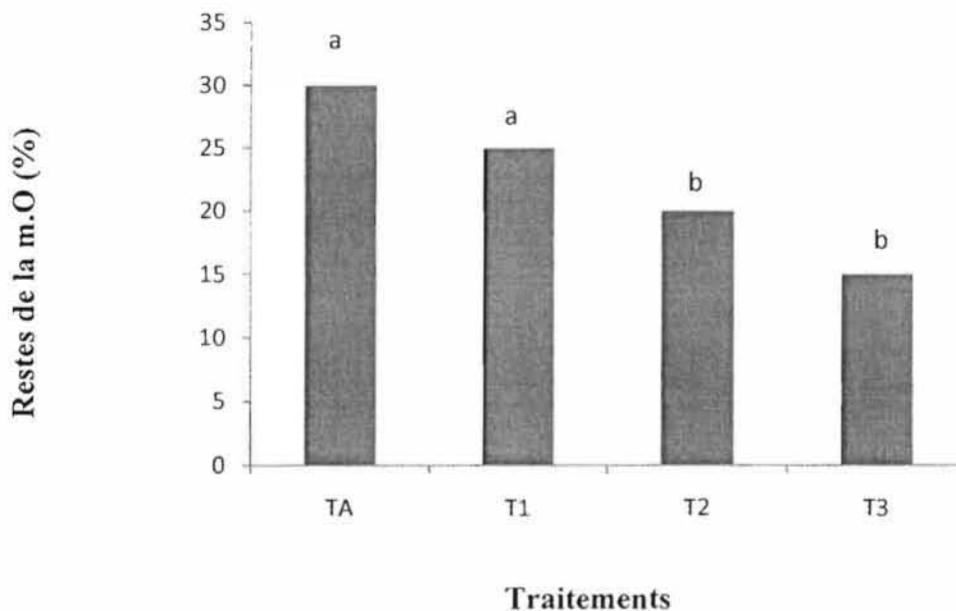
T<sub>2</sub> : traitement ayant reçu 15 kg de BP

T<sub>3</sub> : traitement ayant reçu 30 kg de BP

Cette signification de T<sub>A</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> est valable pour la suite du document.

### 3.1.1 – Effets sur les teneurs en matière organique total

La figure 1 montre que les teneurs en matière organique diminuent avec l'augmentation de la dose de BP apportée, passant de 45,92% dans le témoin sans apport (TA) à 22,23% pour le compost produit avec 30% de BP (T3). L'analyse statistique montre que le témoin et la dose de 10% de BP ont des teneurs comparables, significativement différentes de celles de composts obtenus avec 20 et 30% de BP.

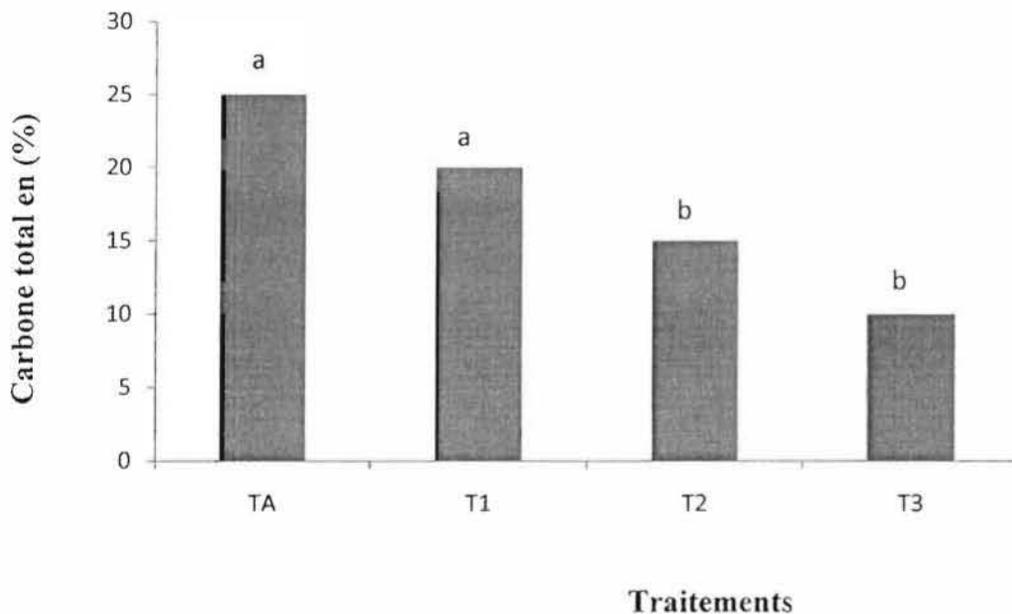


**Figure 1** : Quantité de la matière organique restante après trois mois de compostage en fonction des doses de BP.

**NB** : Les valeurs marquées par une même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman Keuls.

### 3.1.2 – Effets sur les teneurs en carbone total

Les teneurs en carbone total (figure 2) suivent la même évolution que celle de la matière organique. L'apport de BP induirait donc un accroissement de la décomposition des matières organiques d'autant plus important que les quantités apportées sont élevées.



**Figure 2 :** Teneurs en carbone total dans les types de phosphocomposts en fonction des doses de BP.

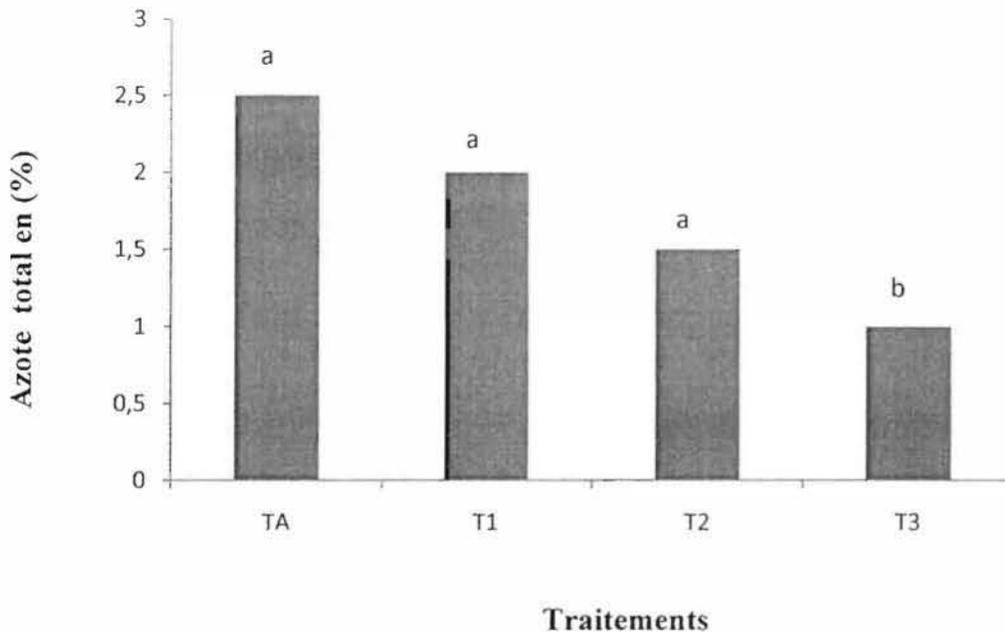
**NB :** Les valeurs marquées par une même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman Keuls.

### 3.1.3 – Effet sur les teneurs en azote total

Les teneurs en azote total des phosphocomposts (figure 3) suivent la même tendance que la matière organique et le carbone total. En effet, il ressort une baisse des teneurs d'autant plus que la quantité de BP apportée est élevée. Les valeurs chutent de 2,13% dans le témoin TA à 1,36% avec la dose de 30% de BP (T.).

L'analyse statistique montre que ce dernier traitement qui enregistre les teneurs les plus faibles est significativement différent des trois autres dont les valeurs sont comparables.

Ces résultats semblent indiquer que l'augmentation de quantité de BP au cours du compostage se traduit par une baisse des teneurs en azote du compost.

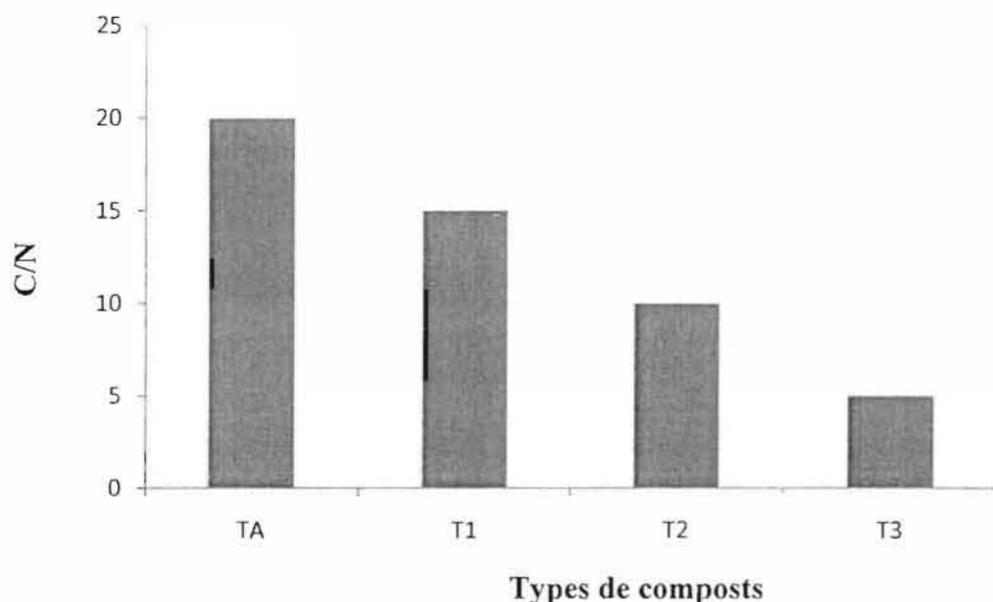


**Figure 3 :** Teneurs en azote total des phosphocomposts en fonction des doses de BP apportés.

**NB :** Les valeurs marquées par une même lettre ne sont significativement différentes selon le test de Newman Keuls.

### 3.1.4 – Effets sur les rapports C/N

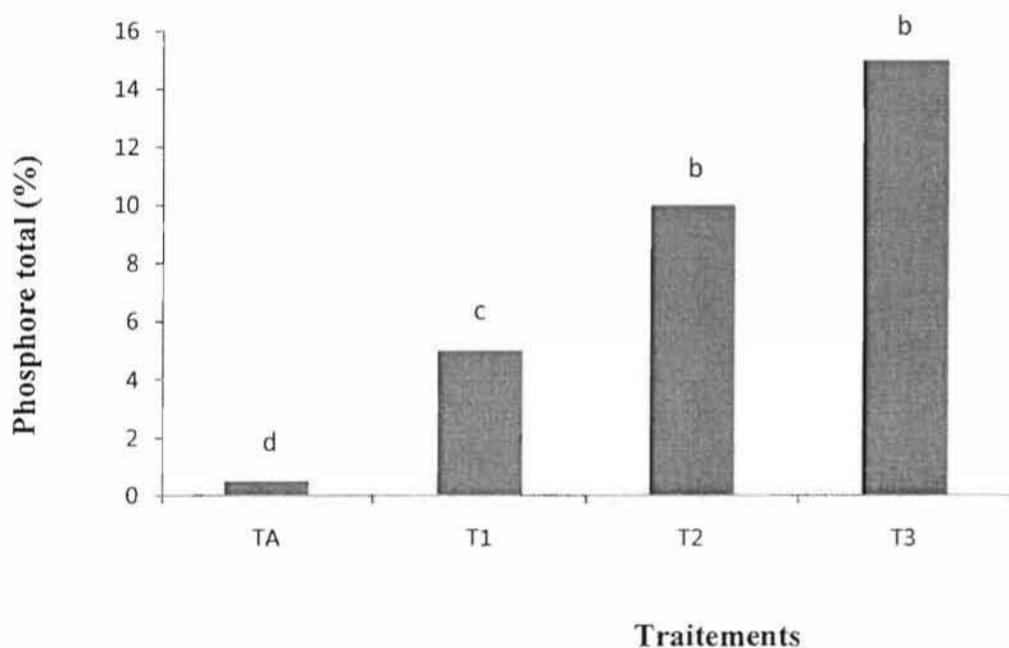
Les rapports C/N des phosphocomposts (figure 4) varient de 13 dans le traitement T2 (10% de BP) à 9,67% dans le traitement T3 (30% de BP). Cependant, l'analyse statistique n'a pas révélé une différence significative entre les différents traitements.



**Figure 4** : Rapport C/N des phosphocomposts en fonction des doses de BP apportées

### 3.1.5 – Effets sur les teneurs en phosphore total

La figure 5 ci-dessous montre que les teneurs en phosphore total des phosphocomposts augmentent très fortement de 1% dans le traitement témoin sans BP à 11,87% dans le traitement ayant reçu 30% de BP. Les différentes doses de BP apportées ont significativement augmenté les niveaux de phosphore total des composts.

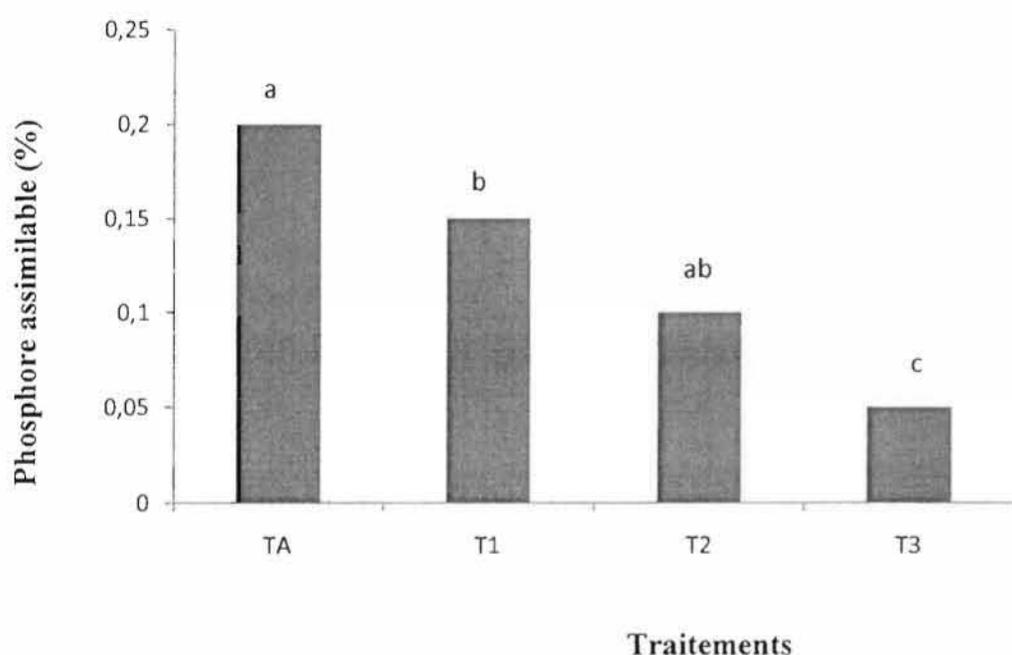


**Figure 5** : Teneurs en phosphore total des phosphocomposts en fonction des doses de BP apportées.

**NB** : Les valeurs marquées par une même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman Keuls.

### 3.1.6 – Effets sur les teneurs en phosphore assimilable

Les teneurs en phosphore assimilable (figure 6) varient en sens inverse de celui de phosphore total. En effet, les valeurs semblent diminuées avec les doses de BP passant de 0,17% dans le témoin à 0,12% dans le traitement T3 (30% de BP). L'analyse statistique révèle que les valeurs sont comparables entre le témoin et la dose 20% BP d'une part et entre cette dernière et le traitement 10% de BP d'autre part ; le traitement T3 qui présente la plus faible valeur, est significativement différente des autres.



**Figure 6 :** Teneurs en phosphore assimilable des phosphocomposts en fonction des doses de BP apportées.

NB : Les valeurs marquées par une même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman Keuls.

### 3.1.7 – Discussions sur la croissance en hauteur

Le compostage des résidus organiques se traduit par une diminution des teneurs en matière organique et en azote. En effet, par rapport aux teneurs initiales des minéraux mélangés estimées à 70,69% pour la matière organique et 2,03% pour l'azote, les pertes de matière organique varient entre 37 et 69,5% ; et celles de l'azote de 3,6 à 38,2 après trois (03) mois de compostage. Ces résultats s'expliquent par le processus de décomposition microbienne de la matière organique qui s'est produit au cours du compostage. Les pertes sont nettement plus élevées pour le carbone que pour l'azote, justifiant ainsi la baisse du rapport C/N des composts produits.

L'apport de phosphates naturels semble avoir pour effet d'accroître les pertes et ce, proportionnellement aux quantités apportées. Les phosphates naturels se comportent donc comme un activateur de la décomposition de la matière organique. Cela pourrait s'expliquer par l'action positive des phosphates naturels sur l'activité biologique due à leur effet chaulant qui est favorable au développement des micro-organismes.

La baisse des teneurs en azote des phosphocomposts par rapport au témoin est d'autant plus importante que les quantités de phosphates naturels sont élevées.

Cette baisse qui traduit une perte d'azote pourrait s'expliquer par une volatilisation de l'azote au cours du compostage.

Cette perte de la matière organique a été constatée par BONZI (1989), qui disait qu'au cours du compostage et en fonction des doses de BP, il ya diminution constante de la matière organique. BAZIE (1984), estimait cette perte entre 20 et 54% après six mois de compostage de la litière avec BP + bouse de vache.

KEITA (1985) a aussi fait les mêmes observations en compostage aérobie.

Les pertes de la matière organique dépendent non seulement de la nature de ces matières (importance du rapport C/N), mais également de celle de BP, d'urée et de bouse de vache, surtout quand ils sont utilisés tous à la fois.

LOMPO (1993) a révélé que la combinaison BP, urée dans le compostage stimule de façon sensible l'activité biologique, accélérant la minéralisation des pailles de maïs, donc augmente la vitesse de la perte de la matière organique.

Aussi, les pertes d'azote que nous avons observées lors de notre étude sont également mises en évidence par BONZI (1989). Il révèle que l'azote total des composts fluctue légèrement au cours du compostage pour tous les traitements avec le BP.

Quant aux phosphores totaux, leurs teneurs augmentent avec l'augmentation des doses de BP. La teneur de phosphore total dans le traitement témoin est très faible par rapport aux teneurs dans les traitements ayant reçu de BP.

Cette même observation a été faite par LOMPO (19983), BONZI (1989) ; SAMAKE (1983). Ils justifiaient cela par l'action des anions (citrate et oxalate) provenant de la décomposition de la matière organique à partir d'un certain degré d'humification. Les BP améliorent donc les quantités de phosphores totaux des composts.

Concernant le phosphore assimilable, la plus forte teneur moyenne est obtenue avec le traitement témoin n'ayant pas reçu de BP. Ce même constat a été fait par LOMPO (1993). Il a justifié cela par la minéralisation rapide des phosphores organiques contenus dans la matière organique par les micro-organismes. Dans les traitements ayant reçu la plus grande quantité de BP, la teneur de phosphore assimilable est faible et la plus faible teneur est obtenue avec le traitement ayant reçu la plus grande quantité de BP (30% de BP). Cela confirme les résultats antérieurs au sujet de la solubilité des BP à cause de la forte teneur en silice (26,2%) contre 25,3% de  $P_2O_5$ , TRUONG et al. (1978) ; LOMPO (1993).

Ces résultats confirment également ceux obtenus par la FAO en 2004 qui dit qu'il est difficile de dissoudre complètement certains phosphates naturels du fait qu'ils sont cimentés par la silice ou bloqués dans les oxydes de fer et d'aluminium.

## **3.2 – Effets des composts sur la croissance du maïs en vase de végétation**

### **3.2.1 – Résultats**

#### **3.2.1.1 – Croissance en hauteur des plants de maïs en fonction des types et des doses de composts à 5 semaines après semis**

Les hauteurs des plants de maïs, 5 semaines après semis sont présentées dans le tableau 5. Tout traitement confondu, elles varient de 50,50 à 99,50 cm.

Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées en l'absence d'apport de compost (dose D0) alors que les hauteurs les plus élevées ont été obtenues avec les doses de 40 tonnes de composts par hectare (D40).

L'analyse statistique des résultats (tableau 5) montrent que seules les doses de composts ont un effet significatif sur la croissance en hauteur des plants. Les types de composts n'ont pas induit une différence significative entre les hauteurs des plants. Il en est de même de l'interaction entre les doses apportées et les types de composts.

**Tableau 5 :** Hauteur moyenne des plants de maïs (en cm) en fonction des types de composts et des doses apportées.

Types de compost	Doses apportées					Moyenne
	D0	D5	D10	D20	D40	
BP0	50,50	71,50	68,53	93,67	96,67	76,32
BP10	73,37	75,77	81,40	84,63	98,33	82,72
BP15	71,00	63,83	72,07	94,17	99,50	80,11
BP30	74,57	76,60	78,30	92,00	97,00	83,69
Moyenne	68,32	71,92	74,14	91,08	97,88	

**Tableau 6 :** Analyse de variance

Source de variation	ddl	SCE	Probabilité	Signification
Types de composts	3	170,87	0,1630	NS
Doses de composts	4	2027,93	0,0000	THS
Interaction types x doses	12	133,43	0,2067	NS
Erreur	40	95,42		
Total	59	238,01		
Coefficient de variation		12.1%		

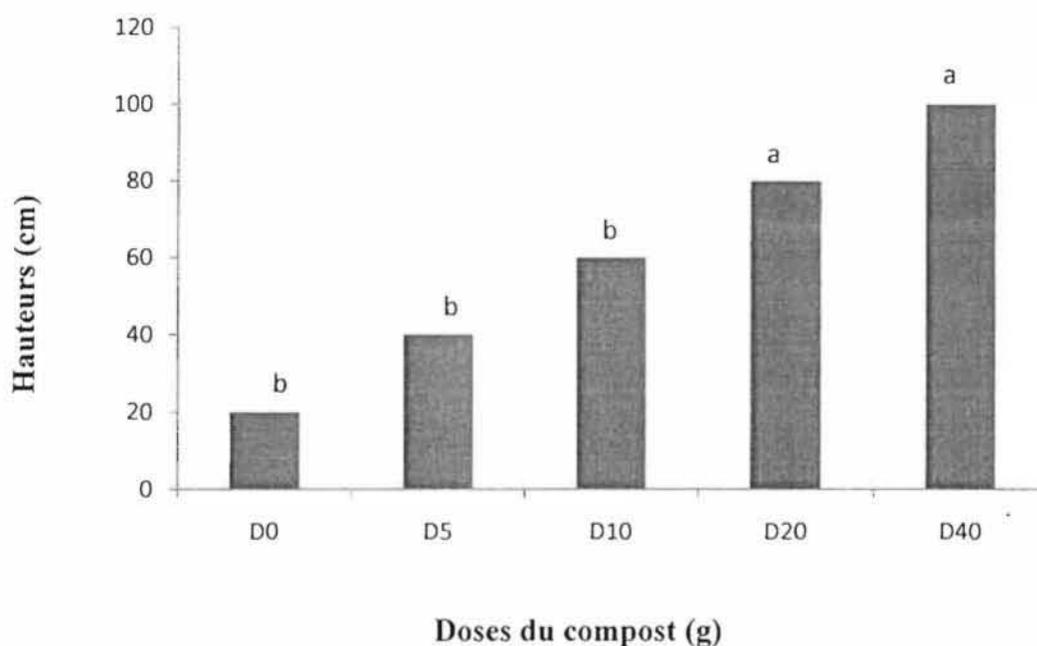
ddl : degré de liberté

SCE : somme des carrés des écarts

NS : non significatif

THS : très hautement significatif

La comparaison des moyennes des différentes doses (figure 7) montre que les hauteurs des plants croissent avec la dose de composts, passant de 68,32 cm dans le témoin sans apport à 97,88 cm dans le traitement D40 (apport de 40t/ha). Mais il ressort que les valeurs se répartissent en deux groupes homogènes. Le premier groupe constitué par les D0, D5 et D10 qui sont statistiquement comparables avec des hauteurs moyennes respectives de 68,32 ; 71 ; 92 et 74,14 cm. Dans le second groupe qui présente les plus fortes hauteurs, il y a les doses D20 et D40 qui sont également comparables statistiquement avec respectivement 91,08 et 97,88 cm.



**Figure 7 :** Comparaison des hauteurs de plants de maïs de 5 semaines après semis avec les différentes doses de composts.

**Légende :** - D0 est le traitement témoin sans apport du compost

- D5 est le traitement où on a apporté 5t/ha de compost soit (26,7 g)
- D10 est un traitement où on a apporté 10t/ha de compost, soit (53,3 g)
- D20 est le traitement où on a apporté 20t/ha de composts, soit (106,7 g)
- D40 est le traitement où on a apporté 40t/ha de composts, soit (213,3 g)

**NB :** Cette signification de D0, D5, D10, D20, D40 est valable pour la suite du document.

### 3.2.1.2 – Production de la matière sèche des plants de maïs en fonction des types et des doses de composts

Les poids secs des plants qui représentent la production de matière sèche durant 5 semaines de végétation sont présentés dans le tableau 7. L'examen des résultats, tout traitement confondu, montre que le poids sec moyen d'un plant varie 1,63 à 23,5 g. Pour tous les phosphocomposts ayant reçu le BP, la production e matière sèche augment quand on passe de la dose de D0 (sans apport de compost) à D40 (apport de 40t/ha de compost). Cette tendance n'est pas absolue dans le cas du compost produit sans BP.

L'analyse statistique des résultats (tableau 8) révèle un effet significatif des doses de compost sur la production de matière sèche. Par contre bien que les poids secs moyens des types de composts augmentent avec la quantité de BP reçue (8,77 pour BP à 11,39 pour BP 30). La différence n'est pas statistiquement significative.

**Tableau 7 :** Poids sec moyen des plants de maïs (en g) en fonction des types de phosphocomposts et des doses apportées.

Types de compost	Doses apportées					Moyenne
	D0	D5	D10	D20	D40	
BP0	1,63	7,07	4,16	15,60	15,37	8,77
BP10	6,02	6,40	8,64	11,97	16,85	9,98
BP15	3,56	4,77	5,86	16,53	23,50	10,54
BP30	4,58	8,21	9,25	16,17	18,72	11,39
Moyenne	3,95	6,61	6,98	15,07	18,23	

**Tableau 8** : Analyse de variance

Source de variation	ddl	SCE	Probabilité	Signification
Types de composts	3	18,15	0,2092	NS
Doses de composts	4	351,60	0,0000	THS
Interaction types x doses	12	13,26	0,3497	NS
Erreur	40	11,52		
Total	59	42,05		
Coefficient de variation		33,4%		

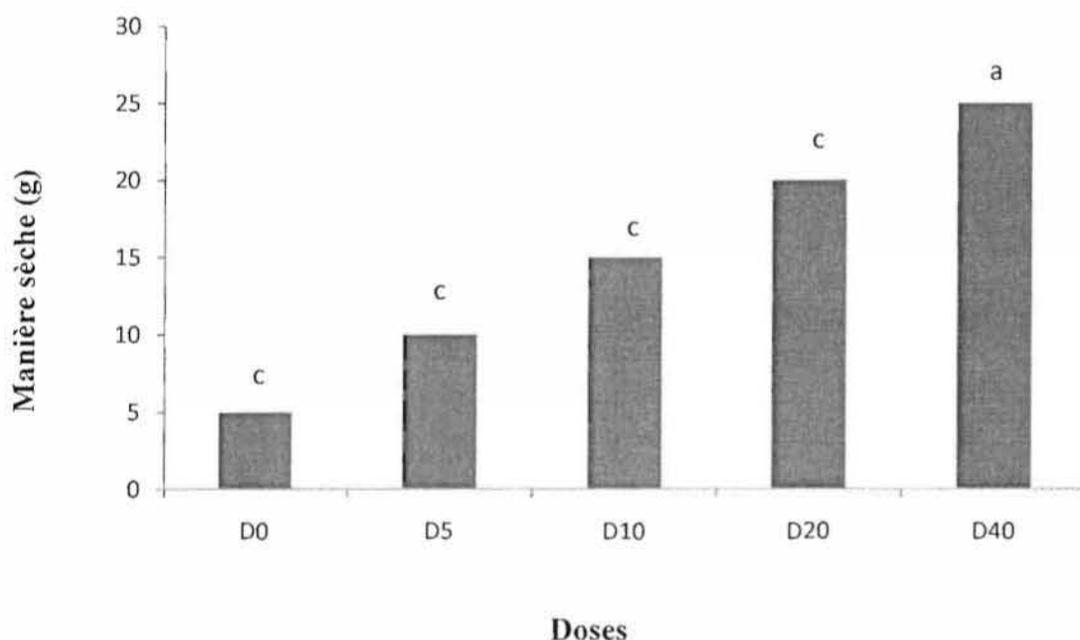
ddl : degré de liberté

SCE : somme des carrés des écarts

NS : non significatif

THS : très hautement significatif

La comparaison des poids secs moyens des plants obtenus avec les différentes doses de composts est présentée dans la figure 8. Comme au niveau de la croissance en hauteur, les doses D5 et D10 qui représentent respectivement 6,61 et 6,94 g de la matière organique constituent avec le témoin sans apport D0 (3,95 g de matière organique), un groupe homogène. La dose D20 présente une valeur intermédiaire (15,07 g de matière organique) statistiquement différente des trois (3) premières doses ainsi que la dose D40 qui a permis d'obtenir le poids sec le plus élevé (18,23 g de matière sèche).

**Figure 8** : Comparaison des poids secs des plants de maïs de 5 semaines après semis avec les différentes doses de compost.

### 3.2.2 – Discussions sur la production de la matière sèche

Les résultats montrent que les doses de composts apportées ont un effet positif net sur la croissance en hauteur et la production de matière sèche des plants de maïs.

KEÏTA (1985) a trouvé également que les apports de compost avaient des effets favorables sur la croissance en hauteur du maïs par rapport au témoin. BAZIE (1984) et LOMPO (1993) ont fait le même constat sur le mil et le sorgho.

Il ressort par contre que l'incorporation de quantité croissante de phosphate naturel pendant le compostage n'a pas induit un effet significatif des composts produits sur la croissance en hauteur et la production de matière sèche des plants de maïs.

Toutefois, en valeur absolue, on a observé une tendance à l'augmentation des valeurs des deux paramètres agronomiques avec les doses de BP apportées. Pourtant on aurait pu s'attendre à un effet significatif du compost produit sans BP qui contient les plus fortes valeurs en phosphore assimilable et en azote total.

## Conclusion et perspectives

Notre étude avait pour objectif d'évaluer d'une part l'effet de différentes doses de phosphate naturel du Burkina (BP) sur les caractéristiques chimiques des composts produits et l'autre l'effet sur la croissance du maïs en vase de végétation.

Pour la fabrication des phosphocomposts, c'est la méthode de fosse qui a été utilisée. Quatre (04) traitements ont été appliqués avec des doses croissantes de BP, mélangées avec 84 kg de paille de maïs, 15 kg de fumier, 9 kg de sol et 1 kg d'urée par fosse.

Pour constituer le mélange dans chaque traitement, la quantité de chaque matériau a été divisée en trois (03) parties apportées de manière alternée selon l'ordre suivant : pailles de maïs-fumier-urée-BP-terre. Chaque traitement a été répété trois (03) fois, soit un total de 12 fosses. Trois autres fosses ont été laissées vides pour les retournements effectués tous les 21 jours.

Seize (16) litres d'eau ont été utilisés le jour de remplissage des fosses pour arroser le contenu de chaque fosse. Cette quantité d'eau était diminuée progressivement durant le temps de compostage à cause de la diminution du volume des matériaux et de la teneur en eau.

A la fin du compostage des échantillons ont été prélevés, séchés et conditionnés en vue des analyses chimiques au laboratoire du BUNASOLS. Les analyses ont porté sur la matière organique totale, le carbone total, l'azote total, le phosphore total et le phosphore assimilable.

Après la fabrication des phosphocomposts, leur efficacité organique a été testée en vase de végétation à la vallée de Kou située à 30 Km au Nord-Ouest de Bobo-Dioulasso ; avec le maïs extra précoce (variété Barka).

Cet essai a mis en œuvre les phosphocomposts produits avec les différentes doses BP (0 ; 10 ; 15 et 30% par rapport au poids de la matière organique). Chaque type de phosphocomposts a été apporté à 5 doses différentes : 0 ; 5 ; 10 ; 20 et 40 t /ha dans des pots contenant 16 kg de sol, soit respectivement 0g ; 26,7g ; 53,3g ; 106,7g et 213,3g par pot. Chaque traitement a été répété 3 fois, soit au total 60 pots (4 x 5 x 3). Le maïs est semé dans ces pots.

Immédiatement après semis, 2,88 litres d'eau sont apportés après détermination d'estimation de la capacité de rétention en eau du sol utilisé.

Ensuite, chaque 3 jour, 1 litre d'eau a été apporté par pot à cause de la perte d'eau par évaporation. Le désherbage manuel était régulièrement effectué.

L'essai est arrêté 5 semaines après semis et les paramètres agronomiques mesurés sont : la hauteur des plants et la biomasse.

Concernant les caractéristiques des composts, les résultats ont montré une baisse du volume des matériaux compostés essentiellement liée aux pertes des teneurs en carbone des pailles de maïs et du fumier. Cette baisse de BP constitue un facteur favorable à la décomposition de la matière organique au cours du compostage. Par contre l'apport du BP a montré un effet négatif sur les teneurs en azote des phosphocomposts qui ont enregistré des valeurs nettement inférieures par rapport au compost produit sans BP.

Par ailleurs, l'apport de quantités croissantes de BP au cours du compostage n'a permis qu'une augmentation des teneurs en phosphore total des phosphocomposts mais pas celles en phosphore assimilable qui sont restées faibles par rapport au témoin absolu. Cela suggère que les quantités de matières organiques apportées ne semblent pas avoir créé un milieu suffisamment acide pour permettre une plus grande solubilisation des phosphates.

Pour ce qui concerne l'effet agronomique, les résultats ont révélé que les différents composts produit avec des doses croissances de BP n'ont pas d'effets significatifs sur la croissance en hauteur, ni sur la production de matière sèche des plants, durant les 5 semaines de végétation. Par contre ces paramètres sont positivement influencés par les doses de composts apportées, confirmant ainsi le rôle incontournable de la matière organique dans la productivité des sols et des cultures.

L'un des objectifs de l'incorporation du BP à la matière organique au cours du compostage est de favoriser la solubilisation des phosphates tricalciques. Or il ressort de nos résultats que cet objectif n'est pas atteint. Aussi, suggérons-nous comme perspective à notre étude, d'orienter la recherche vers la mise au point des meilleurs ratios : matières organiques / BP pour une solubilisation efficace des phosphates tricalciques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BADO B. V., 1985 : Amélioration de l'efficacité des phosphates naturels par l'utilisation des matières organiques. Mémoires de fin d'études, IRD. Université de Ouagadougou. 107 p.
- BADO B. V., 1991 : Etude de l'efficacité du Burkina phosphate en riziculture. INERA, Ouagadougou. 42 p + annexes.
- BADO B. V et HIEN V., 1998 : Efficacité agronomique des phosphates naturels du Burkina Faso sur le riz pluvial en sol ferrallitique. Cahiers agriculture, (7) : pp 236 – 238.
- BADO B. V, LOMPO F et SEDEGO M.P., 1997 : Efficacité d'un phosphatage de fond sur la productivité d'un sol ferrallitique. In Soil Fertility Managment in West Land Use Systems, pp 85- 88.
- BADO B. V, LOMPO F et SEDEGO M.P (1999) : L'efficacité agronomique des phosphates naturels du Burkina Faso: une synthèse bilan des acquis de la recherché. Doc NINERA, 20p.
- BATIEBO E. L., 2005 : Influence des eucalyptus camaldulensis utilisé comme brise vent sur les caractéristiques d'un sol ferrugineux et la croissance du bananier dans la province du Houet, 46 p.
- BAZIE Y., 1984 : Valorisation des résidus cultureux dans la zone du plateau Mossi. Amélioration de la qualité des composts (station agronomique de SARIA) 119 p.
- BIKIENGA I.M., 1980 : Utilisation des phosphates naturels de Kodjari pour la fabrication des engrais phosphatés. 28 p.
- BIKIENGA I.M et SEDEGO M.P., 1982 : Utilisation agricole des phosphates de Haute Volta. Synthèse des travaux d'expérimentation agronomique sur le Volta – phosphate et les phosphates améliorés. Doc. Ronéo. Projet phosphate. IRAT/HV. 62 p.
- BONZI M., 1989 : Etude des techniques de compostage et évaluation de la qualité des composts : effet des matières organiques sur les cultures et les fertilités des sols.
- BUNASOLS., 1985 : Etat de connaissance de la fertilité des sols au Burkina Faso. Documentation technique n°1. Section fertilité des sols / Assistance bilatérale Néerlandaise. 50 p + annexes.
- CEDRA C., 1997 : Les matériels de fertilisation et traitement des cultures, technologie de l'agriculture, 343 p.
- FAO., 2004 : Utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable. 151 p.

- GUET G., 1999 : Mémento d'agriculture biologique, 349 p.
- GUINKO S., 1984 : Végétation de la Haute Volta. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Bordeaux III. 318 p.
- HIEN V, LOMPO F, SEDEGO M.P., 1994 : Gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso. Bilan et perspectives pour la promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique Soudano-Sahélienne. FAO, CTA, CIRAD, 304 p.
- IFDC – Afrique., 1996 : Rôle des phosphates naturels locaux dans la récapitulation de la fertilisation des sols Ouest Africaine. Oct., 1996.
- IFDC – Afrique., 1996 : Phosphate Research Impacts Malaysian Fertilizer sector vol 21, n° 2, Dec. 96.
- KEITA C., 1985 : Fumures minérales et organiques.
- LOMPO F., 1993 : Contribution à la valorisation des phosphates naturels du Burkina Faso. Etude des effets de l'interaction phosphate naturel matière organique. Thèse de Docteur Ingénieur. Université nationale de Côte d'Ivoire ; 247 p.
- LOMPO F, SEDEGO M.P et HIEN V (1994) : Impact agronomique du phosphate et de la dolomite du Burkina Faso, Acte de séminaire sur "l'utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable en Afrique de l'Ouest". Lomé, 21 – 23 novembre 1994. Centre International pour la gestion de la fertilité des sols – Afrique, pp 60 – 72.
- MUSTIN M., 1987 : Le compost : Gestion de la matière organique. 954 p.
- MOKWUNYE A.U., 1994 : Les qualités du phosphate naturel comme amendement du sol. Acte de séminaire sur "l'utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable en Afrique de l'Ouest". Lomé, 21 – 23 novembre 1994. Centre International pour la gestion de la fertilité des sols – Afrique, pp 90 – 98.
- OUEDRAOGO K., 1990 : Valorisation des phosphates naturels de Kodjari en riziculture. Mémoire d'Ingénieur, option Agronomie, IDR, U.O ; 60 p.
- SAMAKE F., 1983 : Evaluation du pouvoir fertilisant des phosphates naturels de Kodjari partiellement acidulé H.V. D.A.T. 57 p.
- SAWADOGO A : Evaluation de l'efficacité des composts de tiges de coton en culture cotonnière. 30 p.
- SEDEGO M.P., 1981 : Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sols ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). Thèse de Docteur Ingénieur, Institut polytechnique de Lorraine, Nancy, 195 p.

- SEDEGO M.P et LOMPO F., 1986 : Utilisation des phosphates naturels du Burkina Faso dans l'optique d'une fertilisation phosphate. Doc. INERA. 50 p.
- SEDEGO M.P, PICHOT J, POULAIN J.F., 1979 : Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. Incidence des successions culturales. Rapport IRAT. 28 p.
- TABSOBA M., 1987 : Contribution à l'étude des besoins nutritifs du riz pluvial dans la zone Ouest du Burkina Faso. 27 p + annexe. Mémoire de fin d'étude.
- TRUONG B, PICHOT J, BEUNARD P., 1978 : Caractérisation et comparaison des phosphates naturels tricalciques d'Afrique de l'Ouest en vue de leur utilisation directe en agriculture. Agro. Trop. XXXIII – 2. p 136 – 145.
- TRUONG B, FAYARD C., 1994 : Petites unités de production d'engrais à base des phosphates bruts et partiellement solubilisés. Acte de séminaire, Lomé, 21 – 23 novembre 1994. Centre International pour la gestion de la fertilité des sols – Afrique, pp 195– 211.