

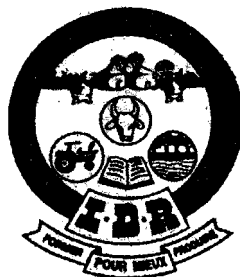
BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

BUC



MENTION ASSEZ-BIEN

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR EN VULGARISATION AGRICOLE

THEME:

Evaluation de l'impact agronomique de technologies de gestion de fertilité des sols dans trois zones agro-climatiques de la région Est du Burkina Faso.

Présenté par : KERE Paul Marie

Maîtres de stage :

Pr. Michel P. SEDOGO

Dr. François LOMPO

Directeur de mémoire :

Pr. Hassan Bismarck NACRO

MENTION ASSEZ-BIEN

N°: -2009/VULG

JUIN 2009

Dédicace

Je dédie le présent mémoire à :

- ☛ Mes parents rappelés à Dieu ;
que leur âme repose en paix.**

- ☛ Tous ceux qui ont voulu faire de moi un homme,
que leurs vœux les plus intimes soient exaucés.**

Table de matières

REMERCIEMENTS.....	vi
Liste des figures.....	vii
Listes des tableaux.....	vii
Listes des photos.....	vii
Liste des cartes.....	vii
Sigles et abréviations.....	viii
Sigles et abréviations.....	viii
Résumé.....	x
Abstact.....	x
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	5
I.1 Fertilisation.....	5
I.1.1 Définition.....	5
I.1.2 Fertilisation organo-minérale.....	6
I.2 Quelques techniques de récupération des sols dégradés.....	7
I.2.1 Pratiques agro forestières.....	7
I.2.2 Ouvrages anti-érosifs.....	8
Chapitre II : Présentation du site de l'étude.....	11
II.1. Milieu humain.....	11
II.1.1 Situation administrative et population.....	11
II.1.3 Structures d'appui et de promotion rurale.....	14
II.2 Milieu physique.....	15
II.2.1 Climat.....	16
II.2.2 Végétation.....	17
II.2.4. Types de sols.....	18
II.2.5. Risques et menaces dans la région de l'Est.....	18
Chapitre III : Méthodologie.....	20
III.1 Choix des sites.....	20
III.2 Choix des producteurs.....	20
III.3 Choix des technologies.....	21
III.4 Matériels.....	22
III.4.1 Matériel végétal.....	22

III.4.2 Fumures	22
III.4.2.1 Fumure organique	22
III.4.2.2 Fumure minérale	22
III.5 Méthode	22
III.5.1 Tests agronomiques	22
III.5.1.1 Dispositif expérimental.....	23
T6.....	24
III.5.1.2 Suivi des tests.....	25
III.5.2 Visites commentées	25
III.5.3 Enquêtes.....	26
III.6 Analyses statistiques	26
Chapitre IV : Résultats et Discussion des tests agronomiques.	28
IV.1 Zone sub-sahélienne (400 – 600 mm)	28
IV.1.1 Résultats.....	28
IV.1.1.1 Effets des formules sur l’association/rotation mil-niébé	28
IV.1.1.2 Effets des formules sur l’association/rotation mil-arachide	30
IV.1.1.3 Effet des demi-lunes et des fumures sur le sorgho	31
IV.1.1.4 Effet des CES et des formules sur les rendements du sorgho et du niébé	32
IV.1.2 Discussion.....	33
IV.1.2.1 Effets des formules sur l’association/rotation mil-niébé	33
IV.1.2.2 Effets des formules sur l’association/rotation mil-arachide	34
IV.1.2.4 Effet des demi-lunes et des fumures sur le sorgho	36
IV.1.2.4 Effet des CES et des formules sur les rendements du sorgho et du niébé	37
IV.2. Zone nord soudanienne (600-900 mm) :	39
IV.2.1 Résultats.....	39
IV.2.1.1 Effets des formules sur l’association/rotation sorgho-arachide.....	39
IV.2.1.2 Effets des formules sur l’association/rotation mil-arachide	40
IV.2.2 Discussion.....	41
IV.2.2.1 Effets des formules sur l’association/rotation sorgho-arachide.....	41
IV.2.2.2 Effets des formules sur l’association/rotation mil-arachide	42
IV.3. Zone sud-soudanienne (> 900 mm) :	44
IV.3.1 Résultats.....	44
IV.3.1.1 Effets des formules sur l’association/rotation mil-arachide	44

IV.3.1.2 Effet des formules sur le maïs et le niébé	45
IV.3.1.3 Effet des formules sur le maïs	46
IV.3.2 Discussion.....	47
IV.3.2.1 Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide	47
IV.3.2.2 Effet des formules sur le maïs et le niébé	48
IV.3.2.3 Effet des formules sur le maïs	49
IV.4 Conclusion.....	50
Chapitre V: Visites commentées et perception paysanne sur les technologies	52
V.1. Résultats des visites commentées	52
V.1.1 Avantages de la mise en place des tests.....	52
V.2.2 Contraintes liées à l'adoption des technologies	53
V.1.3 Perception paysanne par rapport aux différentes variétés testées.....	54
V.1.4 Conclusion	54
V.2 Perception paysanne sur les formules de fumure.....	56
Conclusion générale.....	60
BIBLIOGRAPHIE.....	62
ANNEXES.....	67

REMERCIEMENTS

« Pour faire un homme, il faut tout un village » (Hampaté BA). Et « pour faire changer un homme il faut du temps et de la patience » (sagesse populaire).

Le présent mémoire est le couronnement d'un long processus de formation. Il nous plait d'adresser nos sincères remerciements aux personnes suivantes:

- Le corps enseignant de l'université de Ouagadougou et l'université polytechnique de Bobo Dioulasso, particulièrement les enseignants de l'Institut de Développement Rural pour nous avoir assuré une formation de qualité ;
- Le directeur de L'INERA, le chef de station INERA/Kamboinsé, le chef des programmes GRN/SP de la station INERA/Kamboinsé, le chef du Laboratoire Sol-Eau-Plante de la station INERA/Kamboinsé, pour nous avoir acceptés dans cette structure pour notre stage;
- Pr. SEDOGO P Michel, directeur de recherche à l'INERA/Kamboinsé, notre maître de stage pour l'encadrement qu'il nous a assuré et aussi pour son soutien matériel et financier ;
- Dr. LOMPO François, chercheur à l'INERA/Kamboinsé, notre co-maître de stage, pour nous avoir assuré un encadrement scientifique efficace. Il a su par ses qualités humaines et son amour pour le travail, nous guider vers la recherche agronomique;
- Pr NACRO A. Bismarck, notre directeur de mémoire pour sa disponibilité, sa franche collaboration, son esprit critique, ses multiples échanges fructueux;
- Aux Drs: ZOUGMORE Robert, et GNANKAMBARY Zakaria, SAVADOGO W. Paul, pour leurs conseils et suggestions;
- Aux Mrs ZOUGRANA Appolinaire, POUYA B. Mathias pour leur franche collaboration, leurs conseils et suggestions ;
- Aux Mrs: OUANDAOGO Noufou, RAMDE Martin, KABORE Jean-Paul, MOYENGA Momini, OUEDRAOGO Alain et son épouse, DOUMBA Gérard, M^{elle} SANOU Yvonne pour les moments passés ensemble au laboratoire et MAGANE Bakary avec qui nous avons fait le terrain ;
- Aux camarades stagiaires (BIHOUN Jean, TRAORE S. Albert, NITIEMA W. Jean De Dieu, SANOU Bachirou) pour la bonne collaboration ;
- A tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à notre formation et dont les noms ne figurent pas dans ce document, qu'ils sachent qu'ils occupent une place importante dans ce mémoire et dans notre mémoire.

Liste des figures

Figure 1 : Pluviosité moyenne des dix dernières années de la région	16
Figure 2 : Pluviosité des différentes postes de la région, campagne 2008/2009	17
Figure 3 : Plan de masse pour le système de culture association / rotation céréale - légumineuse	24
Figure 4 : Plan de masse pour le système de culture association/ rotation mil hâtif local ou mil amélioré – niébé	24
Figure 5 : Plan de masse pour la culture du sorgho avec les techniques DRS/CES	24
Figure 6 : Classement des technologies	58

Listes des tableaux

Tableau 1 : Bilans céréaliers de 2005-2006 à 2008-2009.....	14
Tableau 2 : Projets et Programmes par zone dans la région de l'Est.....	15
Tableau 3 : Dimension des parcelles par traitement	23
Tableau 4 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-niébé	29
Tableau 5 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide	30
Tableau 6 : Effet des demi-lunes et formules de fumures sur le sorgho.....	31
Tableau 7 : Effet des CES et des formules sur les rendements du sorgho et du niébé	32
Tableau 8 : Effets des formules sur l'association/rotation sorgho-arachide.....	39
Tableau 9 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide	40
Tableau 10 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide	44
Tableau 11 : Effet des formules sur le maïs et sur le niébé	45
Tableau 12 : Effet des formules sur le maïs.....	46
Tableau 13 : Perception paysanne par rapport aux différentes variétés testées.....	54
Tableau 14 : Moyenne des notes cumulées des technologies	56
Tableau 15 : Moyenne sur cinq des notes accordées aux différents stages phénologiques.....	57
Tableau 16 : Classement empirique des formules de fumure	58

Listes des photos

Photo 1 : zaï manuel.....	9
Photo 2 : cordons pierreux	10
Photo 3 : demi-lunes	10

Liste des cartes

Carte 1 : carte administrative de la région de l'Est.....	12
---	----

Sigles et abréviations

ADELE :	Appui au Développement de l'Élevage de l'Est
AGR :	Activités Génératrices de Revenus
BP :	Burkina phosphate (phosphates naturels de Kodjari)
CEC :	Capacité d'Échange Cationique
CES/AGF:	Conservation des Eaux et des Sols et Agroforesterie;
CO₂:	Dioxyde de carbone
CP :	Cordons Pierreux
DED :	Volontaires Allemands
DRS/CES :	Défense et Restauration des sols / Conservation des Eaux et des Sols
ECOPAS :	ÉCOsystème Protégé en Afrique Soudanienne
FAO:	Fond des Nations Unies pour l'Agriculture
FIDA :	Fond International de Développement Agricole
GIFS :	Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols
GRN/SP :	Gestion des Ressources Naturelles/Système de Production
GTZ :	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
IDR :	Institut du Développement Rural
INERA :	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
JAS:	Jours après semis.
MAHRH:	Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques;
MOS :	Matière organique Soluble
MO :	Matière Organique
MPAV :	Micro Projet et Aménagement Villageois
OP :	Organisation Paysanne
OPP/PICOFA :	Opérateur Privé Provincial/ Programme d'Investissement Communautaire en Fertilité Agricole
PADL-TAPOA :	Projet d'Appui au Développement Local de la Tapoa
PAH/Liptako	Projet d'Aménagement Hydraulique du Liptako
PAOP:	Projet d'Appui aux Organisations Paysannes
PAUCOF :	Projet d'Appui aux Unités de Conservation de la Faune

PDLKom :	Projet d'Appui au Développement Local de la Kompienga
PDLK :	Projet d'Appui au Développement Local de la Komandjari
PICOFA :	Programme d'Investissement Communautaire en Fertilité Agricole
PPB/Est :	Projet Petits Barrages de l'Est
PPG/Bagré-Kompienga:	Projet Co-Gestion des Pêcheries de Bagré à Kompienga
PNGT II :	Deuxième Programme National de Gestion des Terroirs
RGPH :	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SPSS :	Statistical Pacage for Social Science
SOCOMA :	Société Cotonnière du Gourma
TDR :	Termes De Références
WAP/UICN :	Parcs W, Arly, Pendjari / Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Résumé

Dans la région Est du Burkina Faso comme dans le reste du pays, voire dans toute l'Afrique Sub-saharienne, l'augmentation de la production alimentaire est beaucoup plus liée à l'accroissement des superficies cultivées qu'à celle de la productivité des cultures. Plusieurs contraintes d'ordre technique, environnemental, socioculturel, économique, institutionnel et politique entravent le développement de l'agriculture au niveau de la région. La problématique majeure se pose dans cette zone, en terme de gestion durable et productive des ressources naturelles et, de gestion de la fertilité des sols basée sur la valorisation des ressources locales (substrats organiques et phosphates naturels). La recherche de formules de fumures adaptées aux principales cultures de l'Est constitue l'objet de notre étude. Des dispositifs de tests agronomiques en milieu réel ont permis d'établir l'intérêt des combinaisons de fumures et des techniques de DRS/CES. L'importance agronomique de la fumure organo-minérale (5t/ha fo +50kg/ha Urée sur sorgho ; 150kg BP + 50kg NPK sur niébé et l'arachide) est ressortie dans cette étude. La pertinence des formules de fumures organo-phosphatées (5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée et 5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée+100Kg/ha NPK sur sorgho et mil et ; 5t/ha fo + 200Kg/ha BP+ 100Kg/ha Urée et 5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 100Kg/ha Urée+150Kg/ha NPK sur maïs) à accroître les rendements et à améliorer la minéralisation et/ou la solubilisation voire la disponibilité de certains éléments chimiques (N, P, K) est démontrée à travers ces tests. Aussi, à travers des visites commentées et à travers une évaluation participative, les producteurs de l'Est du Burkina ont exprimé leur opinions par rapport aux différentes formules de fumures combinées ou non aux techniques de DRS/CES.

Mots clés: Formules de fumures, organo-phosphatées, impact agronomique, région Est du Burkina Faso.

Abstact

In the Est region of Burkina like in the rest of the country and in all the Sub Sahara Africa, the increase of the food production is much more bound to the growth of the cultivated surfaces than to the one of the productivity of crops. Several technical, environmental, sociocultural, economic, institutional and political constraints order shackles the spreading out of the agriculture at region level. The problematic major in this zone, is in business-oriented sustainable and productive term of the natural resource and, business - oriented of the fertility of the based soils on the valorization of the local resource (organic substratums and treat with

phosphates natives). The search of formulae of dungings adapted to the principal cultures of the Est constitutes the object of our study. Some devices of agronomic tests in real middle permitted establishing the interest of the combinations of dungings and the DRS/CES technologies. The agronomical importance of the organo-mineral dunging (5t/ha +50Kg/ha fo + urea on sorghum; 150kg BP + 50kg NPK on beans and groundnut) is come in this study. The pertinence of the formulae of organo - phosphatic dungings (5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha urea and 5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée+150Kg/ha NPK on sorghum and millet and; 5t/ha fo + 200Kg/ha BP+ 100Kg/ha urea and 5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 100Kg/ha Urée+150Kg/ha NPK on maize) to increase the produces and to improve the mineralization and/or the solubilisation in truth the availability of some (N, P, K) chemical elements is demonstrated through these tests. Also, through commented visits and through a participative evaluation, farmers of the Est of Burkina Faso have express their opinions on formulae of dungings combnined or not to DRS/CES technics.

Keywords: Formulae of dungings, organo-phosphatic, agronomic impact, region is a Faso. Burkina

Introduction générale

Le Burkina Faso, comme beaucoup de pays de l'Afrique Sub-saharienne, est confronté depuis de nombreuses années au problème de sécurité alimentaire. Ce problème inhérent aux effets de la pression démographique et aux changements climatiques, est aussi lié à la dégradation des ressources naturelles, en particulier des sols (Sédogo, 1993; Bado *et al.* 1997a ; Bado *et al.*, 2000). Ce qui entraîne une mauvaise productivité de ces sols.

Les accroissements des productions agricoles enregistrées ces dernières années sont plus liés à l'accroissement des superficies cultivées (croissance extensive) qu'à ceux des rendements des cultures (croissance intensive). Aussi, les politiques macro-économiques mises en œuvre au cours des deux (02) dernières décennies telles que l'ajustement structurel, la suppression des subventions au niveau des facteurs de production (engrais) ont eu pour conséquences la réduction de l'utilisation de ces facteurs, l'augmentation des aires de cultures par de nouvelles défriches, et la réduction du potentiel d'investissement dans la restauration de la fertilité au niveau des agriculteurs.

MENTION ASSEZ-BIEN

Les problèmes de la baisse de la fertilité des sols (le faible niveau de fertilité des sols, la fragilité de l'écosystème, la dépendance de la production vis-à-vis de la pluviosité) ne sont pas seulement liés aux facteurs biophysiques. Il revêt aussi des aspects socio-économiques et techniques comme l'inappropriation des services de formation et de vulgarisation agricole, l'inconsistance et l'inadéquation des politiques. Ces multiples causes interagissent fortement, et ces inter-actions entre facteurs biophysiques, socio-économiques et techniques amènent à une approche holistique au niveau de l'amélioration de la fertilité des sols.

D'une manière générale, hors mis les problèmes de conservation de l'eau, la faible fertilité des sols constitue la contrainte majeure de l'accroissement de la productivité agricole. La gestion de la fertilité est cruciale pour obtenir des productions soutenues et nécessite des apports de nutriments pour compenser les prélèvements par les cultures et les pertes au niveau des sols à travers des processus physiques et biochimiques variés (Pieri, 1989 ; Bonzi, 1989 ; Sédogo, 1981 et 1993; Lompo *et al.*, 1993 ; Kambiré, 1994).

La majorité des sols sahéliens, dont ceux du Burkina Faso, ont une médiocre fertilité chimique et sont sensibles à la battance et à l'érosion (Deville 1996 ; Kabrah *et al.*, 1996 ; Sédogo *et al.*, 1997). Le principal constat dans la région Est du Burkina Faso est le risque d'une dégradation croissante des principales ressources naturelles en particulier les sols. Il se pose donc le problème récurrent de restauration des sols, de maintien et d'amélioration de leur

capacité de production (gestion du stock des matières organiques, recapitalisation du phosphore du sol). Ces facteurs s'avèrent incontournables dans le cas d'une agriculture productive et durable.

Ainsi, pour atteindre l'objectif global de réduction de la pauvreté et l'amélioration de la sécurité alimentaire dans la région de l'Est du Burkina Faso, le Programme d'Investissement Communautaire en Fertilité Agricole (PICOFA) a inscrit dans sa stratégie un volet Recherche-Action visant à mieux accompagner l'investissement communautaire et à améliorer de la fertilité agricole. La réalisation de ce volet Recherche-Action est assurée par un Consortium d'instituts avec à sa tête l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).

A cet effet, des tests d'adaptation et d'adoption de technologies de GIFS (gestion intégrée de la fertilité des sols) sont conduits depuis l'année 2007 dans 20 villages de l'Est repartis sur les 5 provinces. L'objectif de cette démarche est de :

1. Tester une centaine de technologies prometteuses sélectionnées en collaboration avec les paysans impliqués, pour les céréales: engrais, phosphates naturels et matière organique, DRS, CES, introduction de nouvelles variétés prometteuses ;
2. Former les producteurs pour une gestion durable des ressources naturelles (CES, DRS, biodiversité, composts).

Les résultats obtenus en 2007 dans une situation de pluviosité relativement déficitaire et mal répartie méritaient d'être poursuivis en 2008 pour confirmer ou infirmer lesdits résultats dans les mêmes villages.

La présente étude s'inscrit dans ce cadre avec pour thème : « **Evaluation de l'impact agronomique de technologies de gestion de la fertilité des sols dans trois zones agro-climatiques de la région Est du Burkina Faso** ». Elle a pour objectif principal de suivre les tests de confirmation des technologies probantes dans les trois zones agro-climatiques de l'Est. De façon spécifique, l'étude cherche à :

- évaluer l'impact agronomique des technologies sur les principales cultures de l'Est (sorgho, mil, maïs, niébé, arachide) ;
- comparer les rendements agricoles que peuvent donner les différentes technologies probantes avec ceux des champs du producteur ;
- déterminer l'appréciation des producteurs des technologies probantes.

Pour mener à bien notre investigation, notre étude se fonde sur l'hypothèse suivante : les différentes technologies retenues (Zaï, cordons pierreux, utilisation de l'engrais combinée

à la fumure organique, les systèmes de cultures) améliorent les rendements des cultures par rapport à ceux de la pratique paysanne.

Le présent mémoire comprend deux parties.

La première partie est constituée de la revue bibliographique et la présentation du site de l'étude.

La deuxième partie traite de la méthodologie et des résultats et discussions (tests agronomiques, visites commentées et enquêtes).

PREMIERE PARTIE

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Fertilisation

I.1.1 Définition

La restauration, le maintien de la fertilité des sols et l'augmentation de la production agricole nécessitent la maîtrise d'un certain nombre de techniques telles que la fertilisation et la gestion l'eau. La jachère qui était le moyen traditionnel de restauration de la fertilité des sols, est moins pratiquée à cause de la forte demande en terres cultivables.

La fertilité d'un sol désigne sa capacité à produire durablement des récoltes ayant un rendement élevé et de bonne qualité. Cette capacité repose sur un ensemble de propriétés du sol, telles que la texture, la structure, la profondeur, sa teneur en éléments nutritifs et en humus, ses propriétés d'absorption et ses teneurs éventuelles en éléments toxiques (Falisse et Lambert, 1994). La fertilisation est un ensemble de pratiques culturelles coordonnées ayant pour objectif d'assurer aux plantes cultivées une amélioration correcte pour l'ensemble des éléments nutritifs (Lompo, 2005). Par l'apport de matières fertilisantes (engrais, amendements), la fertilisation a pour but de créer, d'améliorer ou de maintenir les caractéristiques biologiques, physico-chimiques et hydriques du sol. Elle vise aussi à assurer la complémentation la fourniture en éléments nutritifs en provenance du sol.

Il existe, une corrélation positive entre les qualités physiques du sol et la teneur en matière organique (Ouattara, 1994). La baisse de la matière organique dans le sol entraîne une mauvaise structure du sol, limitant la profondeur de l'enracinement (Sedogo et *al.* 1994). Ainsi il en résulte une augmentation du ruissellement et de l'érosion sous toutes les formes. La présence de la matière organique dans le sol permet l'augmentation de la porosité (d'où une meilleure circulation de l'eau), de l'air et un meilleur développement des racines. La matière organique permet une augmentation de la capacité d'échange du sol, la libération des éléments nutritifs contenus dans la matière végétale et la libération des molécules organiques diverses lors de la minéralisation.

Selon Sedogo (1981 et 1993) ; Bationo et Mokwunye, (1991) et Bado et *al.* (1997), une gestion rationnelle des engrais minéraux et des amendements organiques permet d'augmenter les rendements des cultures et de maintenir durablement la fertilité des sols. Pichot et *al.* (1981) et Bado et *al.* (1997) ont démontré l'efficacité parfois spectaculaire des

engrais organiques et minéraux sur les sols pauvres en éléments nutritifs du Burkina Faso. Cependant, les coûts élevés des engrais et l'insuffisance des pluies en sont les principales contraintes. Pour pallier cette situation, la recherche est à pied d'œuvre pour élaborer des formules de fumure à coûts réduits à partir des ressources locales (fumier, Burkina phosphate) et des technologies de collectes et de gestion l'eau. Selon le rapport d'activités du Consortium Recherche-Action du PICOFA (2007), une étude a mis en comparaison des apports de fumures combinés au zaï ou aux demi-lunes en champ paysan d'une part, et d'autre part, différentes formules de fumure pour déterminer la meilleure combinaison phosphate naturel-phosphate soluble. Cette étude est basée essentiellement sur des aspects agronomiques, par l'évaluation des rendements des cultures du sorgho et du niébé. Les résultats obtenus ont conduit le Consortium à recommander l'utilisation des phosphates naturels avec apport supplémentaire de phosphate soluble et de la matière organique.

L'utilisation des engrais chimiques et de la matière organique (fumier, compost, résidus de récoltes) compense non seulement les pertes en éléments nutritifs comme l'azote et le soufre, mais aussi les teneurs en MOS essentielles pour les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

La progression de la dégradation des sols ne menace pas seulement l'alimentation de la population mondiale, elle favorise également les changements climatiques au niveau du globe. En effet, la matière organique des sols constitue un réservoir important de dioxyde de carbone (CO₂) or l'exploitation non durable des sols détruit la matière organique qui libère le CO₂, qui est un gaz à effet de serre.

I.1.2 Fertilisation organo-minérale

L'engrais minéral améliore les rendements, mais pour une courte période de 3ans maximum (Bado, 1994). L'engrais minéral seul n'est pas suffisant et n'est pas recommandé pour une production à long terme car il conduit à l'acidification des sols (Bado *et al.*, 1994). Un complément de fumure organique est nécessaire pour éviter une forte baisse du carbone du sol et sa capacité d'échange cationique (CEC). Par contre le fumier et les autres sources de matière organique, tout en permettant d'améliorer les teneurs en carbone des sols ainsi que leur CEC, améliorent l'efficacité des engrais minéraux tout en atténuant les effets acidifiants de ces engrais minéraux (Sedogo, 1981 ; Bado, 1994). Mais la matière organique seule ne suffit pas pour garantir une stabilité des rendements. Elle retarde la baisse des rendements tout

comme si elle retardait l'évolution des processus chimiques observés avec l'engrais minéral. La matière organique ne peut bloquer tout l'aluminium échangeable qui pourrait à long terme provoquer la baisse des rendements (Diallo, 2002).

Le maintien ou l'augmentation des rendements à un niveau élevé et à moindre coût dans une agriculture intensive, passe par des apports combinés de fumures organique et minérale (Sédogo, 1981). En effet, cette utilisation conjointe permet d'améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol. Aussi pourra-t-elle augmenter les rendements (Bado *et al.*, 1991) et par conséquent réduire le coût de la fertilisation.

Avec un dispositif de longue durée (9ans) étudiant les effets des fumures à long terme sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso, Bado *et al.* (1991) ont remarqué que l'utilisation de l'engrais minéral seul entraîne une baisse du carbone organique d'environ 50%. Chotte *et al.* (1990) remarquent aussi que l'engrais minéral combiné avec le fumier n'entraîne qu'une perte de 25% du stock organique du sol. La fumure minérale diminue le calcium et le magnésium échangeable du sol alors que la fumure organo-minérale ne diminue que le magnésium échangeable du sol (Bado *et al.*, 1991). L'apport des matières organiques transformées (fumier) contribue à maintenir le niveau d'azote mobilisé du sol ; et l'efficacité de l'engrais va dépendre de ce niveau (Ganry, 1990)

Des apports de fumier de 5t/ha/2ans au moins, dans un lixisol du centre du Burkina Faso, ont un effet positif sur la fraction organique grossière qui est le siège des processus de minéralisation (Sédogo, 1981 ; GRN/SP, 1999; Bado, 1994). L'apport du fumier à doses moyennes (7,3 t/ha) et fortes (12,8 t/ha) en apport unique pour 4 ans limitent les baisses de carbone, atténuent l'acidification et diminuent les teneurs en aluminium échangeable dans un ferralsol de l'Ouest du pays (GRN/SP, 1999). Ces doses augmentent les teneurs en azote total hydrolysable du sol notamment la fraction non distillable d'origine microbienne (GRN/SP, 1999).

I.2 Quelques techniques de récupération des sols dégradés

I.2.1 Pratiques agro forestières

La présence des arbres dans les champs joue un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols. Les racines permettent la modification de la porosité du sol et de ce fait jouent un rôle déterminant dans l'infiltration de l'eau (Ganaba, 1994). L'arbre est élément important du cycle biogéochimique. L'analyse de la densité des arbres peut permettre de

connaître leur contribution à la fertilité et à la conservation des eaux et des sols des champs. Le fait que les populations possèdent une tradition d'intégration de l'arbre dans les champs constitue un atout important que les programmes de fertilisation peuvent exploiter pour améliorer les performances du système agroforestier.

I.2.2 Ouvrages anti-érosifs

Les techniques biologiques ne permettent pas de résoudre tous les problèmes de Conservation des eaux et des Sols dès que la pluviosité devient insuffisante pour permettre la mise en place d'une couverture végétale. Il est alors indispensable d'envisager de nouvelles techniques nécessitant des aménagements. Ces techniques doivent permettre une réduction de l'érosion des sols et un contrôle du ruissellement de l'eau.

Les ouvrages anti-érosifs sont des aménagements réalisés pour lutter contre l'érosion hydrique et/ou éolienne. Au Burkina Faso, les ouvrages couramment rencontrés sont les digues filtrantes, les cordons pierreux, les demi-lunes, le zaï, les sillons cloisonnés, le sous-solage et le scarifiage avec parfois des associations d'ouvrages sur le même site. Mais nous nous intéresserons particulièrement aux cordons pierreux, aux demi-lunes et au zaï.

Les cordons pierreux (Photo 2) sont des ouvrages confectionnés avec des moellons de latérites ou de pierres disposées suivant les courbes de niveau et décrits par Roose *et al.*, (1992); Kaboré (1996), Hien *et al.*, (2004).

Le rôle des cordons pierreux est de contribuer à dissiper les eaux de ruissellement, augmenter l'infiltration des eaux de pluies, réduire l'érosion hydrique, conserver et améliorer la fertilité des sols. Il est une nécessité d'accompagner les aménagements des cordons pierreux d'un apport de fertilisants (Zougmore *et al.*, 2002) et il faut aussi procéder à la végétalisation des cordons pierreux, travailler le sol toujours parallèlement aux courbes de niveau et prévoir des pistes et des déversoirs pour les cordons assez longs supérieurs à 100 m.

Les demi-lunes (Photo 3) sont des ouvrages réalisés par la charrue *Delphine*. Le travail du sol comprend un sous-solage en profondeur de 40 à 60 cm et la confection de micro-bassins en forme de croissants ou demi-lunes (Zoubga, 2002, Hien *et al.*, 2004). Comme la technique de zaï (Roose *et al.*, 1999) la demi-lune collectionne l'eau, augmente l'infiltration et le stock d'eau du sol.

Le nombre de demi-lunes peut varier par hectare en fonction des dimensions de ces aménagements. Pour un écart moyen de 5,75 m mesuré entre les lignes de demi-lunes, une

longueur moyenne de la cuvette de 6,5 m et une largeur extérieure de 1,2 m le nombre estimatif des cuvettes est d'environ 240 par ha (Ganaba, 2005). Si les demi-lunes ont un diamètre de 4m; l'espacement entre deux demi-lunes sur la même ligne de 2m et de 4m entre deux demi-lunes successives alors on peut réaliser 417 demi-lunes par hectare (Zougmore *et al.*, 2003)

Le stade ultime de la dégradation du sol consécutive à l'aridification est l'apparition de terres dénudées quasi-imperméables et localement stériles appelés *zippellé* (Zougmore *et al.*, 1995). Pour réhabiliter ces terres dégradées, des producteurs ont mis au point la technique de *zaï* (Photo 1). C'est une méthode de culture en poquets réalisée manuellement à l'aide de pioche sur les *zippellé* (Roose *et al.*, 1993). Actuellement la recherche a mis en place le décompacteur pouvant mécaniser le *zaï* en traction bovine ou en traction motorisée. Sur le plan agronomique, cette technique endogène du Nord de Burkina a fait ses preuves dans la région (Reij *et al.*, 1996) et commence à gagner l'intérieur du pays, à la faveur des projets d'appui du secteur agricole. Sa pratique contribue à lutter contre les effets néfastes de la sécheresse sur les cultures en augmentant la capacité de rétention en eau du sol. La gestion de l'eau a aussi des effets positifs sur le stock du fumier qui est préservé de l'érosion. La réalisation des trous de *zaï* est fonction de la densité des semis de la culture: sorgho 0,80m x 0,40m; mil 0,60m x 0,60m. Yougbaré (2008) estime que l'association *zaï* et cordons pierreux ou autre forme de traitement tel que *zaï* et diguettes permettent d'améliorer les performances de stockage de l'eau sur les terrains aménagés en *zaï*.

Photo 1 : zaï manuel

MENTION ASSEZ-BIEN



Photo 2 : cordons pierreux



Photo 3 : demi-lunes



NB. Les photos 1, 2 et 3 ont pour source : Zougmore (2005) cité par Yougbaré Hadraogo, 2008.

Chapitre II : Présentation du site de l'étude

II.1. Milieu humain

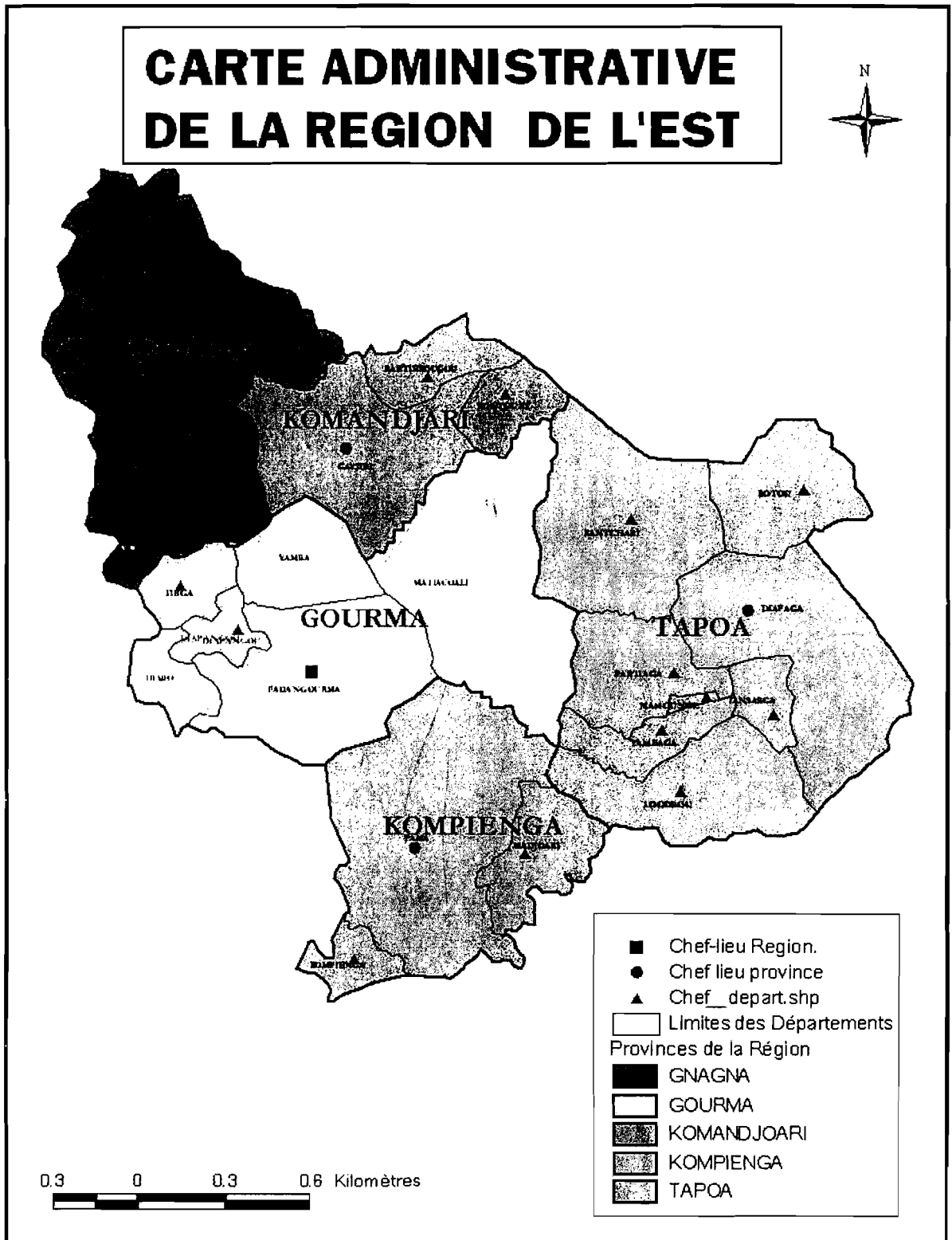
II.1.1 Situation administrative et population

La région de l'Est, est située entre les parallèles 11° et 13° 30' Nord. La région est limitée au nord par la région du Sahel et la région du Centre Nord, à l'ouest par la région du Centre Est, au sud par le Togo et Bénin et à l'est et le nord-est par le Niger

La région administrative de l'Est couvre une superficie de 46 256 km², soit 17 % du territoire national. Elle compte cinq provinces (Komandjari, Kompienga, Gnagna, Gourma et Tapoa), 27 communes rurales et 806 villages (Annexe 6). La population, estimée en 2003 à 1 024 000 d'habitants est passée à 1 113 436 habitants en 2005 (DRED, 2005) et à 1 209 399 habitants en 2006 avec une densité moyenne de 26 habitants par Km² (RGPH, 2006).

La population autochtone, majoritaire, est composée de Gourmantchés qui sont les détenteurs des droits fonciers coutumiers. Les autres groupes principaux sont les Peuhls, installés de longue date et les Mossi dont un grand nombre est issu d'un courant récent d'immigration, toujours en cours. Le flux migratoire est si important que l'on puisse craindre que la région soit fortement peuplée dans les prochaines années.

Carte 1 : carte administrative de la région de l'Est



II.1.2 Activités socio-économiques

L'agriculture et l'élevage constituent les deux principales activités qui occupent environ 80% des populations rurales et constituent les principales sources de revenus. Les principales cultures vivrières de la région sont : le mil, le sorgho, le maïs, le riz, l'arachide, le niébé et le coton. Malgré la disponibilité de la main d'œuvre, la région de l'Est vit dans une insuffisance alimentaire car les productions restent très faibles (Tableau1).

Troisième région d'élevage du pays, l'Est possède un capital en cheptel très important élevé majoritairement en systèmes extensifs (PICOFA, 2006). Trois systèmes d'élevage coexistent. Ce sont : (i) l'élevage transhumant; (ii) l'élevage extensif sédentaire, estimé à environ 1 bovin, 1ovin et 1,5 caprin par habitant. ; (iii) l'élevage fermier, encore très marginal et très lié à la culture attelée pour les bovins et à l'élevage d'ovins, souvent par les femmes. La transhumance se présente sous deux formes : une transhumance de petite envergure vers les aires protégées et une transhumance de grande envergure en direction du Bénin et du Togo.

Tableau 1 : Bilans céréaliers de 2005-2006 à 2008-2009

Province	Campagnes	Population	Besoins (190 kg/pers/an) T	Productions brutes (tonnes)	Disponibles (tonnes)	Déficit ou excédent	Taux de couverture %
GNAGNA	2005-2006	393624	74789	105045	88672	+13886	119%
	2006-2007	404292	76815	73793	60774	- 16041	79%
	2007-2008	423394	80445	92097	77622	- 72723	80%
	2008-2009	447621	85048	108735	94407	+9359	111%
GOURMA	2005-2006	393624	74789	105045	88672	+13883	119%
	2006 - 2007	269930	51287	72601	61620	+10333	71%
	2007-2008	317573	60339	58759	49447	-10892	82%
	2008-2009	340090	64617	69364	60563	+54117	94%
KOMONDJARI	2005-2006	275950	52430	64450	54652	+2222	104%
	2006-2007	62973	11985	9638	8192	-3793	68%
	2007-2008	85121	16173	8614	7200	-8973	59%
	2008-2009	92142	17507	110031	9740	- 7767	56
KOMPIENGA	2005-2006	61629	11710	12111	10295	- 1415	88%
	2006-2007	69213	13151	18843	15303	+2152	116%
	2007-2008	82165	15611	12270	9922	- 5689	44%
	2008-2009	92955	17662	15301	13778	-3884	78
TAPOA	2005-2006	65730	12489	15789	13335	+ 846	107%
	2006-2007	338 303	13151	15558	12678	- 473	98%
	2007-2008	359 292	68265	80108	67758	- 507	119%
	2008-2009	386531	73441	90493	80166	+ 6725	109
Région	2005-2006	1 117 398	212306	277854	235186	+ 22880	111%
	2006-2007	1150731	220639	233875	197093	- 23546	90%
	2007-2008	1 267 546	240834	255660	215160	- 25674	89%
	2008-2009	1359339	258275	294924	258654	+ 379	100,1%

Source : DRARH-Est, (2009)

II.1.3 Structures d'appui et de promotion rurale

Les structures d'appui et de promotion du monde rurale entreprennent des actions visant à l'amélioration du niveau de vie des populations les plus touchées surtout les femmes et les jeunes (Tableau 2). Ces actions concernent les domaines divers du développement notamment les productions agricoles, animale et forestière, l'adaptation et l'adoption des technologies appropriées.

Tableau 2 : Projets et Programmes par zone dans la région de l'Est

Acteurs	Domaines	Zone	Période
ADELE	Développement local	Région	
PDL/PB	Développement local	Gnagna	
PDLKom	Développement local	Kompienga	
PDLK	Développement local	Komandjari	
PADL	Développement local	Tapoa	
PO/OPA Kompienga (FAO, Belgique)	Appui aux organisations paysannes dans le cadre de la sécurité alimentaire et de la décentralisation	Kompienga	2002-2005
PNGT II (FIDA, IDA, PB, Dk)	Développement des capacités en organisation et gestion des villages et groupe de villages Amélioration des conditions de vie par les investissements productifs et des infrastructures socio-économiques Préservation et restauration des ressources naturelles	Gnagna Gourma Kompienga	2001-2006
PPB/Est (BID BADEA)	Développement agricole en aval des petits barrages à l'Est Développement local	Gourma	
PAH/Liptako (BOAD)	Aménagement hydraulique (retenues d'eau, hydroagricole, pisciculture) Elevage	Gnagna	2003-2007
PPG/Bagré- Kompienga (FAO)	Cogestion des pêcheries	Kompienga	2003-2006
PDA (GTZ-KfW, DED)	Lutte contre la pauvreté	Région	2004-2007
ECOPAS	Conservation du parc régional W	Tapoa	2001-2008
WAP/UICN	Conservation du système des aires protégées	Gourma Tapoa Kompienga	
PAUCOF	Appui aux Unités de Conservation de la Faune	Région	
SOCOMA	Encadrement technique des producteurs de coton Développement de la filière	Région	Permanent

Source : DRED, (2004)

II.2 Milieu physique

La région de l'Est se présente au plan phytogéographique comme une aire de transition entre la zone soudanienne au Sud et la zone sahélienne au Nord. Un zonage agro-écologique effectué en 1993 sur la base de critères climatiques, agricoles, pédologiques, humains, de l'état des formations végétales et des ressources naturelles avait permis de déterminer trois zones agro-écologiques dans la région. Ce sont :

- la zone Nord comprenant les provinces de la Gnagna et de la Komondjari ;
- la zone Centre et Sud regroupant les provinces du Gourma et de la Kompienga ;

- la zone Est représentée par la seule province de la Tapoa. (annexe 3 caractéristiques des zones agro écologiques de la région de l'Est)

II.2.1 Climat

La région de l'Est, étirée entre les parallèles 11° et 13° 30' Nord, est sous la dépendance de climats tropicaux. Dans sa particularité, le climat de la région de l'Est est du type nord-soudanien, avec des précipitations moyennes annuelles de l'ordre de 800 mm (Tableau 1). La saison des pluies s'étend sur trois à cinq mois, de juin en octobre. Dans le détail, on distingue les climats sahéliens arides au Nord de la région et les climats soudanien xériques au Sud (annexe 4).

La région reçoit des précipitations croissantes du Nord vers le Sud/Ouest. Le total pluviométrique annuel passe de 600 à 610 mm dans l'extrême Nord à plus de 1000 mm dans l'extrême Sud/Ouest. Les climats sahéliens reçoivent en moyenne 600 mm/an, les climats soudanien se développent au-delà des 700 mm (Tableau 2). Le cycle annuel des savanes et des steppes est sous l'étroite dépendance du rythme pluviométrique, plus spécialement de la longueur de la saison sèche et de la distribution des pluies. La nature du sol intervient secondairement

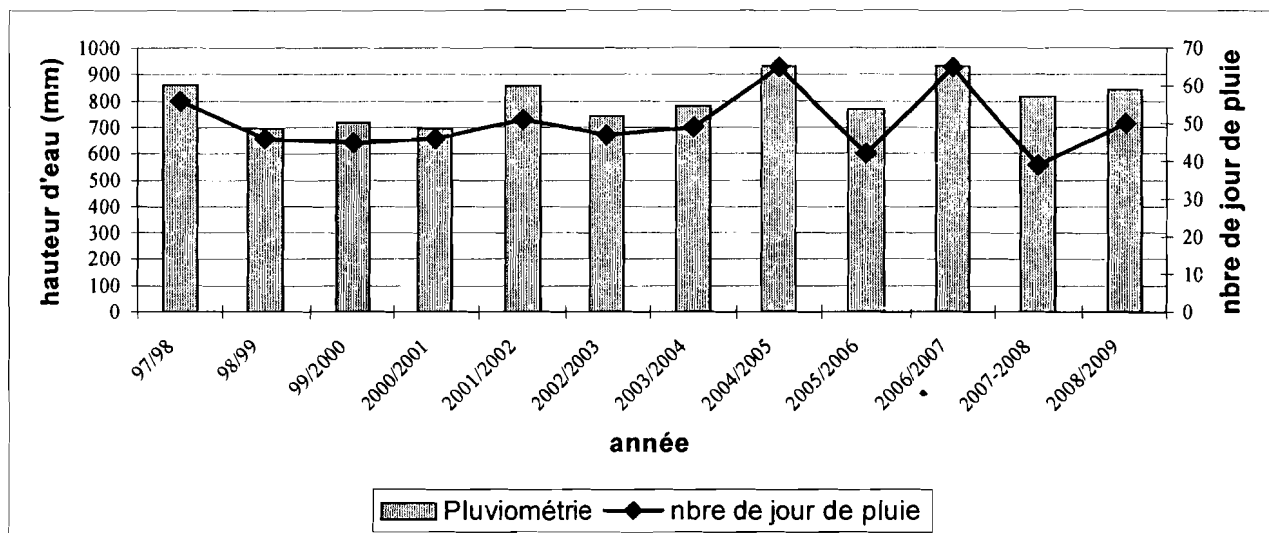


Figure 1 : Pluviosité moyenne des dix dernières années de la région

MENTION ASSEZ-BIEN

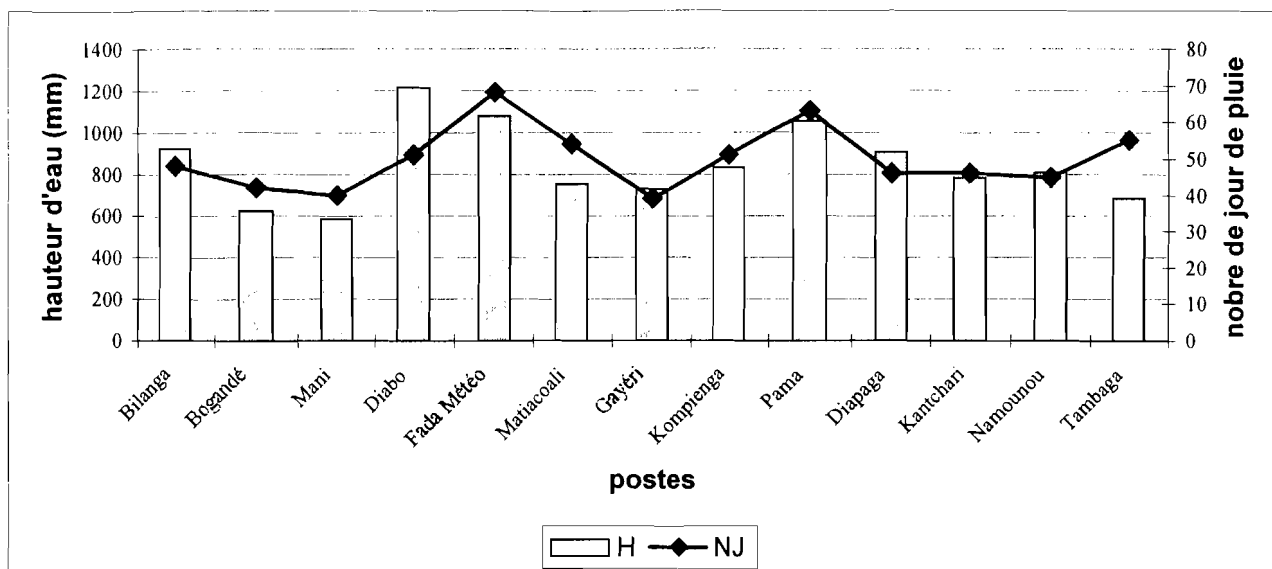


Figure 2 : Pluviosité des différentes postes de la région, campagne 2008/2009

II.2.2 Végétation

La végétation est dominée par la savane qui couvre 90 % du territoire régional. Les potentialités forestières et pastorales y sont énormes, mais leur accès est en partie limité par la présence d'aires protégées (parcs nationaux et réserves) et la progression rapide du front cotonnier.

Les espèces ou les familles les plus communes dans la région sont : *Acacia sp.*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia salicifolia*, *Capparis tomentosa*, *Commiphora africana*, *Dalbergia melanoxylon*, *Grewia sp.*, *Pterocarpus lucens*, *Acacia macrostachya*, *Combretum sp* pour les strates ligneuses. Parmi les herbacés, les espèces les communes sont: *Aristida hordeacea*, *Brachiaria xantholeuca*, *Caralluma dalzielii*, *Cenchrus biflorus*, *Chloris sp.*, *Eragrostis elegantissima*, *Andropogon pseudapricus*, *Elionurus elegans*, *Loudetia togoensis*, *Pennisetum pedicellatum*, *Schizachyrium exile*. Les graminées pérennes sont rares et peu abondantes : *Andropogum gayanus subsp. Bisquamulatus*, *Cymbopogon proximus*, *Cymbopogum giganteus*, *Diheteropogon amplexans*, *Heteropogon contortus*.

Dans le Gourma, le couvert végétal est celui de la zone soudanienne avec des espèces telles que *Parkia biglobosa*, *Sclerocarea birrea*, *Vitellaria paradoxa*.

Dans la Kompienga, les formations végétales sont de type savane arborée, forêts galeries, plages de savane arbustive.

Dans la Gnagna et la Komandjari, la végétation est constituée d'une steppe buissonnante dans les zones de dépressions et de savane arbustive. Il existe un potentiel avec la gomme arabique en abondance à l'état sauvage et très peu exploitée.

Dans la Tapoa, la végétation est faite de savane arbustive et arborée avec par endroits de la forêt galerie.

II.2.4. Types de sols

Selon l'étude de base relative à l'établissement de la situation de référence dans la zone d'intervention du PICOFA ((INERA, 2006) on distingue :

- *Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés* qui sont surtout rencontrés au centre et au sud de la région. Du fait du caractère ancien des matériaux qui les composent, ces sols sont pauvres, avec des teneurs faibles en calcium, potassium et phosphore.
- *Les sols peu évolués d'érosion, sur matériaux gravillonnaires* : Ces sols ont une profondeur insuffisante, avec une faible capacité de rétention en eau. Bien que cultivés dans certaines zones, ces sols doivent être considérés comme impropres à la culture.
- *Les sols bruns tropicaux sur matériaux argileux* (surtout à l'est : Tapoa), ont un potentiel chimique élevé. Ils constituent les meilleurs sols.
- *Les vertisols sur alluvions ou matériaux argileux* (surtout présents au sud) ont une richesse minérale élevée. Cependant, leurs caractéristiques physiques imposent des techniques de mise en valeur particulières : sous-solage à sec et labours motteux périodiques et des engins de forte puissance. Avec des techniques de culture appropriées, ces sols permettent d'obtenir de hauts rendements.
- *Les sols hydromorphes à pseudogley sur matériaux à textures variées*. Ils sont surtout présents dans l'extrême sud-est. Ils se caractérisent par un excès d'eau temporaire.

II.2.5. Risques et menaces dans la région de l'Est

Les problématiques majeures sont liées aux obstacles et barrières qui sont : l'analphabétisme, la faible capacité technique, humaine, financière des structures de développement. Par ailleurs, il y a la pauvreté intrinsèque des sols, l'insécurité foncière, la pauvreté de la population et surtout l'absence d'un schéma d'aménagement du terroir local. Les menaces communes sont la dégradation des sols, la baisse de la fertilité et les conflits liés à l'utilisation des ressources naturelles (Annexe 1). En outre, chaque zone connaît des contraintes spécifiques dont les causes sont diverses (INERA, 2006).

DEUXIEME PARTIE

Chapitre III : Méthodologie

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une étude participative. En effet, elle vise à l'adaptation et à l'adoption des technologies appropriées dans 17 villages de la zone d'action du PICOFA et sélectionnés par le Consortium de Recherche/Action. Pour mener à bien notre investigation sur les technologies, nous avons adopté la démarche suivante :

III.1 Choix des sites

Les tests de pré-vulgarisation couvrent toute la région de l'Est du Burkina Faso dans sa diversité climatique. Ainsi dans chaque zone agro climatique, des villages sont choisis sur la base des critères d'identification du PICOFA : réceptivité des technologies, dynamisme du village, conduite des tests et dans la vie associative. Au total dix sept villages ont été choisis pour la conduite des tests ; ce sont :

- *zone sub-sahélienne (400-600mm/an)*

La zone concerne la province de la **Komandjari (Karimana, Djora)**, et celle de la **Gnagna (Barianga, Kossoudougou, Banga)**.

- *Zone nord-soudanienne (600-900mm/an)*

La zone concerne la province du **Gourma (Tanwalbougou, Nagnoudougou, Koulwoko, Koulga)**

- *Zone sud-soudanienne (>900mm/an)*

La zone concerne la province de la **Tapoa (Fantou, Moredeni, Kotchari, Pentinga)** et celle de la **Kompienga (Pognoa Sankoado, Kpankpage, Kpadiari, Nadiagou)**

III.2 Choix des producteurs

Le choix des producteurs est fait sur la base du volontariat, de la disponibilité des terres de la fumure organique (fumier ou compost), de la main d'œuvre. L'aspect genre et « pauvreté » sont pris en compte. Les producteurs qui sont retenus sont ceux qui ont bien conduit les tests de l'année 2007. Au total cent huit (108) producteurs dans les trois zones agro écologiques ont mis en place et conduit les tests repartis comme suit: 23 producteurs du Gourma, 10 producteurs de la Komandjari, 29 producteurs de la Tapoa, 27 producteurs de la Gnagna et 19 producteurs de la Kompienga.

III.3 Choix des technologies

Les technologies ont été sélectionnées sur la base des demandes des populations identifiées lors des séances de diagnostics participatifs. La mise en place de ces tests a été participative depuis le choix des producteurs, à la préparation des sols et du semis ainsi qu'aux apports des différents fertilisants et des semences. Au total quatre vingt quinze (95) technologies de GIFS sont en train d'être testées et adaptées aux différentes zones pluviométriques à savoir :

- 26 technologies dans zone à faible pluviosité comprise entre 400 et 600 mm, axées sur la Gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) à travers la récupération des terres dégradées avec les techniques de CES/AGF en leur mise en valeur par les systèmes de culture et des formules de fertilisation adaptés)
- 21 technologies dans la zone 2 à pluviosité moyenne (600 – 900) avec des actions de GIFS sur les systèmes de culture/fertilisation et valorisation des terres dégradée en zone aménagée en CES/AGF)
- 48 technologies dans la zone à pluviosité supérieure à 900 mm, basées sur des actions de GIFS sur les systèmes de cultures et modes de fertilisation.

Ces différentes technologies visent spécifiquement à :

- améliorer le savoir faire des producteurs en matière de GIFS par de meilleurs systèmes de culture adaptés à des formules de fertilisation adéquates ;
- tester et adapter les technologies GIFS en vue (i) d'améliorer la fertilité des sols à travers l'augmentation des capacités de rétention en eau et l'amélioration de l'efficacité des fertilisants apportés et (ii) de mieux valoriser le Burkina Phosphate (BP) à travers la recapitalisation du P des sols ;
- améliorer la productivité des terres de façon durable par une maîtrise des techniques de production (Introduction de variétés améliorées et de nouvelles formules de fertilisants, utilisation des techniques d'économie et de gestion de l'eau à la parcelle, maintien de la fertilité des sols par les rotations culturales et les intercroppings et introduction des cultures fourragères à double usage).

III.4 Matériels

III.4.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé, dont les caractéristiques de ces variétés sont résumées Annexe 2, est constitué de céréales et de protéo-oléagineux. Les céréales sont choisies en considérant les préférences des producteurs des différentes zones agro-climatiques.

- **sorgho** : ICSV1049, Kapelga, sariasso 11, sariasso 14
- **mil** : IKMP5, IKMV8201
- **maïs** : espoir, FBC6
- **niébé** : kvx 61-1, kvx745-11P
- **arachide** : Te3, E104
- **coton** : FK37

III.4.2 Fumures

III.4.2.1 Fumure organique

La fumure organique qui est utilisée est du fumier ou du compost. La dose à apporter est de 5 tonnes à l'hectare. La fumure organique a été produite par le producteur expérimentateur.

III.4.2.2 Fumure minérale

Les engrais minéraux utilisés sont : l'urée à 46%N, le NPK (14-23-14-6S-1B) et le Burkina Phosphate (25,3% P₂O₅). Les engrais minéraux ont été fournis aux producteurs par le Consortium.

Les semences sont fournies aux producteurs expérimentateurs par le Consortium pour des raisons de maîtrise de leur qualité.

III.5 Méthode

Pour mener à bien notre investigation sur les technologies, nous avons procédé premièrement par une approche basée sur des tests agronomiques, deuxièmement par une organisation des visites commentées et enfin par une enquête sur la notation des différents stades phénologiques par les producteurs eux-mêmes.

III.5.1 Tests agronomiques

Les tests agronomiques visent à évaluer :

- l'impact agronomique des formules de fumures à base de fumier et de Burkina Phosphate (BP) sur les rendements des principales cultures (niébé, arachide, mil, maïs, sorgho);

- l'impact pédologique des formules à base de fumier et de BP sur la recapitalisation du phosphore des sols (P capital et du P agricole) et ;
- la capacité de production des sols par les nouvelles techniques culturales (rotation, association/ intercropping).

III.5.1.1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué de blocs dispersés dans toutes les trois zones agro-climatiques de l'Est. Il est composé de quatre (4) à six (6) parcelles élémentaires par producteur. Il n'y a pas de répétitions au niveau de chaque producteur mais chacun d'eux est considéré comme une répétition dans l'espace. Chaque producteur a reconduit les technologies retenues et des témoins qui leurs sont propres. Les parcelles sont séparées par des allées de 2m. La superficie des parcelles élémentaires va de 225m² (15m x 15m) à 450m² (30m x 15m) selon la technologie (Tableau 3). Chaque parcelle élémentaire correspond à un traitement. Dans les pratiques paysannes, nous avons posé des carrés de rendement. Trois carrés de rendement ont été posés sur la première diagonale et deux autres sur la deuxième. Au total cinq carrés de cinq mètres de coté chacun ont été posé dans chaque champ.

Tableau 3 : Dimension des parcelles par traitement

Village	Superficie par parcelle élémentaire	Dimension des cultures ou traitements
Kalimana, Djora	15 m x 15 m = 225 m ² .	Les cultures dans les technologies 1 et 6 se divisent la parcelle en 2 soit 7,5m x 7,5m = 112,5 m ² chacune
Barianga	15 m x 15 m = 225 m ² .	Les cultures dans toutes les technologies se divisent la parcelle en 2 soit 7,5 x 7,5 = 112,5 m ² chacune.
Kossoudougou Nagnoundougou Nadiagou	22 m x 16 m = 352 m ²	Chaque traitement principal sera développé sur une parcelle de 22 m x 16 m = 352 m ² .
Banga ; Koulga Koulhoko Fantou ; Peninga	15 m x 15 m = 225 m ²	Les cultures des technologies 2, 3, 4 et 6 se divisent la parcelle en 2 soit 7,5 x 7,5 = 112,5 m ² chacune Celles des technologies 1 (mil ou sorgho) et 5 (arachide ou niébé) occupent toute la parcelle.
Tanwalbougou	15 m x 15 m = 225 m ² .	Le mil en technologie 1 et 2 occupera pour chaque traitement 90 m ² et le niébé 135 m ² Les cultures dans les technologies 3 et 4 et 5 se divisent la parcelle en 2 soit 7,5 x 7,5 = 112,5 m ² chacune
Morideni	15 m x 15 m = 225 m ² .	Les cultures des technologies 1, 2, 3 et 4 se divisent la parcelle en 2 soit 7,5 x 7,5 = 112,5 m ² chacune
Kotchari, Kpadiari	30 m x 15 m = 450 m ² .	Les cultures des technologies 1, 2, 3 et 4 se divisent la parcelle en 2 soit 15x15m = 225 m ² chacune
Pognoa-Sankoado	30 m x 15 m = 450 m ² .	Les cultures de la technologie 6 se divisent la parcelle en 2 soit 15x15m = 225 m ² chacune
Kapangpaga	15 m x 15 m = 225 m ² .	Les cultures dans les technologies se divisent la parcelle en 2 soit 7,5 x 7,5 = 112,5 m ² chacune. Les associations sont 2 lignes de pastèques par parcelle

Figure 3 : Plan de masse pour le système de culture association / rotation céréale - légumineuse

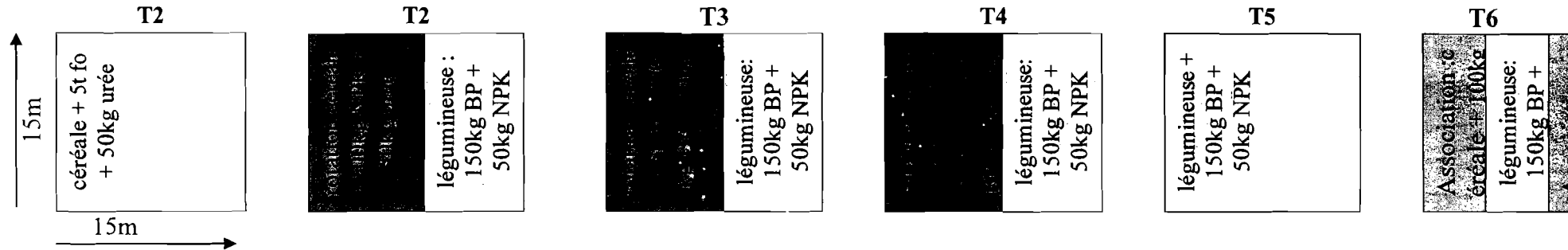


Figure 4 : Plan de masse pour le système de culture association/ rotation mil hâtif local ou mil amélioré - niébé

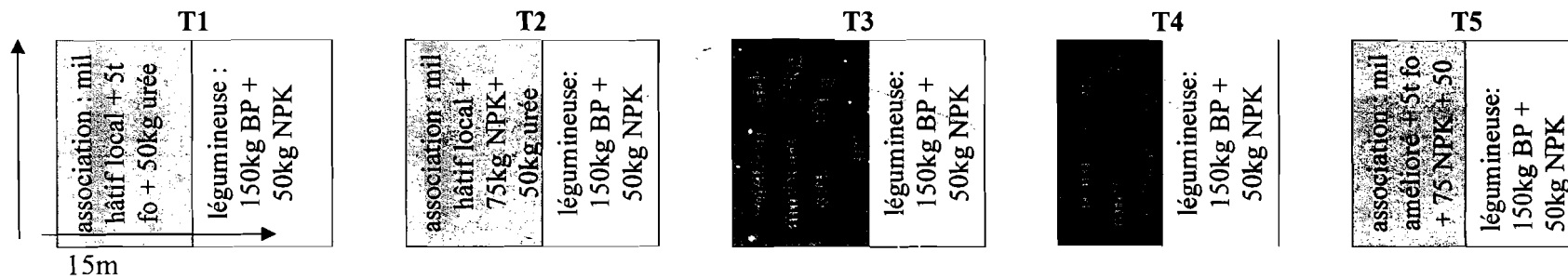
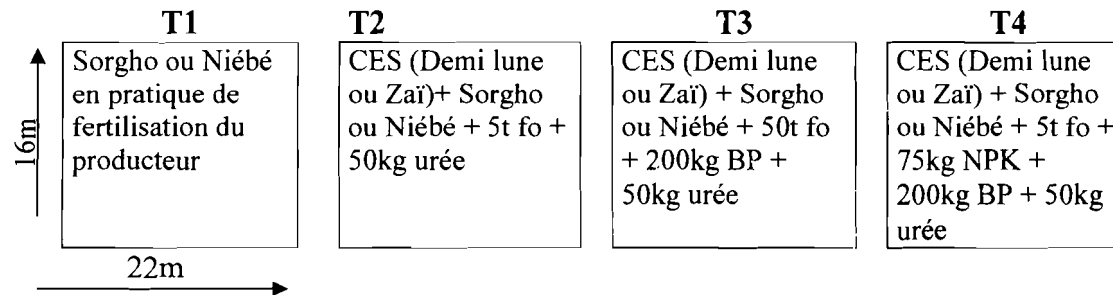


Figure 5 : Plan de masse pour la culture du sorgho avec les techniques DRS/CES



III.5.1.2 Suivi des tests

Toutes les opérations culturales sont faites par le producteur lui-même sous la supervision des techniciens dans le souci de respecter l'itinéraire technique des cultures. Des équipes viennent en appui aux techniciens.

a) Préparation de sol, semis et apport d'engrais

Toutes les parcelles sont labourées à plat à la traction bovine. Les variétés sont semées aux écartements suivant les recommandations techniques de l'INERA :

- le maïs, le mil, le sorgho et le niébé sont semés sur 80 cm x 40 cm
- et l'arachide sur 40 cm x 15 cm

Les doses des engrais minéraux sont calculées sur la base des besoins de chaque culture. L'urée est apportée en deux (2) fractions dont la première moitié d'engrais 15 JAS suivi d'un enfouissement par sarclo-binage. La deuxième moitié est apportée 45 JAS suivi d'un buttage.

Le NPK et le BP sont apportés en même temps que le premier apport de l'urée.

Les différents engrais sont appliqués manuellement près des poquets (épandage en ligne) et séparément.

b) Récolte

La récolte a concerné la superficie de chaque parcelle élémentaire. Deux lignes en bordures de la parcelle et deux poquets en bordures de chaque ligne n'ont pas été récoltés pour éliminer les effets de bordures. Les récoltes ont été faites en séparant les épis des pailles. Les épis, panicules ou gousses ont été séchés au soleil et conditionnés dans des sacs de 100kg. Les poids des épis et des grains ont été pris à l'aide d'un peson.

III.5.2 Visites commentées

Les visites commentées ont été organisées dans chaque zone agro-climatique. Elles visent la promotion des technologies GIFS par la formation des producteurs dans les dix sept villages de la zone d'action du PICOFA et sélectionnés par le Consortium de recherche/action. De façon spécifique, l'objet des visites commentées est une évaluation avec les partenaires (producteurs, services techniques, chercheurs, partenaires au développement, PICOFA, Consortium) de quelques résultats expressifs des tests.

Dans chaque province, deux villages ont été choisis selon les termes de référence (TDR) pour l'organisation des visites commentées. Dans chaque village retenu, quatre producteurs ont été choisis pour la présentation de leurs champs. Les critères de choix de ces producteurs

sont principalement la réussite de l'itinéraire technique, la propreté des champs et l'accessibilité du champ à cette période. Dans la province de la Gnagan, les villages retenus sont Kossoudougou et Dassari. Les villages du Gourma sont Tanwalbougou et Koulga ; ceux de la Komandjari sont le village de Djoira et celui de kalimama. A Kompienga, les villages retenus sont Pognoa-Sankoado et Kpankpa; les villages de la Tapoa sont Peninga et Kotchari

III.5.3 Enquêtes

Pour l'évaluation participative des technologies GIFS, une enquête basée sur une interview structurée a été conduite auprès de chaque producteur ou par groupe de producteurs ayant conduit les tests.

Une fiche de collecte de données a été utilisée. Cette dernière a utilisé la méthode de la notation matricielle élaborée par Lompo (2004) et a consisté à une discussion avec le producteur sur les formules de fumures qu'il a pratiquées. L'objectif étant de recueillir l'appréciation des producteurs sur les formules de fumure (avantages et difficultés) et leurs effets sur les différents stades phénologiques des cultures.

Il s'agit pour le producteur ou le groupe de producteurs de donner des notes aux différents attributs ou caractéristiques des formules de fumures (germination, levée, croissance, floraison/épiaison, rendement).

Ces cotations ou notes permettent ensuite de calculer la probabilité d'acceptation d'une ou de plusieurs formules de fumures par les producteurs expérimentateurs. Ce qui traduit la performance et les préférences portées sur les formules de fumures en test.

Les villages retenus pour les visites commentées ont été les villages dans lesquels les enquêtes ont été conduites. Les enquêtes ont concerné l'ensemble des producteurs expérimentateurs de ces villages. L'interview a été administrée soit individuellement soit par groupe de quatre producteurs selon leur disponibilité.

III.6 Analyses statistiques

Le logiciel EXCEL et SPSS version12 ont été utilisés pour le traitement des données calcul des rendements.

La comparaison des moyennes est effectuée par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%. L'impact des techniques de CES, les effets de la fumure organique, les effets de

fumures minérales, les effets combinés fumures organiques et techniques de CES, fumures organiques et fumures minérales ont constitué les variables de l'analyse.

Pour les paramètres de rendements, les variables de l'analyse ont été le rendement en grain, en tige et en panicule.

Chapitre IV : Résultats et Discussion des tests agronomiques.

L'indisponibilité de certains producteurs et la pression des animaux n'ont pas permis d'avoir tous les poids de paille ou fane. De même, certains champs ont été déclassés pour plusieurs raisons qui sont : (i) enherbement des champs surtout dans la province de la Kompiénga ; (ii) récoltes des parcelles par les producteurs en l'absence des techniciens et mélange des produits ; (iii) prélèvements faits sur les produits (niébé) à des fins de consommation ; (iv) attaques et pourritures importantes de sorgho ; (v) échaudage du mil dans le Gourma.

Notons que les producteurs ont refusé de tester les technologies sur le cotonnier. D'une part, ils sont déçus de la culture du cotonnier, et d'autre part, qu'ils ont exigé que le Consortium se porte garant de l'enlèvement du coton. Le cotonnier a donc été remplacé par le maïs.

NB. Dans tous les tableaux ci-dessous, les rendements sont présentés en kg/ha

IV.1 Zone sub-sahélienne (400 – 600 mm)

Actions GIFS par la récupération des terres dégradées avec les techniques de CES/AGF en leur mise en valeur par les systèmes de culture et des formules de fertilisation adaptés

IV.1.1 Résultats

IV.1.1.1 Effets des formules sur l'association/rotation mil-niébé

Système de culture : association mil hâtif local*niébé : témoin
rotation mil amélioré IKMV8201 – niébé amélioré Kvx 61-1
association mil amélioré*niébé amélioré (50 %)

- T1** : association : mil hâtif local + 5t fo + 50kg urée
niébé amélioré + 150kg BP + 50kg NPK
- T2** : association : mil hâtif local + 75kg NPK+ 50kg urée
niébé amélioré + 150kg BP + 50kg NPK
- T3** : rotation : mil amélioré + 75kg NPK + 50kg urée
niébé amélioré + 150kg BP + 50kg NPK
- T4** : rotation : mil amélioré + 5t fo + 200kg BP + 50kg urée
niébé amélioré + 150kg BP + 50kg NPK.
- T5** : association : mil amélioré) + 5t fo + 75 NPK + 50 urée
niébé amélioré + 150kg BP + 50kg NPK.

ATTENTION ASSEZ-BIEN

Pour l'année 2008, le mil a été remplacé par le niébé et vice-versa pour toutes les technologies.

Tableau 4 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-niébé

technologies	rendement épis	rendement grain mil	rendement paille	rendeme nt gousse	rendement grain niébé	rendement fane
T1	367 ^a	237 ^a	1434 ^a	859 ^a	684 ^a	827 ^a
T2	600 ^b	373 ^a	2062 ^{ab}	919 ^a	894 ^a	1013 ^a
T3	581 ^b	373 ^a	1489 ^a	876 ^a	1179 ^a	1266 ^a
T4	484 ^{ab}	361 ^a	1629 ^b	871 ^a	787 ^a	951 ^a
T5	996 ^c	581 ^b	2323 ^b	1049 ^a	930 ^a	1151 ^a
Ecart-type	237	123	387	78	185	171
signification	HS	S	S	NS	NS	NS

- S : Significatif - HS : hautement significatif - NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Au regard du tableau 4, les conclusions suivantes se dégagent:

- une efficacité de la fumure organo-minérale T5 (fo + NPK + urée) pour le mil amélioré lorsqu'il est en association avec le niébé
- une similitude de production entre le mil hâtif local et le mil amélioré lorsqu'ils sont tous soumis à une même fertilisation minérale (T2 : association mil hâtif local + NPK+ urée et T3 : rotation : mil amélioré + NPK + urée)
- une efficacité de la fumure organo-minérale T4 (fo + BP + urée) qui tend à induire une production équivalente à la fumure exclusivement minérale T3 (NPK +urée) ;
- une faible performance du mil hâtif local lorsqu'il est en culture pure T1 (fo+urée) ;
- une production équivalente du niébé (niébé amélioré + BP + NPK) quel que soit le type d'association ou de rotation ou en culture pure.

On observe que les formules de fumures induisent une différence significative au seuil de 5% sur les rendements épis, grain et paille du mil avec le test de Student-Newman-Keuls. Par contre aucune différence significative n'est pas perceptible sur les rendements gousse, grains et fanes du niébé (tableau 4).

IV.1.1.2 Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

Système de culture : association mil IKMP5*arachide Te3
rotation mil IKMP5 – arachide Te3

T1 = mil + 5t fo + 50kg urée

T2 = rotation : mil + 75kg NPK + 50kg urée
arachide + 150kg BP + 50kg NPK

T3 = rotation : mil + 5t fo + 200kg BP + 50kg urée
arachide + 150kg BP + 50kg NPK

T4 = rotation : mil + 5t fo + 75kg NPK + 200kg BP + 50kg urée
arachide : + 150kg BP + 50kg NPK

T5 = arachide : + 150kg BP + 50kg NPK

T6 = Association mil*arachide.

- Sur chaque deux lignes de mil : 75kg NPK + 50kg urée
- Sur chaque deux lignes d'arachide : 150kg BP + 50kg NPK

Pour l'année 2008, le mil a été remplacé par le niébé et vice-versa pour les technologies 2, 3, 4 et 6.

Tableau 5 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

technologie	rendement épis	rendement grain mil	rendement paille	rendement gousse
T1 (mil + fo + urée)	510 ^a	468 ^a	1645 ^a	
T2 (rotation2)	756 ^a	558 ^{ab}	2331 ^b	1191 ^{ab}
T3 (rotation3)	948 ^{ab}	751 ^{ab}	1410 ^a	1032 ^a
T4 (rotation4)	1048 ^{ab}	862 ^b	3313 ^c	1462 ^{ab}
T5 (arachide pure)				1588 ^b
T6 (association)	1464 ^b	668 ^{ab}	3093 ^c	1393 ^{ab}
Ecart-type	355	155	853	221
signification	S	S	HS	S

- S : Significatif - HS : hautement significatif - NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Du tableau 5, les conclusions suivantes se dégagent :

- une efficacité de la fumure minérale T6 (NPK + urée) pour le mil lorsqu'il est en association avec l'arachide;
- un effet de la fumure organo-minérale T3(fo + BP + urée) qui induit une production équivalente à la même fumure organo-minérale avec adjonction du NPK T4(fo +NPK + BP + urée);

- une faible efficacité de la fumure minérale T2 (NPK+urée) pour le mil lorsqu'il est en rotation avec l'arachide;
- une efficacité de la formule pour les légumineuse lorsque l'arachide est en culture pure et une production statistiquement similaire lorsque l'arachide est cultivé en rotation ou en association avec le mil.

Les différentes formules de fumures proposées induisent une différence significative au seuil de 5% avec le test de Student-Newman-Keuls sur les différents paramètres de rendement du mil et de l'arachide.

IV.1.1.3 Effet des demi-lunes et des fumures sur le sorgho

T1 = Sorgho ou Niébé en pratique de fertilisation du producteur

T2 = CES (Demi lune ou Zaï)+ Sorgho ou Niébé + 5t fo + 50kg urée

T3 = CES (Demi lune ou Zaï) + Sorgho ou Niébé + 5t fo + 200kg BP + 50kg urée

T4 = CES (Demi lune ou Zaï) + Sorgho ou Niébé + 5t fo + 75kg NPK + 200kg BP + 50kg urée

Les producteurs ont conduit la même spéculation que l'année 2007, le sorgho avec les demi –lunes.

Tableau 6 : Effet des demi-lunes et formules de fumures sur le sorgho

CES :Demi-lunes semence : ICSV 1049

Technologie	rendement panicules	rendement grain	rendement paille
T1 (pratique de fertilisation du producteur)	862 ^a	527 ^a	1904 ^a
T2 (1/2 lune + fo +urée)	1759 ^b	1247 ^b	7361 ^b
T3 (1/2lune+fo + BP +urée)	1802 ^b	1300 ^b	7479 ^b
T4 (1/2lune+ fo + NPK + BP +urée)	2501 ^c	1933 ^c	6915 ^b
Ecart-type	671	574	2685
Signification	HS	HS	S

- S : Significatif - HS : hautement significatif - NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Il ressort en général du Tableau 6 les conclusions suivantes :

- une efficacité des demi-lunes par rapport à la pratique paysanne ;
- un effet direct de la fumure organique T2 (fo+urée) qui induit une production équivalente à la fumure T3 (fo+BP+urée);

- Une efficience de la fumure organo-minérale T4 (fo+NPK+BP+Urée) qui induit la meilleure production.

Les différentes formules de fumure proposées induisent une différence significative sur les rendements paille, épis et grain du sorgho.

IV.1.1.4 Effet des CES et des formules sur les rendements du sorgho et du niébé

Système de culture : cp et zaï + association sorgho : ICSV 1049 * Niébé kvx 61-1
Cp et Zaï + rotation sorgho ICSV 1049 - Niébé kvx 61-1 ou niébé 745-11P

T1 = sorgho et niébé en pratique de fertilisation du producteur

T2 = CES (cp et Zaï) + Sorgho + 5t fo + 50kg urée

T3 = CES (cp et Zaï) + Sorgho + 5t fo + 200kg BP + 50kg urée

T4 = CES (cp et Zaï) + Sorgho + 5fo + 75kg NPK + 200kg BP + 50kg urée

T5 = CES (cp et Zaï) + Association sorgho*niébé.

- Sur chaque deux lignes de sorgho : 50kg Urée + 150kg BP + 50kg NPK
- Sur chaque deux lignes de Niébé : 150kg BP + 50kg NPK

T6 = CES (cp et Zaï) + rotation : sorgho amélioré + 100kg NPK + 50kg urée

Niébé amélioré + 150kg BP + 50kg NPK

Pour l'année 2008, le sorgho a été remplacé par le niébé et vice-versa pour les technologies 1, 5 et 6

Tableau 7 : Effet des CES et des formules sur les rendements du sorgho et du niébé

technologies	rendement épis	rendement grain sorgho	rendement paille	rendement gousse	rendement grain niébé
T1	2578 ^{ab}	1630 ^{ab}	3756 ^a	1311 ^a	755 ^a
T2	1867 ^a	1326 ^a	4156 ^a		
T3	2323 ^a	1561 ^{ab}	4889 ^a		
T4	2571 ^{ab}	2011 ^b	5001 ^a		
T5	3244 ^b	3089 ^d	7022 ^b	2377 ^c	1222 ^b
T6	3147 ^b	2467 ^c	6889 ^b	1622 ^b	1111 ^b
Ecart-type	515	661	1374	548	243
signification	HS	HS	S	HS	S

- S : Significatif - HS : hautement significatif - NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

(NB : les fanes du niébé ont été détruites par des termites et chez certains producteurs, elles ont été broutées par des animaux)

Du Tableau 7, les conclusions suivantes se dégagent :

- une efficacité de la fumure T5 (NPK + urée +BP) qui induit le meilleur rendement ;
- l'arrière effet du BP est plus significatif en présence du NPK (T6= NPK + urée) ;
- une efficacité de l'association et de la rotation, les rendements des formules T5 et T6 sont significativement plus élevés par rapport aux rendements des autres formules ;
- la formule T3 (fo +BP+ urée) induit une production équivalente à la pratique paysanne ;
- la formule T2 (fo+urée) induit une production inférieure au témoin.

L'effet des CES combiné à celui des différentes formules de fumure induisent des différences hautement significatives sur les rendements du sorgho et du niébé.

IV.1.2 Discussion

IV.1.2.1 Effets des formules sur l'association/rotation mil-niébé

- Sur le mil

Pour le rendement épis du mil, il existe une différence hautement significative entre les formules T1 (mil hâtif local en association + fo +urée) ; T2 (mil hâtif local en association +NPK +urée) et T5 (mil amélioré en association +fo +NPK +urée). Le tableau 4 révèle que le mil hâtif local a une faible productivité par rapport à la semence améliorée. Aussi, la fumure organo-minérale T5 améliore mieux le rendement épis. Selon Lompo *et al.* (1993) les fumures organo-minérales permettent d'obtenir des rendements plus ou moins stables et plus élevés que ceux obtenus avec les fumures exclusivement minérales. La différence est significative entre les formules en condition de rotation c'est-à-dire entre les formules T4 (mil amélioré en rotation + fo + BP + urée) et T3 (mil amélioré en rotation + NPK + urée). La formule organo-minérale T3 est plus efficace que la formule minérale même en condition de rotation. Si la T2 connaît un effet plus efficace comparativement à la fumure organo-minérale T3, cela peut s'expliquer par la poche de sécheresse au mois de septembre dans zone de Mani (Barianga) où s'est conduite l'étude. Selon Pieri (1984), même si la fertilisation organo-minérale permet de tamponner les effets climatiques tels le stress hydrique, les températures élevées, il existe des effets pervers des engrais en cas d'alimentation hydrique insuffisante des cultures. Il n'existe pas de différence statistique entre les formules T2 (mil hâtif local en association + NPK + d'urée) et T3 (mil amélioré en rotation + NPK + urée), ce qui relève que le mode de culture du mil (en rotation ou en association avec le niébé) a une moindre importance sur le rendement épis de celui-ci.

Pour le rendement grain, il n'existe pas de différence significative entre les formules T1, T2, T3, T4. Cependant toutes ces formules sont significativement différentes avec la T5. Ce qui élucide la grande importance de l'utilisation d'une fumure organo-minérale combiné aux effets de l'association/rotation dans les systèmes de productions. Le maintien ou l'augmentation des rendements à un niveau élevé et à moindre coût dans une agriculture intense, passe par l'adjonction de la fumure organique à la fumure minérale (Sedogo, 1981). En effet, cette utilisation conjointe permet d'améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol. Aussi pourra t-elle augmenter les rendements (Bado *et al.*,1991) et par conséquent réduire le coût de la fertilisation.

Pour le rendement paille, il n'existe pas de différence statistique entre les formules T1(mil hâtif local en association + fo +urée) et T3(mil amélioré en rotation + NPK + urée). Ce qui signifie que la fumure organique en apport de 5t/ha peut servir de source de libération des éléments nutritifs majeurs NPK pendant deux ans ou que pour une courte durée le NPK peut augmenter le rendement. L'engrais minéral améliore les rendements, mais pour une courte période de 3 ans maximum (Bado, 1994). L'engrais minéral seul n'est pas suffisant et n'est pas recommandé pour une production à long terme. Les formules T4 (mil amélioré + fo + BP + urée) et T5 (mil amélioré+ fo + NPK + urée) ne sont pas significativement différentes entre-elles. Cependant la moyenne arithmétique révèle une importance de production pour la T5, ce qui montre une efficacité du phosphore provenant du NPK par rapport au BP.

- Sur le niébé

Malgré les différents modes de culture, la formule proposée pour le niébé ne connaît pas une variation significative au niveau des traitements. L'effet de la rotation ne s'exprime pas significativement plus que celui de l'association sur les rendements gousse, grain et fanes du niébé dans les différentes formules de fumure T5 et T6. La formule de fumure proposée est la même (150kg BP + 50kg NPK) pour les légumineuses en situation de rotation comme en association. La légumineuse aide la céréale dans la fixation biologique de l'azote sous forme de nitrites

IV.1.2.2 Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

- Sur le mil

Pour le rendement épis du mil, il n'existe pas de différence significative entre les formules T1 (mil + fo + urée) et T2 (mil en rotation + NPK + urée) (Tableau 5). Ce qui

montre qu'en une courte période de deux ans, la fumure minérale (NPK+ urée) combinée à l'effet de rotation avec une légumineuse (arachide) peut induire le même potentiel de production que la fumure organo-minérale (fo + urée). Mais pour de nombreux auteurs, une fertilisation exclusivement minérale ne peut pas assurer une production agricole durable (Lompo *et al.*, 1993; Sedogo *et al.*, 1997; Bado *et al.*, 1997a). Les formules T3 (mil en rotation + fo + BP + urée) et T4 (mil en rotation + fo +NPK + BP + urée) restent statistiquement identiques malgré l'adjonction du NPK dans la T4. Cela révèle que la fumure organique et le Burkina phosphate peuvent fournir aux plantes les éléments nutritifs essentiels tels que les éléments N-P-K. Mais Pouya (2008) estime que l'adjonction du NPK à la fumure organo-minérale (fo+BP+urée) peut aider à la solubilisation rapide du BP. Les formules T2 (mil en rotation + NPK + urée) et T6 (mil en association + NPK + urée) montre une différence significative entre elles ; cela met en exergue la différence entre les différents modes de culture avec un intérêt plus déterminant dans le cas de l'association. En comparant les formules T1 et T6, la différence significative entre ces formules montre que, en cette deuxième année de culture, l'effet combinée de la fumure minérale et de l'association améliore mieux le rendement que la fertilisation organique en culture pure. Les engrais minéraux seuls ne sont pas suffisants et ne sont pas recommandés pour une production à long terme. Ils peuvent à long terme entraîner l'apparition des ions aluminiums (Bado, 1994).

Pour le rendement grain du mil, il existe une différence significative entre le mil en culture pure T1 (mil + fo + urée) et toutes les autres formules impliquant soit les rotations ou associations. Toutes ces formules permettent une augmentation du rendement grain du mil par rapport à T1 qui est la pratique paysanne. Les formules T2 (mil en rotation + NPK + urée), T3 (rotation : mil + fo + BP + urée) et T6 (mil en association+ NPK + urée) ne sont pas significativement différentes. Ce qui signifie que la fumure minérale NPK peut induire le même niveau de production que la fumure organique avec adjonction du BP mais dans une courte durée car à long terme, les engrais minéraux provoquent une acidification (Bado *et al.*, 1994).. Cependant, ce résultat ne permet pas d'apprécier l'effet de la rotation sur le rendement grain par rapport à l'effet de l'association. La formule T4 (mil en rotation + fo +NPK + BP + urée) montre une différence significative par rapport à toutes les autres formules. Cela révèle l'intérêt de l'utilisation de la fumure organo-minérale la plus complète possible.

Pour le rendement paille, les formules T1 et T3 ne montrent pas une différence significative, contrairement aux rendements épis et grain. Cela explique bien le rôle déterminant de l'urée qui est une fumure favorisant la fructification. Les formules T4 et T6 ne

montrent pas une différence significative entre elles dans la production de paille. Pour une courte durée d'exploitation, la fumure minérale peut augmenter la production de la paille comparativement à la fumure organique et quelque fois, l'effet de la fumure minérale NPK est plus déterminant que celui de la fumure organique : cas de la formule T2 qui est significativement différente de toutes les autres formules.

- Sur l'arachide

La formule proposée pour l'arachide montre une certaine variabilité du rendement gousse en fonction du mode de culture. La culture pure de l'arachide permet d'augmenter le rendement gousse plus que les cultures en rotation ou en association. Mais l'effet de la rotation est moins bénéfique que celui de l'association sur le rendement de l'arachide.

IV.1.2.4 Effet des demi-lunes et des fumures sur le sorgho

Au regard du tableau 6, la technique des demi-lunes permet d'améliorer les rendements. Tous les traitements avec demi-lune ont un rendement supérieur à la pratique paysanne. Ces résultats sont en accord avec ceux de Zougmore *et al.* (2003) qui sont parvenu à la même conclusion dans leur étude sur les demi-lunes à Pougyango dans le Nord du Burkina. Notons cependant que, même si le BP (T3) n'induit pas une différence significative avec la formule T2, la différence de moyenne arithmétique révèle une efficacité du BP. La réponse du BP est lente et progressive (Bationo *et al.*,1987). Le phosphate naturel a une action croissante avec le temps (Lompo *et al.*,1994). Bationo *et al.*,(1987) expliquent cette action lente et progressive par deux groupes de facteurs : ceux liés aux caractéristiques intrinsèques des phosphates naturels (minéralogie et cristallogie, composition chimique, finesse du broyage) et ceux dépendant du milieu (type de sol, humidité, acidité, type de spéculatation). Parmi les différentes formules proposées, seule la formule de fumure oragno-minérale T4 a induit une différence hautement significative sur les traitements, et la performance de cette formule se traduit par le meilleur rendement. Alors une gestion rationnelle des engrais minéraux et des amendements organiques permettrait d'augmenter les rendements des cultures et de maintenir durablement la fertilité des sols Sedogo, (1981 et 1993) ; Bationo et Mokwunye, (1991) et Bado *et al.*, (1997). Aussi, des auteurs comme Pichot *et al* (1981) et Bado *et al* (1997) ont démontré l'efficacité parfois spectaculaire des engrais organiques et minéraux sur les sols pauvres en éléments nutritifs du Burkina Faso.

IV.1.2.4 Effet des CES et des formules sur les rendements du sorgho et du niébé

- Sur le sorgho

Pour le rendement épis du sorgho, les techniques de CES (cp et zaï) combinées avec les différentes formules de fumure ont induit un effet hautement significatif. Ce résultat est en accord avec les travaux de Baro et Zougmore (2005) qui, en expérimentant le zaï à Pougyanga dans le Nord du Burkina, ont trouvé que le zaï permettait d'accroître le rendement des cultures par rapport aux grattages simples à la daba qui est la pratique paysanne. Selon les mêmes auteurs, en termes de bénéfices, la technique seule du zaï mécanique permettrait un gain substantiel d'au moins 165 000 francs CFA/ha (Baro et Zougmore, 2005). La pratique du zaï homogénéise les sols traités et sécuriserait de ce fait la production par son efficacité sur la gestion de l'eau, en limitant l'effet néfaste de la sécheresse sur des secteurs localisés du champ. La gestion de l'eau a aussi des effets positifs sur le patrimoine foncier qui est préservé de l'érosion (Baro et Zougmore, 2005). Les formules T2 (fo + urée) et T3 (fo + BP + urée) ont des effets statistiquement identiques. L'efficacité du substrat s'augmente avec l'adjonction du BP [T3 (fo + BP + urée) > T2 (fo + urée)]. Ce résultat rejoint celui de Lompo *et al.* (1994) qui attribue au phosphatage, le rôle améliorateur de la fumure minérale et plus spécifiquement de la fumure organo-minérale. Si la pratique paysanne (témoin) est légèrement supérieure aux fumures organo-minérales T2 (fo + urée) et T3 (fo + BP + urée), cela pourrait s'expliquer par le niveau de fertilisation paysanne dans cette région. Mais il est à noter que les paysans ont préféré très bien fumer leur pratique pour tenter de valoriser leur pratique au détriment des formules proposées par la recherche. Ce résultat explique le rôle fondamental de la fumure organique (à dose importante) dans l'optimisation de la production agricole puisque ces derniers ne possédaient que la fumure organique pour les portions qui leur était réservées. Toujours pour le rendement épis, les formules T5 (NPK+BP+Urée) et T6 (Urée + NPK) sont statistiquement égales entre-elles et significativement différentes des autres. La T4 (fo+ NPK+BP+Urée) a enregistré un rendement épis inférieur aux rendements épis des T5 et T6 et cela montre l'important rôle des modes de cultures (rotation ou association) dans le maintien de la productivité des sols.

Pour le rendement grain, les formules T5 et T6 sont significativement différentes. Cela révèle bien le rôle du NPK dans la fertilisation. Si le rendement grain de la T5 (T6+BP) est supérieur à celui de la T6 (Urée + NPK), ce résultat explique le rôle améliorateur du BP pour les fumures minérales et organo-minérales (Lompo *et al.* 1994). En effet, les grains sont bien pleins donc ont une masse supérieure à la masse des grains de la T6.

Pour le rendement paille du sorgho, les formules T1, T2, T3 et T4 ne sont pas significativement différentes parce que l'urée qui y est ajouté est une fumure de floraison et de fructification. En T5 et T6, le NPK a stimulé davantage la production de la paille.

Pour le rendement gousse comme le rendement grain, la formule proposée par la recherche produit un rendement significativement différent par rapport à la pratique paysanne (T1). Ce qui prouve que les légumineuses exigent de la fumure minérale renforcée du BP pour optimiser les rendements. Le résultat de la T5 par rapport à la T6 montre qu'il est plus productif de pratiquer l'association céréale-légumineuse que la rotation.

IV.2. Zone nord soudanienne (600-900 mm) :

Actions GIFS sur les systèmes de culture/fertilisation et valorisation des terres dégradée en zone aménagée en CES/AGF

IV.2.1 Résultats

IV.2.1.1 Effets des formules sur l'association/rotation sorgho-arachide

Système de culture : association kapelga*arachide Te3
rotation kapelga – arachide Te3

T1 = sorgho + 5t fo + 50kg urée

T2 = rotation sorgho + 100kg NPK + 50kg urée – arachide : + 150kg BP + 50kg NPK.

T3 = rotation sorgho + 5t fo + 200kg BP + 50kg Urée – arachide + 150kg BP + 50kg NPK.

T4 = rotation sorgho + 5t fo + 100kg NPK + 200kg BP + 50kg urée – arachide + 150kg BP + 50kg NPK.

T5 = arachide + 150kg BP + 50kg NPK.

T6 = Association sorgho*arachide.

- Sur chaque deux lignes de sorgho : 100kg NPK + 50kg urée
- Sur chaque deux lignes d'arachide : 150kg BP + 50kg NPK.

Pour l'année 2008, le sorgho a été remplacé par l'arachide et vice-versa pour les technologies 2, 3, 4 et 6.

Tableau 8 : Effets des formules sur l'association/rotation sorgho-arachide

technologie	rendement épis	rendement grain	rendement paille	rendement gousse	rendement fane
T1 fo + urée)	1191 ^b	827 ^c	2580 ^a		
T2 (rotation 2)	1176 ^b	797 ^{bc}	2306 ^a	1363 ^b	717 ^a
T3 (rotation 3)	1111 ^b	767 ^{bc}	2658 ^a	1222 ^{ab}	653 ^a
T4 (rotation4)	894 ^a	624 ^{ab}	1835 ^a	1276 ^{ab}	779 ^a
arachide pure				1036 ^{ab}	600 ^a
T6 (association)	822 ^a	485 ^a	2264 ^a	816 ^a	597 ^a
Ecart-type	169	143	324	218	78
signification	S	HS	NS	S	NS

- S : Significatif

- HS : hautement significatif

- NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Le tableau 8 montre les conclusions suivantes :

- une efficacité de la fumure minérale T1 (fo +urée) pour le sorgho;

- une efficience des rotations pour le mil T3 (fo +BP +urée) et T2 (NPK +urée). Ces formules induisent des rendements statiquement similaires. Pour l'arachide la T2 est plus significative que la T3
- une différence non significative entre les formules sur les rendements grain et paille du sorgho et sur le poids fane de l'arachide.

IV.2.1.2 Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

Système de culture : association mil IKMV8201 – arachide E104
rotation mil IKMV8201 – arachide E104

T1 = mil + 5t fo + 50kg urée

T2 : rotation mil +100kg NPK + 50kg urée – arachide : 150kg BP + 50kg NPK.

T3 : rotation mil + 5t fo + 200 kg BP + 50kg urée – arachide + 150kg BP + 50kg NPK.

T4 = rotation mil + 5t fo + 75kg NPK + 200kg BP + 50kg urée – arachide + 150kg BP + 50kg NPK..

T5 = arachide + 150kg BP + 50kg NPK.

T6 = Association mil*arachide.

- Sur chaque deux lignes de mil : 100kg NPK + 50kg urée
- Sur chaque deux lignes d'arachide : 150kg BP + 50kg NPK.

Pour l'année 2008, le mil a été remplacé par le niébé et vice-versa pour les technologies 2, 3, 4 et 6.

Tableau 9 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

technologie	rendement épis	rendement grain	rendement paille	rendement gousse	rendement fane
T1 (mil pure)	517 ^a	317 ^a	693 ^a		
T2 (rotation 2)	733 ^a	507 ^b	1484 ^b	704 ^a	664 ^a
T3 (rotation 3)	516 ^a	316 ^a	944 ^{ab}	847 ^a	1070 ^c
T4 (rotation 4)	549 ^a	407 ^{ab}	977 ^{ab}	739 ^a	871 ^{abc}
T5 (arachide pure)				683 ^a	926 ^{bc}
T6 (association)	773 ^a	447 ^{ab}	628 ^a	642 ^a	764 ^{ab}
Ecart-type	125	83	337	77	155
signification	NS	S	S	NS	HS

- S : Significatif - HS : hautement significatif - NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Au regard du tableau 9, on peut déduire les conclusions suivantes :

- une efficience de la fumure minérale T2 (NPK+urée) pour le mil ;
- La fumure organo-minérale en situation de rotation T4 (fo +NPK +BP +urée) induit

un rendement grain équivalent à la fumure minérale T6 (NPK+urée) en situation d'association pour le mil, ce rendement est aussi équivalent à celui de T1 (fo+urée), T2 (NPK+urée) et T3 (fo+BP +urée);

- une efficience de la rotation T3 (fo+BP +urée) pour le rendement fane de l'arachide. L'effet de cette rotation est significativement différent de la culture pure (rendement nettement supérieur);
- la rotation avec adjonction de la fumure organique induit un rendement supérieur à celle contenant exclusivement de la fumure minérale ;
- une différence non significative entre les formules sur le poids épis du mil et le poids gousse de l'arachide.

IV.2.2 Discussion

IV.2.2.1 Effets des formules sur l'association/rotation sorgho-arachide

- Sur le sorgho

Les formules de fumure ayant enregistré des rendements faible sont les formules T4 (fo+NPK+BP+Urée) et T6_{association} (NPK+urée). Les formules T1 (fo+urée), T2_{rotation} (NPK+urée) et T3 (fo+BP+urée) sont statistiquement similaires et ces formules ont enregistré des rendements épis meilleurs aux formules T4 et T6. La formule T3 (fo+BP+urée) a enregistré un rendement épis meilleur que la T4 (fo+NPK+BP+Urée) malgré l'adjonction du NPK à celui-ci. Cela révèle que la fumure organique et le Burkina phosphate peuvent fournir aux plantes les éléments nutritifs essentiels tels que les éléments N-P-K. Cependant ce résultat ne semble pas vérifier celui de la zone à pluviosité comprise entre 400 et 600mm et celui de Pouya (2008) qui estimait que l'adjonction du NPK à la fumure organo-minérale (fo+BP+urée) peut aider à la solubilisation rapide du BP. Le BP, pour être efficace (soluble et disponible), exige probablement des conditions pédo-climatiques (pH, humidité etc.) adéquates. Son efficacité est aussi ses caractéristiques intrinsèques : minéralogie, cristallogie, composition chimique, finesse du broyage (Bationo et *al.*,1987).

En considérant la moyenne arithmétique, la T1 (fo+urée) a induit la meilleure performance parmi toutes les formules. Selon Sedogo (1981 et 1993); Bationo et Mokwunye, (1991) et Bado et *al.* (1997), une gestion rationnelle des engrais minéraux et des amendements organiques permettraient d'augmenter les rendements des cultures et de maintenir durablement la fertilité des sols. Pichot *et al* (1981) et Bado *et al* (1997) ont démontré l'efficacité parfois spectaculaire des engrais organiques et minéraux sur les sols pauvres en éléments nutritifs du Burkina Faso.

La formule T2_{rotation} (NPK+urée) a enregistré un rendement statistiquement meilleur que la

T6_{association} (NPK+urée). Dans cette zone à pluviosité (600-900mm), l'effet de la rotation céréale/légumineuse est plus expressif que celui de l'association céréale*légumineuse.

- Sur l'arachide

Pour le poids gousse, la culture en association (T6) connaît une faible production par rapport aux systèmes de culture (rotation et culture pure). La formule de culture de la légumineuse dans les différentes rotations n'induit pas de différence significative.

Pour le poids fane, la formule proposée n'induit pas de différence significative sur les différents systèmes de culture (culture pure, rotation, association)

IV.2.2.2 Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

- Sur le mil

Pour le poids grain, les formules T1 (fo + urée) et T3 (fo + BP + urée) sont statistiquement similaires malgré l'adjonction du BP à la T3 combiné à l'effet de la rotation. L'efficacité du substrat (fumure organique) n'augmente pas avec l'adjonction du BP [T3 (fo + BP + urée) < T1(fo +urée)]. Ce résultat pourrait s'expliquer par la non action immédiate du BP sa solubilisation lente et progressive (Lompo *et al.*, 1994). Pour une même formule exclusivement minérale (NPK+urée), son effet s'exprime différemment lorsqu'elle est pratiquée dans une rotation (T2) ou dans une association (T6) et on note une plus grande efficacité de cette fertilisation minérale sur la rotation dans cette zone à pluviosité moyenne (600-900mm). Cependant, l'adjonction de la fumure organique à celle de la fumure minérale dans une rotation (T4) n'induit pas une différence significative sur le rendement grain du mil comparativement à la T6 (NPK +Urée) dans une association.

Pour le poids paille, il n'existe pas de différence significative entre la formule organo-minérale T1 (fo +Urée) et la fumure exclusivement minérale T6 (NPK +Urée) dans une condition d'association. Ce résultat révèle que la fumure organique est bien une source des éléments N, P et K pour les plantes. Les formules T3 (rotation mil + fo + BP + urée +arrière effet du NPK) et T4 (rotation mil + fo + NPK + BP + urée) sont statistiquement similaires malgré l'ajout de NPK à la T4. Cela signifie qu'en présence de la matière organique, l'arrière effet du NPK est suffisant pour augmenter significative le rendement paille. La formule T2 reste significativement différente des autres formules car le NPK est renforcé par l'arrière effet cet engrais qu'on a fumé l'année dernière sur l'arachide.

- Sur l'arachide

La formule sur l'arachide s'exprime significativement différente sur tous les traitements. L'arrière effet du NPK conjugué à l'effet de la rotation et la dose actuelle du NPK accroît significativement le rendement fane (T2) plus que la culture pure répétitive de l'arachide T5.

MENTION ASSEZ-BIEN

IV.3. Zone sud-soudanienne (> 900 mm) :

Actions de GIFS sur les systèmes de cultures et modes de fertilisation

IV.3.1 Résultats

IV.3.1.1 Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

Système de culture : association kapelga*niébé Kvx 61-1
rotation kapelga /niébé Kvx 61-1

T1 = sorgho + 5t fo + 50kg urée

T2 = rotation sorgho + 100kg NPK + 50kg urée – niébé : + 150kg BP + 50kg NPK

T3 = rotation sorgho + 5t fo + 200kg BP + 50kg urée – niébé + 150kg BP + 50kg NPK

T4 = rotation sorgho + 5t fo + 100kg NPK + 200kg BP + 50kg urée – niébé + 150kg BP + 50kg NPK

T5 = niébé + 150kg BP + 50kg NPK

T6 = Association sorgho*niébé.

- Sur chaque deux lignes de sorgho : 100kg NPK + 50kg urée
- Sur chaque deux lignes d niébé : + 150kg BP + 50kg NPK

Pour l'année 2008, le sorgho a été remplacé par le niébé et vice-versa pour les technologies 2, 3, 4 et 6.

Tableau 10 : Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

technologies	Rendement épis	rendement grain sorgho	rendemen t paille	Rendement gousse	Rendement grain niébé	Rendement Fane
T1(sorgho+fo+urée)	825 ^a	671 ^a	3178 ^c			
T2 (rotation 2)	1168 ^{abc}	920 ^{ac}	2696 ^b	956 ^a	596 ^a	5164 ^b
T3 (rotation 3)	877 ^a	806 ^{ab}	2022 ^a	1185 ^{ab}	667 ^{ab}	3639 ^a
T4 (rotation 4)	1333 ^c	1053 ^c	3667 ^d	1763 ^b	800 ^c	2573 ^a
T5 (BP + NPK)				867 ^a	704 ^a	2133 ^a
T6 (association 6)	975 ^{ab}	690 ^a	2498 ^b	1437 ^{ab}	756 ^b	3076 ^a
Ecart-type	211	160	632	365	78	1175
signification	HS	HS	HS	HS	HS	HS

- S : Significatif

- HS : hautement significatif

- NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Les formules de fumure induisent toutes des différences significatives sur le poids paille et épis et grain du sorgho et sur le poids gousse, grain et fane du niébé.

D'après le Tableau 10, les conclusions suivantes peuvent être tirées

- une efficacité de la formule T4 (fo + NPK +BP +urée) sur les différents paramètres de rendements du sorgho et du niébé. Cette formule induit la meilleure performance des cultures par rapport aux autres formules;
- l'efficacité de la fumure minérale T2 (NPK +Urée) a induit un rendement moyen par rapport à la fumure organo-minérale T4 sur le mil et la meilleure production fane sur le niébé ;
- la formule T3 (fo + BP +urée) induit des rendements moyens par rapport à T2 (NPK +urée) et T4 (fo + NPK +BP +urée);
- la formule de fumure organo-minérale induit la plus faible performance sur le mil ;
- l'association T6 (NPK +urée) et la rotation T2 (NPK +urée) induisent le même effet sauf pour le rendement fane pour lequel T2 est supérieur à T6.

IV.3.1.2 Effet des formules sur le maïs et le niébé

Traitements sur le maïs	Traitements sur le niébé
T1. =150kg NPK + 100kg Urée	T1 = 200kg BP
T2 = 5t fo + 100kg urée	T2 = 200kg BP + 50kg urée
T3 = 5t fo + 200kg BP + 100kg urée	T3 = 200kg BP + 100kg NPK
T4 = 5t fo +100kg NPK + 200kg BP + 100kg urée	T4 = 25kg urée

L'an 2008 est pour la rotation. De ce fait les parcelles précédemment en niébé ont été en maïs.

Tableau 11 : Effet des formules sur le maïs et sur le niébé

technologies	rendement épis	rendement grain maïs	rendement paille	rendement gousse	rendement grain niébé	rendement fane
T1	1450 ^a	1233 ^a	2311 ^a	856 ^a	556 ^{ab}	1978 ^b
T2	1122 ^a	1015 ^a	1245 ^a	1378 ^b	763 ^b	1500 ^{ab}
T3	1311 ^a	1089 ^a	1056 ^a	928 ^a	633 ^{ab}	1589 ^{ab}
T4	2228 ^b	1478 ^b	2234 ^a	862 ^a	483 ^a	1233 ^a
Ecart-type	485	204	653	250	119	308
signification	S	S	NS	S	S	S

- S : Significatif - HS : hautement significatif - NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Du Tableau 11, les conclusions suivantes se dégagent :

- une efficacité de la formule T4 (fo +NPK +BP + urée + arrière effet BP) sur les rendements épis et grain du maïs. Cette formule induit la meilleure performance du maïs ;

- il n'y a pas de différence significative entre les formules T1(NPK + Urée+ arrière effet BP), T2 (fo + urée + arrière effet BP) et T3 (fo + BP +urée + arrière effet BP) sur le poids paille et épis du maïs ;
- une efficacité de la formule T2 (BP+urée) sur le poids gousse.

Les formules proposées n'induisent pas de différence significative sur le poids paille du maïs. Par contre, les formules des légumineuses induisent une différence significative sur le poids gousse, grain et fane.

IV.3.1.3 Effet des formules sur le maïs

T1 = maïs + 5t fo + 100kg urée
 T2 = maïs + 150kg NPK+ 100kg urée
 T3 = maïs + 5t fo + 200kg BP + 100kg urée
 T4 = maïs + 5t fo + 100kg NPK + 200kg BP + 100kg urée
 T5 = Niébé double usage + 150kg BP + 50kg NPK
 T6 = Association Maïs + Niébé.

- Sur chaque deux lignes de maïs : 100kg Urée + 150kg BP + 50kg NPK
- Sur chaque deux lignes de Niébé : + 150kg BP + 50kg NPK

Pour l'année 2008, le maïs a été remplacé par le niébé et vice-versa pour la technologie 6.

Tableau 12 : Effet des formules sur le maïs

technologie	rendement épis	rendement grain Maïs	rendement gousse	rendemen t grain niébé
T1 (maïs + fo + urée)	692 ^a	524 ^a		
T2 (maïs + NPK+ urée)	797 ^a	792 ^a		
T3 (maïs + fo + BP + urée)	717 ^a	544 ^a		
T4 (fo + NPK + BP + urée)	963 ^a	808 ^a		
T5 (Niébé + BP + NPK)			732 ^a	484 ^a
T6 (Association Maïs + Niébé+urée +NPK +BP)	2244 ^b	1827 ^b	1025 ^a	670 ^a
Ecart-type	657	535	207	131
signification	S	S	NS	NS

- S : Significatif - HS : hautement significatif - NS : non significatif

Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Au regard du Tableau 12, nous pouvons retenir ce qui suit :

- une efficacité de la formule T6 (NPK+BP+urée) qui induit la meilleure production sur les rendements épis et grain du maïs ;
- malgré l'adjonction de la matière organique à la T6 pour donner la T4 (fo +NPK+BP+urée) les rendements épis et grains restent significativement inférieurs à ceux de la T6 ;
- les formules T1 (fo +urée) T2 (NPK+urée) n'induisent pas de différence significative entre-elles sur les rendements épis et grain du maïs malgré la dose du NPK (150kg/ha);
- la formule pour le niébé n'induit pas de différence significative sur les traitements T5 et T6 pour les rendements gousse et grain du niébé.

Les formules n'induisent pas de différence significative sur le poids épis du maïs et sur le poids gousse et grain du Niébé.

IV.3.2 Discussion

IV.3.2.1 Effets des formules sur l'association/rotation mil-arachide

- Sur le sorgho

Seule la formule T4 (fo +NPK +BP +urée) permet d'obtenir la meilleure production paille, épis et grains. Une gestion rationnelle donc des engrais minéraux et des amendements organiques permet d'augmenter les rendements des cultures et de maintenir durablement la fertilité des sols (Sedogo, 1981 et 1993 ; Bationo et Mokwunye, 1991 et Bado *et al*, 1997). Pichot *et al* (1981) et Bado *et al* (1997) ont également démontré l'efficacité parfois spectaculaire des engrais organiques et minéraux sur les sols pauvres en éléments nutritifs du Burkina Faso.

La formule minérale T2 (NPK + urée) permet d'augmenter quantitativement les rendements paille et grain du mil. Mais cette augmentation est significativement inférieure par rapport à la production qu'induit la formule organo-minérale T4. Ces résultats s'inscrivent en droite ligne des travaux de Bado (1994) qui parvient à la conclusion que l'engrais minéral améliore les rendements. Le même auteur observe également que cette amélioration des rendements par l'engrais minéral est pour une courte période de 3ans maximum (Bado, 1994). L'engrais minéral seul n'est pas suffisant et n'est pas recommandé pour une production à long terme. Il peut à long terme entraîner l'apparition des ions aluminiums. Ce qui acidifie le sol (Bado *et al.*, 1994). Un complément de fumure organique est nécessaire pour éviter une forte baisse du

carbone et de la CEC du sol. Mais avec cette même formule de fumure minérale, l'effet n'est pas très significativement différent lorsque le sorgho est rotation T2 (NPK + urée) ou en association T6 (NPK + urée) avec l'arachide. Cependant, la moyenne arithmétique révèle une supériorité de production du poids paille, épis et grain pour la culture du sorgho en rotation avec l'arachide.

- Sur le niébé

Le niébé en culture pure T5 (BP + NPK) n'est pas significativement différent de la culture du niébé en rotation 2 (T2). Ces deux formes de cultures de niébé enregistrent les plus faibles rendements par rapport aux autres formules. Pour optimiser le rendement du niébé, il est donc préférable de pratiquer la rotation avec une formule intégrant la fumure organique dans la formulation de la fumure pour les céréales. La formule pour le niébé en situation de rotation 3 (T3) n'est pas significativement différente en situation d'association. Mais l'effet de l'association accroît plus le rendement gousse. L'arrière effet de la formule T4 (rotation sorgho + fo + NPK + BP + urée) pour le sorgho est la seule qui a augmenté le rendement gousse d'une manière significative.

Pour le poids fane, seule la culture du niébé dans le cas de la rotation 2 permet d'augmenter significativement le rendement.

IV.3.2.2 Effet des formules sur le maïs et le niébé

- Sur le maïs

La formule organo-minérale reste celle qui induit les meilleures productions de la biomasse aérienne sur le maïs. Ce résultat est en accord celui de Diallo (2002) qui trouve que le rendement grain du maïs augmente avec les doses d'azote et ce rendement est encore meilleur si l'azote est combiné au fumier. Selon Yaro (1997), le rendement dépend des quantités d'éléments prélevés surtout N et P. Ce qui fait qu'en absence de fumier, le fort rendement (1333,5kg/ha) est obtenu avec la T1 (NPK + Urée+ arrière effet BP). L'absence du NPK dans les formules T2 (fo + urée + arrière effet BP) et T3 (fo + BP +urée + arrière effet BP) a induit une réduction de la production de la biomasse aérienne par rapport aux formules T1 (NPK + Urée+ arrière effet BP) et T4 (T1+fo). Pour Kabrah *et al.* (1996) et Yaro *et al* (1997), les doses croissantes de fertilisants induisent une augmentation de tous les paramètres de rendement (paille, épis, grains) du maïs ; ils attribuent cela à une forte demande en éléments minéraux, N et P surtout. Tout cela explique pourquoi une gestion rationnelle des engrais

minéraux et des amendements organiques permet d'augmenter les rendements des cultures et de maintenir durablement la fertilité des sols (Sedogo, 1981 et 1993 ; Bationo et Mokwunye, 1991 et Bado *et al.*, 1997),.

- Sur le niébé

Pour le poids gousse, seule la formule T2 (BP + urée) est significativement différente des autres. Cette formule induit la meilleure production de la biomasse aérienne. Ce résultat met en exergue non seulement la carence générale en phosphore, mais aussi le rôle essentiel de l'urée comme engrais de fructification. Pour les auteurs Kabrah *et al.*, (1996) et Sedogo *et al.*, (1997), c'est la pauvreté originelle des sols en éléments nutritifs qui justifie l'efficacité des engrais minéraux sur les rendements cultures. Mais si l'urée seule est appliquée, la production reste faible (T4) parce qu'une bonne production grain dérive d'une bonne croissance végétative. Ce résultat reste valable pour le poids fane.

Pour le poids grain, il n'existe pas de différence significative entre les formules T1 (BP) et T3 (BP + NPK). Mais la moyenne arithmétique montre une supériorité du rendement de la formule T3. Le phosphore en provenance du BP est efficient pour les légumineuses mais l'azote peut constituer un facteur limitant pour la croissance normale de la plante.

Pour le poids fane, les formules T2 (BP + urée) et T3 (BP+ NPK) ne sont pas significativement différentes parce que le phosphore améliore l'efficacité des engrais minéraux plus précisément les fumures organo-minérales (Lompo *et al.* 1994). Pour le poids fane, la fertilisation avec uniquement du BP demeure la formule efficiente. Cela parce que les sols du Burkina sont déficients en phosphore et cette situation est liée au caractère extensif des systèmes de production (Hien, 1995).

IV.3.2.3 Effet des formules sur le maïs

- Sur le maïs

Les formules n'induisent pas de différences significatives au seuil de 5% avec le test de Student-Newman-Keuls, mais la différence arithmétique des moyennes ne révèle pas une similitude du poids épis et grain. En ordre croissant de la production épis (voire grain), le classement est le suivant : T4 (fo + NPK +BP +urée) > T2 (NPK+urée) ≥ T3 (fo + BP + urée) > T1(fo +urée). Ces résultats révèlent de prime abord l'importance incontestable de l'utilisation de la fumure organo-minérale pour l'accroissement des rendements des cultures. Dans la synthèse sur les expériences et les perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso, Lompo *et al.* (1993) rapportent que les fumures organo-

minérales permettent d'obtenir des rendements plus ou moins stables et plus élevés que ceux obtenus exclusivement avec les fumures exclusivement minérales. Si la fumure minérale T2 (NPK+urée) est légèrement supérieure à la fumure organo-minérale T3 (fo + BP + urée) et largement supérieure à la T1 (fo +urée), cela pourrait s'expliquer par le caractère très soluble des engrais minéraux et la minéralisation lente et progressive du BP. L'efficacité du substrat s'augmente avec l'adjonction du BP [T3 (fo + BP + urée) > T1(fo +urée)]. Ce résultat rejoint celui de Lompo *et al.* (1994) qui attribue au phosphatage, le rôle améliorateur de la fumure minérale et plus spécifiquement de la fumure organo-minérale. Selon Pouya (2008), le BP semble accélérer le processus de minéralisation de la matière organique. En retour, la fumure organique améliore la solubilité de celui-ci grâce à l'action des composés acides issus de sa minéralisation. Samaké (1987) cité par Lompo (1993) a mis en évidence les différents acides organiques dont la production en cours de phosphatage est stimulée par le phosphate naturel qui en contre partie est solubilisé par ces derniers.

- Sur le niébé

La formule proposée pour le niébé n'induit pas de différence significative entre la culture pure du niébé et sa production en association. Cependant la moyenne arithmétique entre le poids gousse ou le poids grain des deux modes de culture indique une certaine efficience de la culture en association avec les céréales.

IV.4 Conclusion

Cette étude a de nouveau mis en exergue le rôle de fertilisation minérale et organo-minérale pour une perspective d'intensification agricole. Les formules organo-phosphatées sont plus efficaces pour une intensification agricole durable pour cette partie du Burkina. Les formules de fumures organo-phosphatées les plus performantes pour permettre de résoudre le déficit d'un bilan céréaliier négatif récurrent (Tableau 1) sont :

- fo + BP + Urée ;
- fo + BP + Urée + NPK.

La fumure minérale dont l'action était immédiate en première année n'est pas plus efficace comparativement à la fumure organo-minérale pour le plus grand nombre des spéculations. L'engrais minéral NPK semble être l'engrais le plus indiqué pour améliorer l'efficience des fumures organo-phosphatées et le BP.

Les systèmes de cultures (rotation, association/intercropping) enregistrent en cette deuxième année, des productions plus élevées que la culture pure et cela quelle que soit la spéculation.

La combinaison BP+NPK semble vraisemblablement la meilleure combinaison agronomique

avec le BP sur les légumineuses.

Dans la zone la moins arrosée (400 à 600 mm/an), l'utilisation de fumier et/ou du Burkina phosphate combiné aux engrais minéraux et aux techniques de DRS/CES permet d'assurer de bons rendements et de récupérer les terres dégradées. Dans cette zone l'effet de l'association est plus efficient que celui des rotations.

Dans la zone la moyennement arrosée (600 -900 mm/an), comme dans la zone la mieux arrosée (pluviométrie supérieure à 900 mm/an), les formules proposées améliorent les rendements par rapport à ceux du champs paysans. Dans ces deux zones, les effets des rotations s'expriment mieux que ceux des associations.

Au terme de cette deuxième année d'expérimentation, ces résultats confirment que l'utilisation des fumures et les pratiques CES dans l'Est sont envisageables, car les technologies améliorent les rendements des cultures et le savoir-faire des producteurs en matière de GIFS par de meilleurs systèmes de cultures adaptés à des formules de fertilisation adéquates. Cependant, Toutes ces technologies sont à utiliser en rotation ou en association avec les légumineuses (niébé ou arachide) afin de faire bénéficier des arrières effets des engrais en particuliers du compost et du Burkina Phosphate. Cela améliore les rendements des cultures et va permettre de lutter contre la faim dans cette région qui se manifeste par un bilan céréalier négatif récurrent (Tableau1).

Chapitre V: Visites commentées et perception paysanne sur les technologies

Le Consortium a reconduit durant la campagne 2008/2009, les 95 tests de technologies auprès des producteurs des villages sites retenus. Les technologies qui se sont avérées probantes, malgré l'insuffisance pluviométrique de la campagne 2007/2008, ont fait l'objet de vulgarisation dans 25 villages sites retenus. Des visites commentées ont été organisées dans le but d'évaluer avec les partenaires (producteurs, services techniques, chercheurs, partenaires au développement, PICOFA, Consortium) les résultats des tests.

V.1. Résultats des visites commentées

Dans chaque village, les parcelles de démonstration retenues ont été visitées et évaluées par les participants. A l'issue des visites terrains, les producteurs propriétaires des parcelles, sous l'arbre à palabre, présentent à l'assemblée le processus de mise en place des technologies. Ces exposés sont suivis de questions et d'échanges d'expériences avec leurs pairs participants. Les équipes techniques pluridisciplinaires assurent la facilitation, et commentent les aspects techniques de la conduite.

V.1.1 Avantages de la mise en place des tests

Les producteurs de la Région de l'Est ont relevé les constats suivants par rapport à l'implantation des essais dans leur terroir et l'organisation des visites commentées :

- les DRS/CES proposés (cp, zaï et demi-lunes) sont des technologies probantes pour la recapitalisation des sols dénudés et des clairières ;
- dans les provinces de la Gnagna et de la Komandjari, les producteurs ont relevé la facilité de mise en œuvre des techniques de zaï après labour ;
- l'ensemble des producteurs expérimentateurs ont acquis la maîtrise des technologies proposées pour les tests ;
- l'ensemble des producteurs ont adopté le semi en ligne et le travail du sol (labour) avant semi;
- les producteurs de la région sont convaincus des effets des formules de fertilisation sur les cultures avec les variétés améliorées utilisées plus précoces (différence nette entre les parcelles ayant reçu le même traitement de fertilisation) ;

- la visite commentée est une véritable école pour les producteurs surtout pour les invités des villages voisins (découverte et réponse à leurs préoccupations) ;
- les producteurs ont révélé une différence nette entre les parcelles qui ont reçu les mêmes amendements fertilisants (variétés locales et variétés améliorées) ;
- les producteurs ont eu l'engouement pour l'adoption des technologies proposées couplées à l'utilisation des variétés améliorées ;
- les visites ont contribué au rapprochement entre OPP/PICOFA et les producteurs sur la question des aménagements MPAV ;
- les visites commentées ont été une occasion d'évoquer le caractère de complémentarité entre MPAV avec les technologies GIFS de la vulgarisation réalisée par le Consortium.

V.2.2 Contraintes liées à l'adoption des technologies

Au nombre des difficultés rencontrées pour la mise en place des tests, nous relevons :

- les difficultés liées à l'apport d'engrais (mode d'apport du BP et des engrais minéraux)
- la date de semis pour les variétés améliorées à cycle court ; (la tendance générale est démarrer la saison avec ces variétés en mai-juin)
- le manque de matériels techniques pour la réalisation des DRS/CES ;
- la difficulté liée à la production de la fumure organique due à une insuffisance d'eau de surface dans presque tous les villages de la Gnagna ;
- les difficultés liées à la récolte et la conservation

Pour faciliter l'adoption des technologies GIFS, il serait donc intéressant que les différents intervenants (services techniques, chercheurs, partenaires au développement, PICOFA, Consortium) puissent mettre en synergie des programmes de sensibilisation et de formation orientés vers la résolution des sus-cités.

V.1.3 Perception paysanne par rapport aux différentes variétés testées.

Tableau 13 : Perception paysanne par rapport aux différentes variétés testées

Variété	Contraintes	Avantages	Souhaits des producteurs
sorgho ICSV1049 kapelga	Attaque au niveau du sorgho au niveau des panicules (charbon), les producteurs estiment que c'est l'excès de pluies qui occasionnent cette poudre noire sur les épis	<ul style="list-style-type: none"> - Cycle court ; - Pas de développement de striga - Résistance des tiges au vent - Très bonne production - Epis très gros avec bons grains - Tiges sucrées avec un feuillage toujours vert à maturité 	Large vulgarisation
Sariasso 11 Sariasso 14		<ul style="list-style-type: none"> - Cycle court ; - Pas de développement de striga - Très bonne production - Résiste à la sécheresse - Bonne valeur fourragère de paille 	Large vulgarisation
mil IKMP5	<ul style="list-style-type: none"> - Inadapté à certains types de sols ; - Ne résiste pas très bien au vent 	<ul style="list-style-type: none"> - Cycle court ; - Pas de développement de striga - Très bonne production 	Large vulgarisation
Arachide Te3	-	<ul style="list-style-type: none"> - Très bonne production - Gousses bien remplies - Bonne production de fanes - Résistance aux maladies 	Large vulgarisation
Niébé kvx61-1	-	<ul style="list-style-type: none"> - Très bonne production - Résiste au striga et à la sécheresse 	Large vulgarisation
Maïs FB6		Très bonne production Précoce Semble résister à la sécheresse	Large vulgarisation

Les perceptions des producteurs par rapport aux variétés améliorées ne sont pas assez différentes de celles de la recherche. Ces perceptions ressemblent fort bien aux fiches techniques élaborées par l'INERA. Mieux encore, les producteurs ont remarqué l'inadaptation de certaines variétés de mil (IKMP5) par rapport à certains types de sols et certaines variétés ne résistent pas à la verse. Ces résultats révèlent que le producteur peut bien évaluer une variété et il serait intéressant de l'associer dans le maillon ou tenir compte de ses observations afin d'éviter les grands écarts de rendement entre les champs expérimentaux et les champs paysans.

V.1.4 Conclusion

Les visites commentées ont permis aux producteurs de faire leur propre évaluation des effets des technologies GIFS. Au regard des résultats, la conviction est l'objet d'engouement pour leur adoption. La conviction est d'autant plus nette lorsque les producteurs soutiennent que la performance des formules de fertilisation est couplée avec la variété car sur les

parcelles qui ont bénéficié des mêmes traitements de fertilisation dans les champs de vulgarisation, l'expression de la variété améliorée est bien nette.

Pour les producteurs invités, les visites ont été une occasion de faire un plaidoyer pour l'extension de la diffusion des technologies probantes dans leurs localités respectives. Les préoccupations de baisse de fertilité et de faibles rendements des cultures se sont avérées être les mêmes.

Dans tous les villages, l'une des préoccupations communes aux producteurs est de pouvoir disposer des semences améliorées dans leurs exploitations. La poursuite des tests et de la diffusion des technologies probantes posent le problème de mise à disposition à temps des intrants (semences, engrais, produits de traitement).

Pour une autonomie des producteurs, le système de crédit du warrantage serait une alternative devant permettre aux producteurs de disposer des moyens et des facilités d'acquisition des intrants pour leur production. La mise œuvre devant intervenir dès le début des récoltes pour éviter le bradage des produits à warranter. Le warrantage est un système de crédit qui consiste, pour le producteur, à mettre en garantie une partie (stockage) de sa production et bénéficier auprès d'une structure de financement un crédit qui lui servira de conduire une activité génératrice de revenu (AGR). Au dénouement du crédit, il récupère son produit « warranté » qu'il peut vendre plus cher sur le marché, les prix ayant augmenté entre temps.

V.2 Perception paysanne sur les formules de fumure.

Pour l'agriculteur, le principal instrument de mesure de la qualité des sols demeure les rendements. Ce facteur demeure le principal outil de diagnostic de la performance d'une formule de fumure donnée (Delville, 1996). Volume de production physique à l'unité de surface, le rendement est le résultat visible, pour le producteur, de l'unité de production mise en place (INRA, 1991). Même si les producteurs adoptent une formule de fumure non pas parce qu'elle améliore la fertilité de ses sols, mais plutôt parce qu'elle est économiquement rentable, Delville (1996) pense que l'itinéraire technique peut amener à l'acceptation ou au refus d'une formule de fumure. C'est la raison principale qui nous a poussés à nous intéresser à cette évaluation participative des formules de fumure par les producteurs

Les critères d'appréciation de ces formules de fumures par les producteurs ont été les suivants : itinéraire technique, conservation des eaux/nutriments, levée, croissance, précocité de la floraison, rendement grain/paille. Chaque critère est noté sur cinq (5) points. La notation va de 1 (faible, pauvre, mauvais par exemple) à 5 (fort, haut ou bon par exemple). Ces notes cumulées pourraient révéler aussi le niveau d'adoption des différentes formules car ces notes cumulées donnent en même temps un classement empirique des différentes formules de fumures.

Tableau 14 : Moyenne des notes cumulées des technologies

zone	note pour pratique paysanne	note pour T1	note pour T2	note pour T3	note pour T4	note pour T5	note pour T6
sud-soudanienne	16,61	18,54	17,75	18,89	19,37	18,33	16,17
nord-soudanienne	15,86	18,90	18,90	18,90	18,90	18,86	18,86
sub-sahélienne	18,27	22,50	27,33	25,86	28,17	25,67	25,33
Région Est	16,73	19,48	19,67	20,25	20,74	20,84	19,12

Au regard des données du Tableau 14 ci-dessus, la remarque importante est la reconnaissance par l'ensemble des producteurs de la performance de toutes les formules proposées par la recherche par rapport à leur propre pratique. En effet, les producteurs eux-mêmes reconnaissent que la pratique paysanne implique un faible niveau de fertilisation du sol et ne permet pas une gestion durable de la fertilité des sols (exploitation minière des terres). Aussi parmi toutes les formules de la recherche, les producteurs de la région accordent les meilleures performances aux formules organo-minérales T3 (fo+BP+Urée) et T4

(fo+NPK+BP+Urée). Ces formules capitalisent les meilleures notes cumulées par rapport aux autres formules et cela dans toutes les trois zones agro-climatiques de l'Est. Mais dans la zone nord-soudanienne (600-900mm), compte tenu de la relative fertilité des sols, les fumures minérales concurrencent les fumures organo-minérales par rapport à l'appréciation des producteurs. Ces résultats confirment ceux des tests agronomiques. En effet, la formule de fumure organo-phosphatée T4 (fo+BP+Urée+NPK) procurant le rendement moyen le plus élevé, serait la plus performante. Cela serait dû à la synergie d'action de l'association (fumier+BP) avec les engrais minéraux (NPK, Urée). Ces résultats sont conformes à ceux de Lompo *et al*, (1997) et qui constatent une action complémentaire des formules de fumure à base de fumier et de phosphate naturel avec les engrais minéraux.

Selon l'ensemble des producteurs, l'itinéraire technique est apprécié de la même manière. Ils reconnaissent que cet itinéraire technique est à leur portée et le taux d'adoption absolue de ces technologies est conditionné par l'acquisition des équipements nécessaires. Les intrants agricoles (semences, engrais, produits phytosanitaires) constituent une autre problématique d'adoption des technologies. Selon les investigations de Pouya (2008), au nombre des difficultés pratiques, les producteurs relèvent la non disponibilité du BP, le coût élevé des engrais minéraux, l'insuffisance des fosses fumières, les difficultés d'épandage des engrais minéraux et surtout l'insuffisance d'une vulgarisation effective des phosphates naturels (considérée comme obstacle de base pour la promotion de la fertilisation phosphatée).

Le tableau 15 montre l'effet des formules de fumure sur les différents stades phénologiques des cultures.

Tableau 15 : Moyenne sur cinq des notes accordées aux différents stades phénologiques

technologies	levée	croissance	floraison	Rendement
Pratique paysanne	4,25	3,75	3,62	3,25
T1 (fo+urée)	4,50	4,37	4,37	4,00
T2 (NPK+urée) _{rotation}	4,62	4,62	4,37	3,75
T3 (fo+BP+Urée)	4,88	4,78	4,55	4,11
T4 (fo+BP+Urée+NPK)	5,00	5,00	4,57	4,28
T5 (BP+NPK)	4,50	4,75	4,50	4,25
T6 (NPK+urée) _{association}	4,75	4,25	3,75	4,00

Au regard du tableau, le classement empirique suivant peut se faire. Par ligne, l'ordre représente la préférence des formules les unes par rapport aux autres.

Figure 6 : Classement des technologies

Rendements	T4	T5	T3	T1	T6	T2	Pp
Précocité floraison	T4	T3	T5	T1	T2	T6	Pp
Croissance	T4	T3	T5	T2	T6	T1	Pp
levée	T4	T3	T6	T2	T5	T1	Pp
points affectés à la position	7	6	5	4	3	2	1

T1 : céréale en culture pure : fo+urée

T2 : Rotation céréale - légumineuse : NPK+ Urée

T3 : Rotation céréale - légumineuse : fo+BP+Urée

T4 : Rotation céréale - légumineuse : fo+NPK+BP+Urée

T5 : légumineuse en culture pure : BP+NPK

T6 : Association céréale*légumineuse

Pp : Pratique paysanne

NB. Dans les provinces de la Gnagna et de la Komondjari, ces formules sont associées à des techniques de DRS/CES.

Si nous affectons sept (7) points à la première place, six (6) à la deuxième place jusqu'à un (1) point pour la septième place, alors en cumulant les points que chaque formule aura obtenu dans les différents stades par rapport à sa position sur la ligne (figure 3), on peut établir le classement empirique. Par exemple de la levée au rendement la formule T4 a occupé au niveau de chaque critère la première place, donc la formule capitalise $7+7+7+7=28$ points.

Tableau 16 : Classement empirique des formules de fumure

formules	T4	T3	T5	T2	T6	T1	Pp
points	28	23	19	13	13	12	4
classement	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	4 ^{ex}	6 ^e	7 ^e

La performance des différentes formules se révélerait dans la croissance et le rendement. En effet, seules les formules de fumures organo-phosphatées T4 (fo+BP+Urée+NPK) et T3 (fo+BP+Urée) couplées aux variétés améliorées se distinguent comme les plus performantes (Tableau16) avec un nombre de points supérieurs 20. L'efficacité du substrat augmente avec

l'adjonction du BP. Ce résultat rejoint celui de Lompo *et al.* (1994) qui attribue au phosphatage, le rôle améliorateur de la fumure minérale et plus spécifiquement de la fumure organo-minérale. Ces formules peuvent bien être adoptées par les producteurs. Seulement, l'organisation et la gestion internes des revenus des ménages ne leur permettent pas de disposer des intrants au temps opportun et quantité nécessaire pour un démarrage effectif des campagnes agricoles.

Ensuite, la classe des formules moyennement préférée donne l'ordre suivant : T5 (BP+NPK) > T2 (NPK+urée)_{rotation} = T6 (NPK+urée)_{association} > T1 (fo+urée). ces formules ont capitalisé un nombre de point compris entre 10 et 19.

Toutes les formules de fumure permettent une bonne germination et une bonne levée des cultures par rapport à la pratique paysanne. Pour ces paramètres (germination/levée) la seule inquiétude, selon les producteurs, réside avec les techniques de DRS/CES (surtout le zaï) qui peuvent entraîner une pourriture des semences en cas d'inondation à la période de semi. Les formules de fumures proposées par la recherche induisent une excellente croissance et un meilleur rendement (grain/paille) par rapport à la pratique paysanne. Ce résultat est en accord avec les travaux de Baro et Zougmore (2005) qui, en expérimentant le zaï a Pougyanga dans le Nord du Burkina, ont trouvé que le zaï couplé avec de la fumure organo-minérale permettait d'accroître le rendement des cultures par rapport aux grattages simples à la daba qui est la pratique paysanne.

Nous pouvons donc affirmer que les technologies intégrant la fumure organique, les phosphates, le NPK et l'Urée sont reconnus probantes par les producteurs dans l'ensemble des zones agro-climatiques de la région. Ces résultats mettent donc en exergue pour toutes les trois (3) zones, l'importance de la matière organique combinée ou non au Burkina phosphate et/ou au NPK. Ceci confirme les diverses études obtenues en station (Pieri, 1989; Pichot *et al.*, 1981; Sedogo, 1981).

Conclusion générale

Les rendements enregistrés cette campagne (2008/2009) ont été globalement meilleurs que ceux de la campagne 2007/2008 pendant laquelle la pluviosité fut médiocre. Nous pouvons retenir que les conclusions du rapport des tests de la l'année 2007/2008 se sont vérifiées. Les formules retenues de la campagne 2007/2008 pour la vulgarisation ont de nouveau montré leurs performances avec une pluviosité meilleure, et se révèlent comme des formules probantes pour une large vulgarisation. L'utilisation de matière organique et/ou du Burkina phosphate combiné aux engrais minéraux permet d'assurer de bons rendements.

Ainsi fertiliser un sol en lui fournissant uniquement, sous forme d'engrais minéraux, les 3 éléments N, P, K, en ignorant l'indispensable rôle de la matière organique, l'impérative nécessité de l'aération, de l'élimination de l'excès d'eau et de la prévention de sécheresse n'est pas à conseiller, car fertiliser un sol, c'est tout cela à la fois.

En outre, il est nécessaire de veiller à l'application des doses recommandées et à l'utilisation de pratiques complémentaires à la gestion de la fertilité : utilisation des sources de matière organique, pratique de l'agroforesterie, fixation biologique de l'azote avec les légumineuses, utilisation des phosphates naturelles etc. Aussi, dans les rotations et associations comportant une légumineuse (arachide ou niébé) où cette culture précède la céréale (le sorgho, le mil ou le maïs), le rendement de la céréale est généralement élevé. Les expérimentations menées par Bado (2002) à Kouaré au Burkina Faso ont révélé que le rendement du sorgho augmentait de +155% quand le sorgho est précédé par l'arachide. Pour ce faire, nous recommandons les formules probantes suivantes pour agriculture durable dans la région Est du Burkina Faso :

Les formules probantes pour les céréales sont les suivantes :

Sans dispositifs de CES : Fumure organique + BP+ NPK + Urée ou (moins onéreuse) :
fumure organique + BP + urée

Avec dispositifs CES (cordon pierreux, zaï ou demi-lune) : Fumure organique + NPK + BP
+ urée ou (moins cher) fumure organique +BP + Urée. (Surtout pour la zone 400-600mm)

Dose : *fumure organique* = 5 t/ha ; BP = 200 kg /ha, urée = 100 kg /ha et NPK = 75 kg /ha

Pour les céréales (sorgho, mil) par exemple nous recommandons également la culture soit en rotation avec les légumineuses (arachide /niébé) soit en association/intercropping avec ces derniers.

MENTION ASSEZ-BIEN

Pour les légumineuses (niébé, l'arachide), nous proposons la formule suivante à base de phosphate naturel : 150 kg/ha de BP + 50 kg/ha de NPK. L'apport de NPK permet de rendre plus facilement disponible le Phosphore du BP ce qui améliore la réponse du BP la même campagne.

Pour le **maïs** par exemple, compte tenu de la relativement bonne fertilité des sols de la Kompienga et de la Tapoa, nous recommandons les formules suivantes :

- maïs + 150kg NPK+ 100kg urée
- maïs + 5t fo + 200kg BP + 100kg urée
- maïs + 5t fo +100kg NPK + 200kg BP + 100kg urée
- Association Maïs*Niébé.

Sur chaque deux lignes de maïs : 100kg Urée + 150kg BP + 50kg NPK

Sur chaque deux lignes de Niébé : + 150kg BP + 50kg NPK

Au regard des résultats obtenus après deux années de tests, la matière organique et le Burkina phosphate doivent être considérés comme le pivot de la politique de la gestion de fertilité dans la zone. C'est pourquoi les activités futures doivent s'orienter vers : la gestion de la biomasse à l'échelle du village ; la maîtrise des techniques standard de fabrication de phospho-composts ; les tests de formules à partir des phospho-composts ; les tests de systèmes de rotations et d'association en vraie grandeur (céréales/légumineuses)

Enfin pour permettre l'adoption de l'itinéraire technique en facilitant l'accès aux intrants agricoles (semences, engrais, les produits phytosanitaires...), le système de nantissement appelé « warrantage » doit être mis en place dans au moins cinq (5) villages d'essais avec un village d'essai par province avec des boutiques d'intrants dans ces villages pour résoudre les problèmes de disponibilité, de prix et qualité des intrants.

BIBLIOGRAPHIE

Bado B.V., 1994. Modification chimique d'un sol ferrallitique sous l'effet de fertilisants minéraux et organique : conséquences sur les rendements d'une culture continue de maïs, 57 p+annexes

Bado B.V., Sedogo P.M., Hien V. et Lompo F., 1991. Utilisation efficace des engrais azotés pour une augmentation de la production vivrière: 'expérience du Burkina. In A.U.MOKUWNYE (Ed.) Alleviating Soil Fertility Constraints to increased Crop Production in West Africa, 115-123. Kluwer Academic Publishers.Netherlands.

Bado B. V., Sedogo M. P. et Lompo F., 1997a. Efficacité d'un phosphatage de fond sur la productivité d'un sol ferrallitique. *In* : Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes d'exploitation d'Afrique de l'Ouest. 4-8mars 1997; pp 85-88.

Bado B.V., Sedego M.P., Cescas M.P., Lompo F. et Bationo A.; 1997b. Effets à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. *Agricultures*. Vol 6 n°6.

Bado B. V.; Lompo F.; Sedogo M. P. et Hien V., 2000. Comment fertiliser les céréales à moindre coût: le Burkina phosphate comme alternative. 4è Ed. FIRSIT, pp1-19.

Baro A., Zougmore R., Taouda JB. S., 2005. Mécanisation de la technique de zaï manuel en zone semi-aride, *Cahiers agricultures* vol 14 n°6.

BONZI M., 1989. Etudes des techniques de compostage et évaluation de la qualité des composts : effets des matières organiques sur les cultures et la fertilité du sol. Mémoire de fin d'études ISN/IDR. Université de Ouagadougou, 66 p

Bonzi M., 2007. Rapport d'activités du Consortium Recherche-Action

Bationo A , Chien S H , Mokwunye A U , 1987. Chemical characteristics and agronomic values of some phosphate roc in west Africa n : Food grain production semi-arid Africa Meyonga J M Bezuneh T and Youndeowei A (eds) coordination office, OAU SAFGRAD, ESSEX, UK.

Bationo, A et Mokwunhe, A.U., 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constains to crop production with special reference to the Sahelian and Sudanian zones of west africa. Kluwer Academic Publishers: 217-225.

Chotte J.L., Louri J., Castellanet J.M., De Guiran E., Clairon M. et Mahieu M., 1990. Effets des divers précédents culturaux sur l'utilisation de l'azote par un maïs, apport d'urée ¹⁵N sur quatre types de sols tropicaux ; IRAT, Petite Antille. *Agronomie Tropicale*, 45, (1) : pp 67-73

- Delville P.L., 1996.** Gérer la fertilité des terres dans les pays du sahel. Diagnostics et conseils aux paysans. CTA-GRET. Collection << le point sur >> 397 p.
- Diallo L., 2002.** Effet de l'engrais azoté et du fumier sur les rendements du maïs. Mémoire de fin d'études IDR, UPB, 58 p
- DRED, 2003.** Cadre Régionale de Lutte contre la pauvreté, 116 p.
- DRED, Est, 2005.** Données et Indicateurs socio-économiques 2005 de la Région de l'Est : Données socio-économiques 2005.
- FALISSE A. et LAMBERT J., 1994.** Fertilisation minérale et organique. In TAYEB AMEZIANE E.H.; PERSOONS E.; Agronomie Moderne : Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Hatier-AUPELF6UREF, 377-398
- Ganaba S., 1994.** Rôle des structures racinaires dans la dynamique du peuplement ligneux de la région de la mare d'Oursi (Burkina Faso) entre 1980 et 1992. Thèse de doctorat 3è cycle, Université de Ouagadougou, 146 p + annexes.
- Ganry F., 1990.** Application de la méthode isotopique à l'étude des bilans azotés en zone tropicale sèche. Thèse : Sciences Naturelles, université de Nancy I, 354 p
- Guinko, S., 1984.** Végétation de la Haute Volta. Thèse de Doctorat d'Etat Sciences Naturelles. Université de Bordeaux III. 318 p.
- Hien V., Bilgo A., Sangaré S., Kambiré L. F., Kaboré P. D., Lepage M., Somé L., Traoré G., Somé B., Traoré K., 2004.** Projet 83 recherche sur des technologies de lutte contre la désertification au Sahel et étude de leur impact agro-écologique.
- Hien F.G.1995.** La régénération de l'espace sylvo-pastoral au Sahel : une étude de l'effet de mesures de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso. Document sur la gestion des ressources tropicales7. Université Agronomique Wageningen, 219 p.
- INERA GRN/SP Ouest, 1999.** La recherche sur la gestion des ressources naturelles et les systèmes de production en zone ouest; 1999 du Burkina Faso : Bilan de dix années de recherche, 31 p.
- INRA, 1991.** Fertilité et systèmes de production.369 p.
- INERA, 2006.** Etats des lieux des lieux des connaissances de la région de l'Est. Volet Recherche Action en milieu réel du PICOFA.
- Kabrah Y., Yao N. R., Dea G. B. et Couloud J. Y., 1996.** Effet de l'apport d'engrais et de la matière organique sur le rendement en grains chez le maïs. Cahiers Agricultures 1996; 5 : 189-93

- Kambiré S.H., 1994.** Systèmes de culture paysan et productivité des sols ferrugineux lessivés du plateau central (B.F.): effets des restitutions organiques. Thèse doctorat troisième cycle, université de Dakar. 188 p.
- Kaboré P. D., 1996.** Technologie de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso : performances et perspectives. Actes du 2e édition du FRSIT sur La Recherche scientifique face aux problèmes de l'environnement, CNRST : 35-42.
- Lompo D.P., 2005.** Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture de l'Ouest du Burkina Faso : Evaluation des effets agronomiques et de rentabilité économiques de trois formules de fumure. Mémoire de fin d'études IDR, UPB, 60 p
- Lompo F., 2004.** Guide pour la conduite des évaluations participatives des technologies.
- Lompo F., Sedogo P.M., Hien V. et Kaboré D., 1993.** Expériences et perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso, 42 p
- Lompo F., Sedogo P.M. et Assa A., 1994.** Effets à long terme des phosphates naturels de Kotchari (Burkina Faso) sur la production de sorgho. Bilans minéraux. Rev.Res.APAMA, 1994. 6: 163-178.
- Pichot J., Sedogo M.P., Poulain J.F., 1981.** Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence des fumures minérale et organiques. Agronomie tropicale n°36.
- Pieri C., 1989.** Fertilisation des terres de savanes. Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au sud du sahara. Ministère de la coopération-IRAT/CIRAD. 444 p.
- Pouya B.M., 2008.** Contribution à l'évaluation des performances agro-pédologiques de formules de fumures organo-phosphatées dans la zone Est du Burkina Faso : cas de trois villages de la province de la Tapoa (Kotchari, Pentinga et Fantou). Mémoire de fin d'études IDR, UPB, 90 p
- Ouattara B., 1994.** Contribution à l'étude de l'évolution des propriétés physiques d'un sol ferrugineux tropical sous culture : pratiques culturelles et états structuraux du sol. Thèse de docteur-ingénieur, Université nationale de Côte d'Ivoire, 153 p
- Reij C., Scoones I., Toulmin C., 1996.** Techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols. CTA. 351 p.
- Rochette R. M., 1989.** Le sahel en lutte contre la désertification ; leçon d'expériences. CILSS-GTZ. 592p.
- Roose E., Dugué P., Rodriguez L., 1992.** La Gestion Conservatoire de l'Eau, de la biomasse et de fertilité des Sols (GCES). Une nouvelle stratégie de lutte anti-érosive appliquée à

l'aménagement de terroirs en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques N°233, (3) 1992, 49-63.

Roose E., Kaboré V. et Guenate C., 1993. Le zaï: fonctionnement, limites et amélioration d'une technique traditionnelle de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (BF). Cahier ORSTOM, série pédologie. N°130, 569 p.

Roose E., 1994. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). FAO, 420 p

Sedogo M.P., 1981. Contribution à l'étude de la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride. Matière organique du sol, nutrition azotée des cultures. Thèse Docteur Ingénieur, INPL NANCY. 135 p.

Sedogo P.M., Bado B.V., Hien V., Lompo F., 1991. Utilisation efficace des engrais azotés pour une augmentation de la production vivrière: l'expérience du Burkina Faso. Développement in plant and Soil Science 47:115-123.

Sedogo P.M., 1993: Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture/ incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de doctorat. Univ. Cocody. C.I., 285 p.

Sedogo P.M., Lompo F. et Ouattara B. 1994. Le carbone et l'azote dans les différentes fractions granulométriques d'un sol ferrugineux : effets de quatre types d'amendements organiques. Sciences et techniques. Ser. Sciences naturelles. Vol XXI, n°1, pp 114-124

Sedogo P.M., Bado B.V., CESCAS M. P., Lompo F., BATIONO A., 1997. Effet à long terme des fumures sur les sols et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahier d'Agriculture; 6: 571-575

Yaro D T, Iwuarfor E N O, Chude V O and Tarfa B D, 1997. Use of organique manure and inorganique fertilizer in maize production field evaluation in strategy for sustainable maize production in west and central Africa, 237-239 p

Yougbaré H., 2008. Evaluation de la fertilité des terres aménagées en cordons pierreux, zaï et demi-lunes dans le bassin versant du Zondoma. Mémoire de fin d'études IDR, UPB, 71 p

Zoubga T. S., 2002. Etude de l'impact du travail du sol des charrues *Delphino* et *Tréno* sur le sol et la végétation des terres dégradées du Soum (Burkina Faso). Mémoire Inspecteur des Eaux & Forêts, ENEF, 90 p.

Zougmore R., Zida Z., Kambou F. N., 1999. Réhabilitation des sols dégradés: rôles des éléments nutritifs des plantes dans le succès des techniques de demi-lune et de zaï au sahel.

Bulletin Erosion 19: 536-550.

Zougmoré R., Zida Z., 2000. Récupération agronomique des terres encroûtées par la technique de demi-lune. Fiche technique n°5, INERA, Saria.

Zougmoré R., Zida Z., Kambou N. F., 2003. Role of nutrients amendements in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. Soil & Tillage Research 71: 143-149.

Consortium/ PICOFA, 2007. Volet Recherche-Action
Rapport de synthèse (3^{ème} trimestre 2007), pp 14-40

PICOFA, 2006 Volet Recherche-Action .Etat des lieux des connaissances de la région de l'Est. Version finale, juin 2006

MENTIEN ASSEZ-BIEN

ANNEXES

Province	Zone écologique	Risques majeurs	Menaces	Causes
Gnagna	Agro écosystème	<ul style="list-style-type: none"> - Pression pastorales (> 50% des bovins de la région) - Dégradation des terres cultivées et des pâturages 	Dégradation des sols	<ul style="list-style-type: none"> - Erosion hydrique et éolienne - Faible taux de couverture des mesures de restauration - Systèmes de production extensifs
Gourma	Périphérie des aires protégées	Situation de conflits : <ul style="list-style-type: none"> - Culture du coton est en constante progression et - Transhumance, 	Conflits liés à l'utilisation des ressources naturelles	<ul style="list-style-type: none"> - Insécurité foncière - Colonisation agricole des espaces pastoraux, pistes et couloirs, - Transhumance
Kompienga	Zone humide	<ul style="list-style-type: none"> -Risques d'ensablement et de pollution des cours d'eaux, - Transhumance non maîtrisée risques permanents de conflits - Risques de plus en plus élevé de dénudation des berges des cours d'eau et lacs - Activités agro-pastorales interactions bétail faune sauvage - Extension des superficies cultivées 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensablement des cours d'eau - Colonisation des cours d'eau par des espèces envahissantes - Pollution des plans d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploitation anarchique des berges - Utilisation inadaptée des intrants chimiques (produits prohibés) - Inadaptation technologique
Tapoa	Zone humide	<ul style="list-style-type: none"> - Activités agro-pastorales Importantes - Extension des superficies cultivées en coton - utilisation incontrôlée des intrants (pesticides, herbicides) - Déforestation, feux de brousse tardifs 	<ul style="list-style-type: none"> -Fragilisation des écosystèmes protégés (parcs, réserves de faune, forêt) - Déforestation, déboisement Feu de brousse tardif 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploitation illicite, intensive des ressources forestières (pâture, bois, charbon, expansion des superficies agricoles - Chasse villageoise, braconnage
Komandjari	Agro écosystème	<ul style="list-style-type: none"> - Zone d'accueil d'animaux en transit - Dégradation des terres cultivées et des pâturages - L'insécurité foncière et la pression foncière qui commence à s'accroître autour des ressources stratégiques (aires protégées, cours d'eau et lacs) 	Baisse de fertilité des terres cultivées	<ul style="list-style-type: none"> - Faible niveau d'accès/adoption des paquets technologiques - Faible niveau d'utilisation /performance des techniques de restauration - Pratiques agricoles et pastorales inadaptées

Annexe 1 : Risques et menaces par zone écologique

source: DRED.2003

Annexe 2: caractéristiques des variétés de cultures

variétés	cycle	Rendement grain	Isoète	Points forts
Nongsoba	- 85jrs semi floraison - 120jrs maturité	2,5t rendement potentiel - 0,8-1,2t rendement paysan	600-900	Adaptation aux systèmes de cultures, régularité du rendement et excellente qualité du grain
Sariasso 14	76-72jrs semi floraison - 110-115jrs maturité	- 5t rendement potentiel - 1,7t rendement paysan	600-900	Productivité élevée, excellente régularité du rendement, tolérance à la sécheresse post floraison, haut degré de résistance aux maladies
Sariasso 11	66-72jrs semi-floraison - 100-105jrs maturité	3-4t rendement potentiel 1,3t rendement paysan	400-700	Bonne vigueur à la levée, régularité du rendement, tolérante à la sécheresse post floraison, bonne valeur fourragère de paille
ICSV1049	- 80-85jrs semi floraison - 110-120jrs maturité	- 4t rendement potentiel - 1-1,5t rendement paysan	400-700	Bonne productivité et assez régulière, bonne qualité du grain pour le t ^o , assez résistante au striga, excellente valeur fourragère des pailles
IKMP5	- 65jrs semi floraison - 110jrs maturité	- 1,5t rendement potentiel - 0,6-0,8t rendement paysan	500-800	Tolérance aux maladies, bonne précocité ; variété améliorée mise en vulgarisation ayant des performances tels que la richesse biochimique, et de haut potentiel de production.
IKMV8201	- 55jrs semi floraison - 110jrs maturité	- 1,6t rendement potentiel - 0,6-1,4t rendement paysan	500-900	Tolérance aux maladies, bonne précocité ; variété améliorée mise en vulgarisation ayant des performances tels que la richesse biochimique, et de haut potentiel de production.
Espoir	97jrs maturité	6,5t	>900	Richesse en protéine, en vitamine A ; variété améliorée très demandée par les éleveurs de poules de Ouagadougou et d'ailleurs (Fada N'Gourma)
FBC6	- 75-80jrs épis verts - 91 jrs maturité grain	5,6t	>900	Tolérance aux viroses et à la sécheresse, bonne qualité gustative et agro-alimentaire ; précoce

Niébé kvx61-1	70	1,5t	400-800	Richesse en protéines, en carbohydrates ; résistant au striga et à la sécheresse
Niébé kvx7476-11P				
Arachide Te3	90jrs	1,5-2,5t rendement gousse grain :68-70% du gousse	400-900	Résistance aux maladies et à la sécheresse
Arachide E104	75-80jrs	- 1,5-2t rendement gousse - 4-5t rendement fane	400-900	

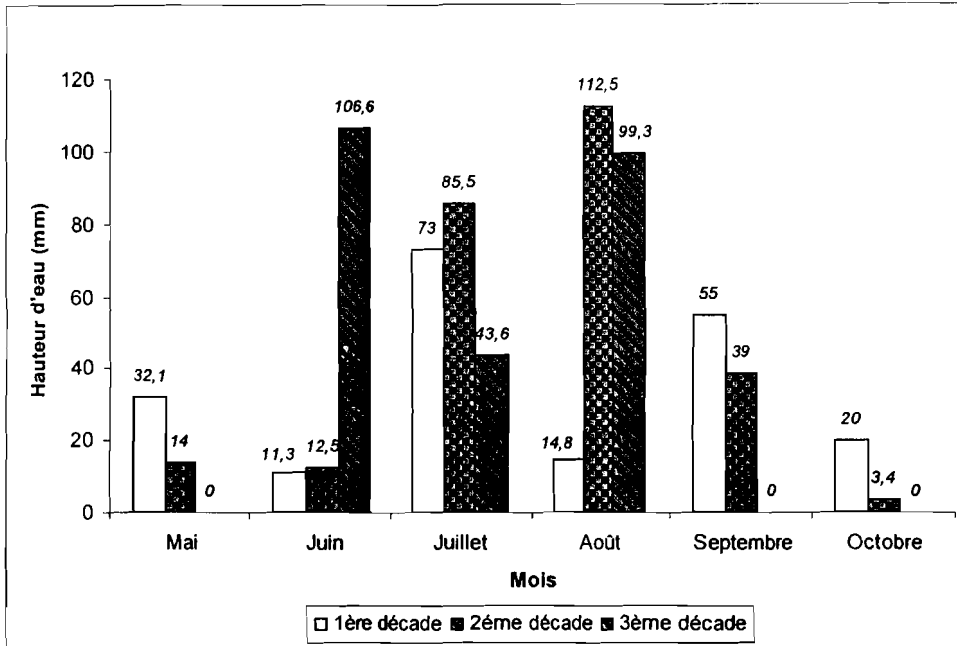
Annexe 3: caractéristiques des zones agro écologiques de la région de l'Est

critères	Zone Nord (Gnagna, Komandjari)	Zone Centre et Sud (Gourma, Kompienga)	Zone Est (Tapoa)
Pluviométrie annuelle (mm)	400 à 600	> 900	600 à 900
Densité population (hab./km ²)	20 à 50	>20	<20
Caractéristiques météorologiques	Zone sahélienne	Zone Sud soudanienne (Kompienga) et Nord soudanienne (Gourma)	Zone Nord soudanienne
Type de végétation	Savane arborée claire au Sud et arbustive dans le nord	Savane arborée claire avec quelques particularités au sud relevant du secteur soudanien méridional	Savane arborée claire avec quelques particularités au sud relevant du secteur soudanien méridional
Disponibilité en ressources naturelles			
- terres cultivables	Moyenne	Forte	Moyenne
- eau de surface	Faible	Moyenne	Faible
- végétation	Faible	Forte	Faible
Etat de dégradation des ressources naturelles	Moyen	Faible	Faible
Particularités des systèmes de culture dire un peu plus sur les SC (rotation, assolement, fertilisation, jachère ?)	Arachide, Riz irrigué, Cultures maraîchères	Mil hâtif, Coton, Patate, Cultures maraîchères	Mil hâtif, Igname, Coton, Manioc, Patate
Systèmes d'élevage (essentiellement extensif) : Petits et gros ruminants (Caprins, ovins, Bovins) Monogastriques (Porcins, Volaille,) Equidés (Asins, Equins)	Elevage sédentaire (agropastoral), Pastoral en Transit (Transhumance)	Elevage sédentaire (agropastoral), Pastoral en (Transit et accueil de transhumants)	Elevage sédentaire (agropastoral), Pastoral en (Transit et accueil de transhumants)
Principaux types de sols	Ferrugineux, Gravillonnaires et Bruns eutrophes	Ferrugineux tropicaux à profondeur variable	Ferrugineux tropicaux peu profonds et sols hydromorphes
Echanges commerciaux	faible	moyen	Moyen
Groupes ethniques dominants	Gourmantché, Peuhl, Mossi	Gourmantché, Mossi, Peuhl,	Gourmantché, Peuhl,

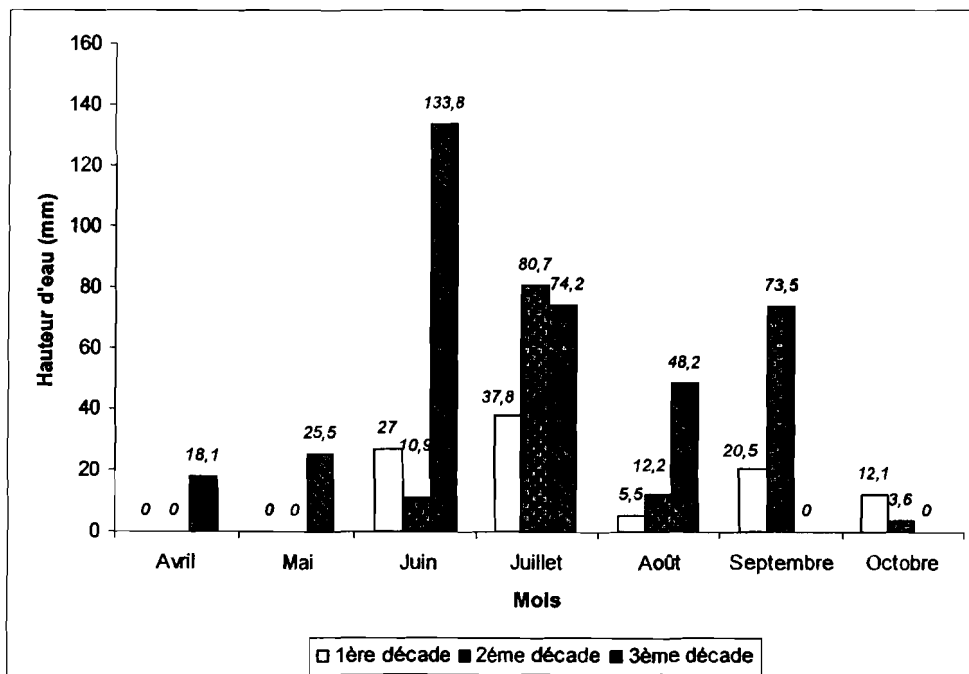
Source : Adapté de l'INERA, 1993

Annexe 4 : pluviométrie de la région de l'Est, campagne 2008/2009

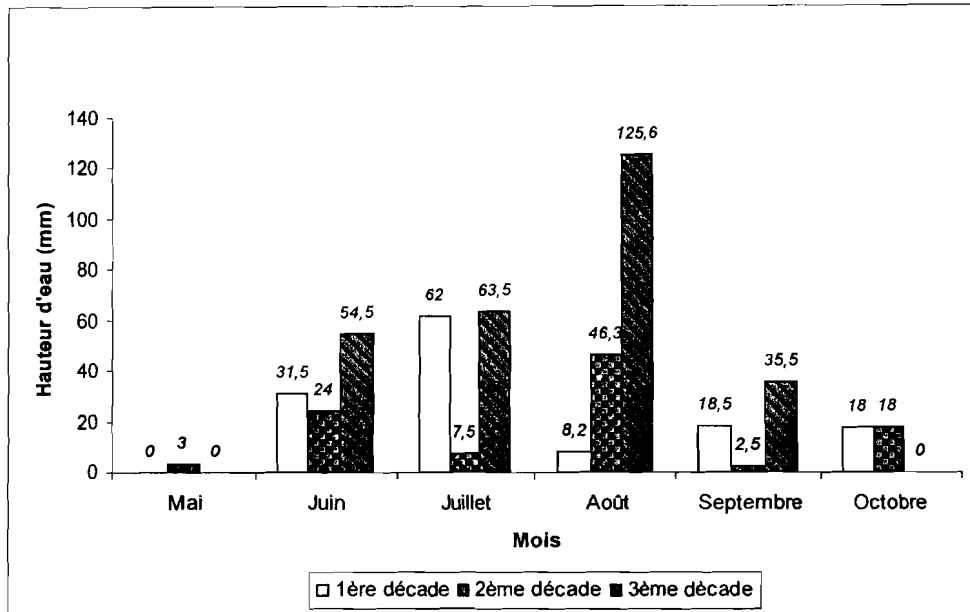
Annexe 4a : Pluviométrie dans la province de la Komandjari durant la campagne agricole 2008



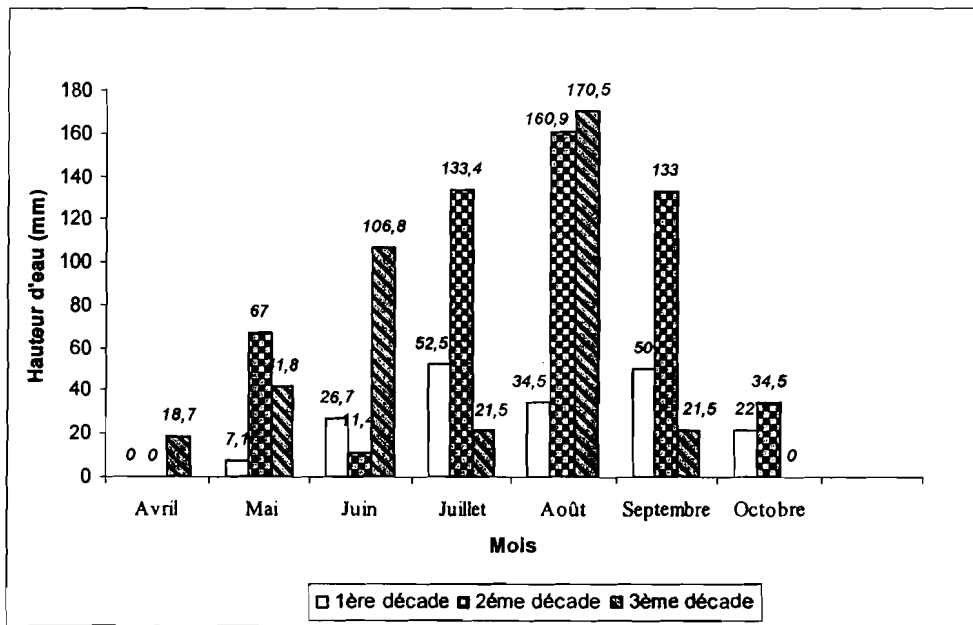
Annexe 4b : Pluviométrie dans la province de la Gnagna durant la campagne agricole 2008



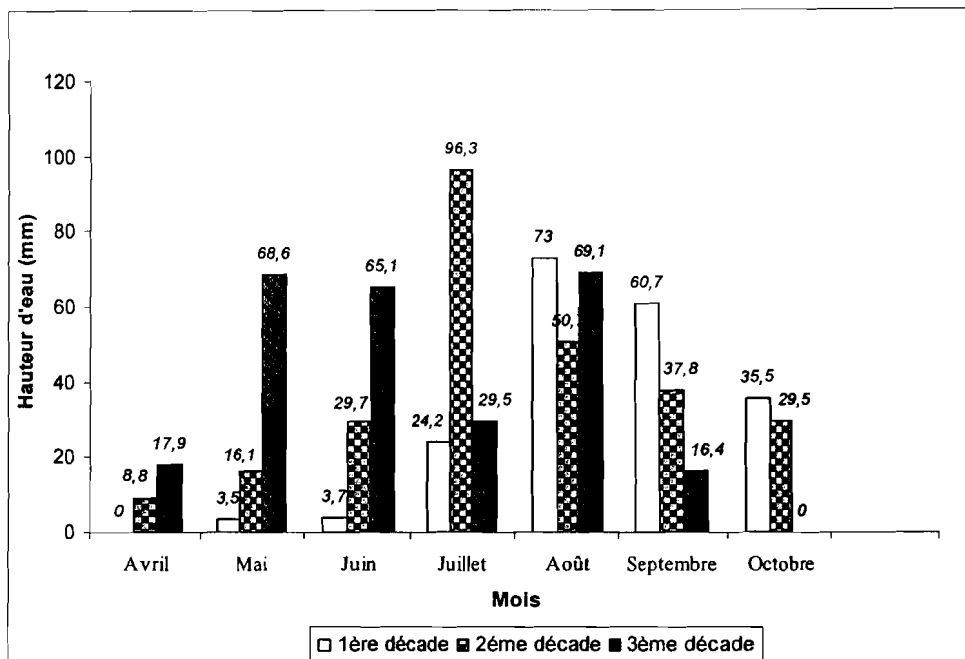
Annexe 4c : Pluviosité à Manni durant la campagne 2008



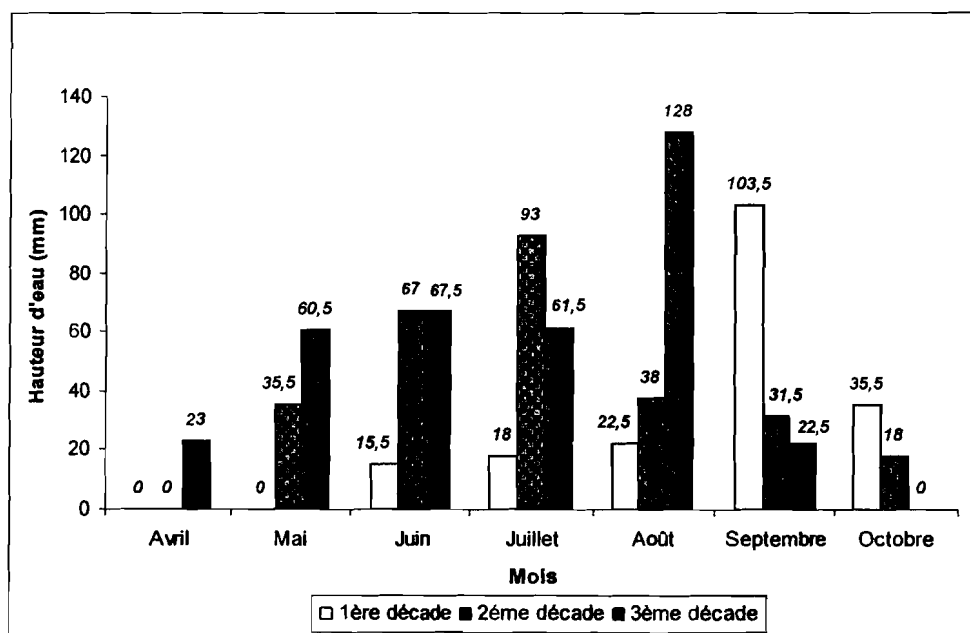
Annexe 4d : Pluviosité de la province du Gourma durant la campagne 2008



Annexe 4e: Pluviosité de la province de la Tapoa durant la campagne 2008



Annexe 4f : Pluviosité de la province de la Kompiénga durant la campagne 2008



Annexe5: Evaluation participative (Méthode de la notation matricielle)

Nom du producteur

Date:.....

Village:.....

Technologies	Note Totale	Critère 1 Levée	Critère 2 Croissance	Critère 3 Floraison	Critère 4 Paille	Critère5 Rendement
T ₁						
T ₂						
T ₃						
T ₄						
...						
T _n						

La notation va de 1 (faible, pauvre, mauvais par exemple) à 5 (fort, haut ou bon par exemple)

Source :LOMPO François (2004)

Annexe 7 : village d'action du Consortium Recherche-Action

