

## Perceptions paysannes d'options technologiques de gestion intégrée de la fertilité des sols sous cultures de sorgho et de niébé dans la région Est du Burkina Faso

### [ Farmers' perceptions of technological options for integrated soil fertility management under sorghum and cowpea crops in the eastern region of Burkina Faso ]

*Pouya Mathias Bouinzemwendé, Serme Idriss, Gnankambary Zacharia, Zoumboudre Georges, Somda B. Béatrice, Kiba D. Innocent, Sedogo Michel Papaoba, and Lompo François*

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (CNRST), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Burkina Faso's agricultural systems are space-intensive and are characterized by their low productivity. In the past, a shifting cultivation system with fallow was practiced by farmers. With demographic pressure and the migratory phenomenon, this traditional system of regeneration and management of soil fertility has almost disappeared. The search for manure formulas adapted to the main crops of the East was the object of our study. To this end, a participatory evaluation using the matrix scoring method made it possible to establish the value of these combinations of manures. The study covered thirty (30) fields in leached tropical ferruginous soils with a sandy clay texture (Kotchari, Pentinga). The participatory evaluation by producers made it possible to assess the probability of acceptance of several manure formulas by them. This probability of accepting the manure options generally reflects the performance of a combination of manures and the producers' preference for this manure. For the producer, yield, economic reproducibility, accessibility to inputs and valuation of labor constitute criteria for the adoption or rejection of a manure formula. The cultural weight of speculation is also a criterion for adopting a fertilizer formula. It emerges from this participatory evaluation: the relevance of the organo-phosphate manure formulas (5t / ha fo + 50Kg / ha Urea 5t / ha; fo + 200Kg / ha BP + 50Kg / ha Urea and 5t / ha fo + 200Kg / ha BP + 50Kg / ha Urea + 150Kg / ha NPK on sorghum; 200Kg / ha + 100Kg / ha NPK BP 200Kg / ha BP + 50Kg / ha Urea). It is therefore advisable to produce enriched composts with a view to intensification. Organo-mineral manure is essential for the peasants in a perspective of sustainable intensification and in their agro-socio-economic criteria. The agronomic effectiveness of rock phosphate associated with mineral fertilizers (Urea, NPK especially) on cowpeas is perceived and seems a less expensive alternative. Judicious management of local resources (natural phosphates, organic matter) combined with good cultivation techniques (crop associations and rotations) can be an alternative to the use of imported fertilizers and an approach for the development of sustainable agriculture.

**KEYWORDS:** technological options, fertility, soils, peasant perceptions, Burkina Faso.

**RESUME:** Les systèmes agricoles du Burkina Faso sont extensifs et sont caractérisés par leur faible productivité. Dans le passé, un système de culture itinérante avec jachère était pratiqué par les agriculteurs. Avec la pression démographique et au phénomène migratoire, ce système traditionnel de régénération et de gestion de la fertilité des sols a quasiment disparu. La recherche de formules de fumures adaptées aux principales cultures de l'Est a fait l'objet de notre étude. Une évaluation participative à travers la méthode de la notation matricielle a permis d'établir l'intérêt des producteurs pour les différentes options de gestion de la fertilité. L'étude a porté sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés et à texture sablo-argileux, trente (30) champs ont été étudiés (Kotchari, Pentinga). L'évaluation participative par les producteurs a permis d'évaluer la probabilité d'acceptation de plusieurs formules de fumures par ces derniers. Cette probabilité d'acceptation des options de

gestion de la fertilité traduit en règle générale la performance d'une combinaison de fumures et la préférence des producteurs portée à cette option. Pour le producteur, le rendement, la reproductibilité économique, l'accessibilité aux intrants et la valorisation de la main d'œuvre constituent des critères d'adoption ou de rejet d'une formule de fumure. Le poids culturel de la spéculation est aussi un critère d'adoption d'une option de fumure. Il ressort de cette évaluation participative: la pertinence des formules de fumure organo-phosphatées (5t/ha fo+50Kg/ha Urée 5t/ha; fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée et 5t/ha fo+200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée+150Kg/ha NPK sur sorgho; 200Kg/ha+100Kg/ha NPK BP 200Kg/ha BP+ 50Kg/ha Urée). Ainsi est-il recommandé la production des composts enrichis dans une perspective d'intensification. La fumure organo-minérale s'avère incontournable pour les paysans dans une perspective d'intensification durable et selon leurs critères agro-socio-économiques. L'efficacité agronomique du phosphate naturel associé aux engrais minéraux (Urée, NPK surtout) sur le niébé est perçue par les producteurs et semble une alternative moins onéreuse. Une gestion judicieuse des ressources locales (phosphates naturels, matière organique) combinée à de bonnes techniques culturales (associations et rotations culturales) peut-être une alternative à l'utilisation des engrais importés et une démarche pour le développement d'une agriculture durable.

**MOTS-CLEFS:** options technologiques; fertilité, sols, perceptions paysannes, Burkina Faso.

## **1 INTRODUCTION**

L'autosuffisance alimentaire est toujours une priorité au Burkina Faso bien que 85% de la population active se soit consacrée à l'agriculture. Cette recherche de sécurité alimentaire est menacée par une pression démographique se traduisant par une pression foncière avec pour conséquence la baisse du niveau de fertilité des sols (Bacyé *et al.*, 2019; Tinguéri *et al.*, 2019 et Traoré *et al.*, 2020), des multiples phases de sécheresse et une mauvaise répartition tempo-spatiale des pluies (Simonneaux *et al.*, 2015; Gourfi *et al.*, 2018; Pouya *et al.*, 2020). En outre de nombreux travaux de recherche réalisés sur les sols du Burkina Faso ont révélé d'une part leur carence quasi générale en phosphore et d'autre part une acidification dès leur mise en culture. En effet les teneurs en phosphore total dans les sols non cultivés sont faibles et généralement inférieures à 200 mg /Kg (Kiba *et al.*, 2012, Pouya, 2014). D'autre part les sols agricoles du Burkina sont dans leur majorité des sols ferrugineux tropicaux caractérisés par leur pauvreté en matière organique avec des teneurs généralement inférieures à 2% (Kissou *et al.*, 2018; Bacyé *et al.*, 2019). La matière organique est considérée comme l'indicateur de qualité des sols et de l'agriculture durable le plus pertinent (Ouédraogo *et al.*, 2019; van Wesemael *et al.*, 2019). Ces facteurs (BP, MO) s'avèrent incontournables, dans le cadre d'une agriculture productive et durable. Le constat clé dans la région de l'Est est le risque d'une dégradation de plus en plus croissante des sols et la baisse de leur fertilité (agriculture minière et itinérante). Les problématiques 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) se pose dans cette zone. Dans un tel contexte, une approche intégrée et participative de gestion de la fertilité peut pallier à ce problème de sécurité alimentaire (Baptista, 2016; Saidou *et al.*, 2016; Pouya *et al.*, 2020). C'est justement la préoccupation de ce présent travail qui veut promouvoir les meilleures combinaisons de fumures à base de fumier et de phosphates naturels adaptées pour les principales cultures de l'Est. Il s'est fondé sur les hypothèses suivantes: (1) les formules de fumures à base de fumier et BP ont un impact agronomique; (2) les producteurs sont capables avec leurs propres critères socio-économiques de faire un choix des meilleures formules de fumures de fertilisation selon le type de culture.

## **2 MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **2.1 DESCRIPTION DU SITE L'ÉTUDE**

L'étude a été conduite dans les communes rurales de Kotchari (11°50'22" de latitude Nord, et 1°54'59" de longitude Est) et Peninga situés dans la province de la Tapoa (Kuela, 2000; DRED/MED, 2004). La province de la Tapoa dispose d'importantes ressources naturelles notamment en terres cultivables, en formations végétales et en zone de pâturages (partie sud). Ces ressources demeurent à ce jour relativement bien préservées du fait d'une faible densité de l'ordre de quatre (04) habitants/km<sup>2</sup> (Kuela, 2000; Guinko, 1984). Cette province est localisée dans la zone agro-climatique sud-soudanienne du Burkina Faso (Fontès et Guinko, 1995). La pluviométrie moyenne annuelle est de 880 mm et les températures varient entre 18° à 40°C. Les sols dans ces sites sont de type ferrugineux tropicaux avec une texture sablo-argileux.

## 2.2 MATÉRIEL DE L'ÉTUDE

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette recherche se compose du sorgho (Kapelga) à Pentinga et le niébé (KVX61-1) à Kotchari. Elles ont été semées aux écartements de 80 cm × 40cm pour le sorgho et de 40cm × 15cm pour le niébé.

Trois types d'engrais ont été utilisés: le NPKSB (14-23-14-1-5); l'urée (%) et le Burkina Phosphate (BP) ou phosphates naturels. Les phosphates naturels utilisés proviennent du gisement de Kodjari, localisé dans la région Est du Burkina et contiennent en moyenne 25 % de P2O5 (dont seulement 0,03 % sont soluble dans l'eau) et 35 % de CaO.

## 2.3 MÉTHODE

### 2.3.1 LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental sur le sorgho est composé de cinq parcelles élémentaires randomisées par producteur. Chaque parcelle correspond à une formule de fumure testée, répétée 10 fois à Pentinga. Chaque répétition est abritée par un producteur. Les traitements étudiés sont (tableau 1): Ts1: fo+Urée; Ts2: NPK+Urée; Ts3: fo+BP+Urée; Ts4: fo+BP+NPK+Urée et Ts5 intercropping (NPK+Urée)

Tableau 1. Traitement sur le sorgho

Site	Traitement	Formules de fumures			
		Fumure organique (t. ha <sup>-1</sup> )	NPK (kg. ha <sup>-1</sup> )	Urée (kg. ha <sup>-1</sup> )	Burkina phosphate (kg. ha <sup>-1</sup> )
Pentinga	Ts1	5	0	50	0
	Ts2	0	100	50	0
	Ts3	5	0	50	200
	Ts4	5	100	50	200
	Ts5 (Intercropping sorgho-niébé)	0	100	50	0
		0	50	0	150

Sur le niébé, quatre traitements différents ont été testés (Tn1: BP; Tn2: BP + Urée; Tn3: BP+NPK; Tn4: fo+NPK) sur quatre (04) parcelles élémentaires (tableau 2). Chaque parcelle élémentaire a reçu un traitement qui est répétée dix (10) fois. Les quatre (04) parcelles sont complètement randomisées chez chaque producteur.

Tableau 2. Traitement sur le niébé

Site	Traitement	Formules de fumures			
		Fumure organique (t. ha <sup>-1</sup> )	NPK (kg. ha <sup>-1</sup> )	Urée (kg. ha <sup>-1</sup> )	Burkina phosphate (kg. ha <sup>-1</sup> )
Kotchari	Tn1	0	0	0	200
	Tn2	0	0	50	200
	Tn3	0	100	0	200
	Tn4	5	100	0	0

Les dimensions des parcelles sont de: 15 m \*15 m soit 225 m<sup>2</sup> sous culture de sorgho et de 30 m\*15 m soit 450 m<sup>2</sup> sous culture de niébé. Les parcelles sont en général séparées par des allées de 1 m.

### 2.3.2 PRINCIPE DE L'ÉVALUATION PARTICIPATIVE DES FORMULES DE FUMURES TESTÉES

L'évaluation participative est une des méthodes d'analyse en agronomie qui concilie à la fois les objectifs d'une recherche donnée et la perception paysanne de cette recherche. Elle a utilisé la méthode de la notation matricielle adaptée par Lompo (2004). Elle a consisté à une discussion avec les producteurs sur les formules de fumures qu'il a testé. La méthode de la notation

matricielle est indiquée pour les producteurs individuels et lorsqu'on n'a pas plus de six (6) formules de fumures à évaluer. Il s'agit pour le producteur ou le groupe de producteurs de donner des notes aux différents attributs ou caractéristiques telles que les caractéristiques morphologiques induites par les formules de fumures (montaison, croissance, floraison, rendement grain...). Le rendement grain a été pris en compte dans notre étude. Notons que les attributs ou caractéristiques sont choisis par le ou les producteurs. L'évaluation participative se fait exactement comme dans le système classique d'évaluation scolaire ou académique où le producteur comme l'enseignant, évalue ou note les effets des traitements sur les attributs (ici le rendement grain). En pratique, le producteur donne des notes ou cotations en fonction de l'état physiologique ou morphologique de chaque traitement.

Ces cotations ou notes recueillies ont permis ensuite de calculer la probabilité d'acceptation des formules de fumures par les producteurs expérimentateurs. Ce qui traduit la performance et la préférence portée sur les formules de fumures en test. L'évaluation participative passe par trois étapes pour avoir son caractère tangible et pertinent:

- **Le classement empirique des formules de fumures** selon la préférence des producteurs (1= formule de fumure la plus préférée à 5= formule de fumure la moins préférée). A partir de la liste des cotations recueillies auprès des producteurs expérimentateurs, un tableau de classement empirique des formules de fumures est dressé.
- **La distribution des fréquences d'acceptation des formules de fumures.** A l'issue des résultats du classement empirique, un tableau de fréquence du nombre de fois qu'une formule de fumure est classée dans un rang donné est établi;
- **La distribution des probabilités cumulées d'acceptation des formules de fumures;** du précédent tableau, on calcule à partir de la formule ci-dessous la probabilité d'une formule de fumure d'être classée dans un certain rang et par conséquent la probabilité cumulée d'acceptation d'une fumure donnée. C'est la somme de la probabilité pour ce rang et des probabilités pour tous les rangs. Cette probabilité cumulée traduit la proportion d'acceptation d'une option technologique par les producteurs expérimentateurs.

$$\text{Probabilité} = \text{Fréquence} / \text{Nombre total des observations}$$

#### DÉMARCHE DE L'ÉVALUATION PARTICIPATIVE ET DE LA MENSURATION DU RENDEMENT GRAIN

La procédure de l'évaluation participative a consisté à une présentation et une discussion des objectifs et attentes de l'évaluation, des observations pratiques dans les parcelles concernées par les formules de fumures expérimentées et à une vérification de l'exactitude des informations recueillies par une restitution de l'évaluation au producteur. Au total vingt (20) producteurs ont été concernés par l'évaluation participative.

L'évaluation parcellaire du nombre d'heure homme a été faite par le producteur lui-même. Cela correspond au temps moyen mis par le producteur pour les différents itinéraires techniques (préparation du sol, semis, apports d'engrais, sarclage, récolte...).

Pour ce qui est du rendement grain au niveau parcellaire, il a été obtenu par pesée directe à l'aide d'un peson.

### 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 RÉSULTATS

##### 3.1.1 PERCEPTIONS DES PRODUCTEURS DES FORMULES DE FUMURES SUR LA CULTURE DU SORGHO

**Tableau 3. Rendement agronomique et perception paysanne des options de fumures sur le sorgho**

Option de fumures	Rendement grain (Kg/ha)	Résultats de l'évaluation participative		
		Classement empirique (Rang)	Probabilités d'acceptation en ordre 3 (%)	Total M.O.F. (hr)
Ts1 (fo+Urée)	795	1	77	264
Ts2 (NPK+urée)	746	4	63	289
Ts3 (fo+BP+urée)	822	3	69	299
Ts4 (fo+BP+NPK+urée)	811	2	71	318
Ts 5 (NPK+urée)	505	4	63	302

*MOF: main d'œuvre familiale; hr: homme heure, fo: fumure organique*

Les moyennes arithmétiques sur le sorgho les plus élevées ont été obtenues avec les fumures organo-phosphatées (T3 = fo+BP+urée; Ts4= fo+BP+NPK+urée) et la fumure organo-minérale (fo+Urée) (tableau 3). Lorsqu'on considère le classement empirique des options de formules de fumures, la formule de fumure Ts1 (fo+Urée) a été la plus préférée par les producteurs. Les formules de fumures Ts4 (fo+BP+Urée+NPK) et Ts3 (fo+BP+Urée) ont occupé ensuite, respectivement les rangs 2 et 3. Les combinaisons Ts2 et Ts5 sont ex aequo du rang 4. On a obtenu le classement: Ts1>Ts4>Ts3>Ts2=Ts5.

En ce qui concerne la distribution des probabilités cumulées des options de formules de fumures (figure), le plus fort taux d'acceptation a été obtenu avec la Ts1=fo+Urée (77%) suivi de la Ts4= fo+BP+Urée (71%), en ordre de classement 2. En ordre de classement 2, on obtient: Ts1>Ts4>Ts3>Ts2>Ts5 (figure 1).

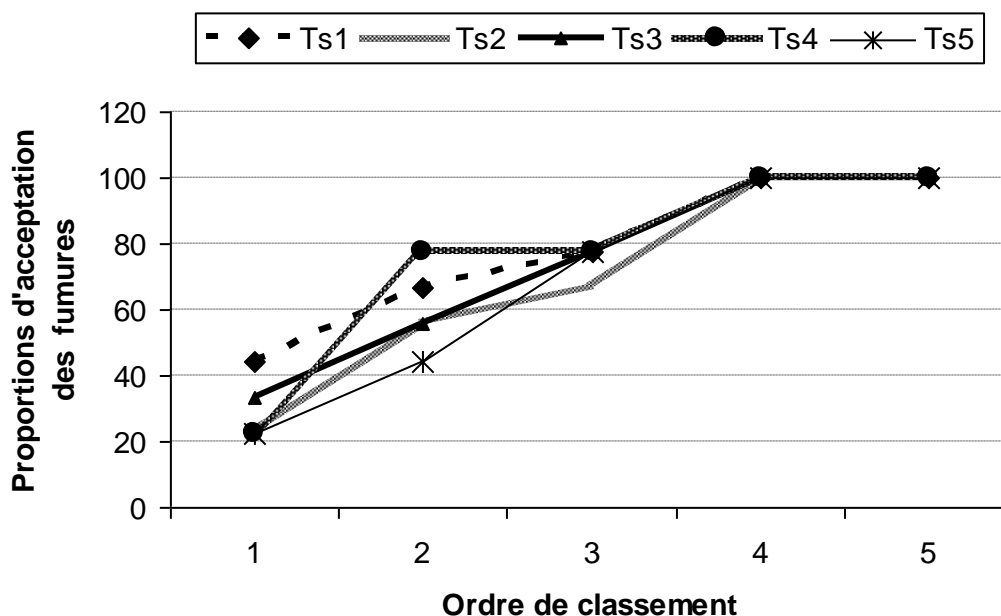


Fig. 1. Probabilités cumulées d'acceptations des options de formules de fumures sur le sorgho

En outre, du point de vue du temps mis pour réaliser les différentes opérations culturales, les parcelles P3, P4 et P5 correspondant aux fumures Ts3, Ts4 et Ts5 ont enregistré les nombres d'heure les plus élevés soit respectivement 299 hr; 302 hr; 318 hr.

### 3.1.2 PERCEPTIONS DES PRODUCTEURS DES FORMULES DE FUMURES SUR LA CULTURE DU NIÉBÉ

Tableau 4. Rendement agronomique et perception paysanne des options de fumures sur le niébé

Option de fumures	Rendement grain (Kg/ha)	Résultats de l'évaluation participative		
		Classement empirique (Rang)	Probabilités d'acceptation en ordre 3 (%)	Total M.O.F. (hr)
Tn1 (BP)	777	3	67	257
Tn2 (BP+urée)	815	2	79	304
Tn3 (BP+NPK)	855	1	88	297
Tn4 (fo+NPK)	837	4	59	319

Le classement empirique sur le niébé est fait par les paysans en faveur de la Tn3. Par ordre croissant de préférence: Tn4<Tn1<Tn2<Tn3 (tableau 4).

En ordre de classement 2 les fumures Tn1, Tn2 et Tn3 sont potentiellement adoptées par les producteurs avec chacune une probabilité estimée respectivement à 67%; 83% et 88% (figure 2).

Le classement agronomique (rendement) quant à lui tranche avec celui de l'évaluation participative, Les moyennes arithmétiques par ordre croissant: Tn1<Tn2<Tn4< Tn3 ont été obtenu.

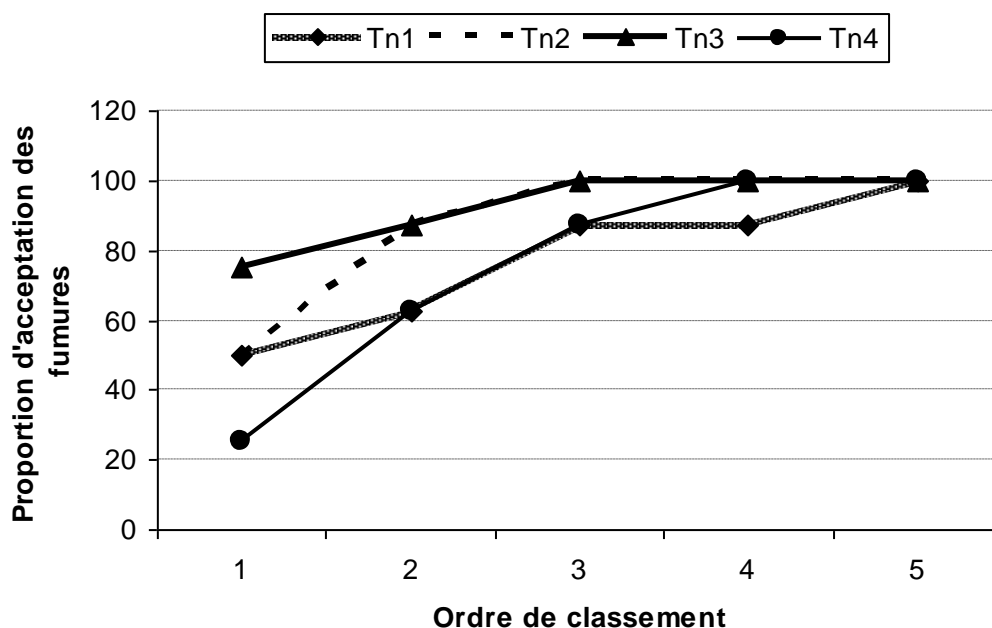


Fig. 2. Probabilités cumulées d'acceptations des options de formules de fumures sur le niébé

### 3.2 DISCUSSION

Nos résultats montrent que les formules de fumures n'ont pas un effet statistiquement significatif sur le rendement grain des deux cultures. Ces résultats s'expliquent par l'irrégularité des précipitations observée au cours de la campagne agricole et par l'arrêt brutal des pluies pendant la phase d'épiaison du sorgho et du niébé. Ce qui a entraîné l'échaudage des grains. En effet l'échaudage en fin de cycle peut survenir lorsque les pluies sont insuffisantes (Semcheddine, 2015; Likoko *et al.*, 2018; Issoufou *et al.*, 2019). Pieri (1984), Sharma and Thind (2016) et Likoko *et al.*, (2019a) ajoutent que même si la fertilisation permet de tamponner les effets climatiques tels que le stress hydrique et les températures élevées, il existe des effets pervers des engrais en cas d'alimentation hydrique insuffisante des cultures. Cela compromettrait le développement normal de la culture et donc le rendement des cultures.

Sur le sorgho, les résultats d'évaluation participative par les producteurs montrent une plus grande préférence des formules de fumures Ts1 (fo+Urée), Ts3 (fo+BP+Urée) et Ts4 (fo+BP+Urée+NPK). En ordre de classement 2 déjà, elles ont une probabilité moyenne d'acceptation de 72 %. Ces résultats confirment ceux des tests agronomiques, ce qui traduit en même temps les réponses de la culture aux différentes formules de fumures testées. En effet la formule de fumure organo-phosphatée Ts4 (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 rejoignent ceux de Lompo *et al.*, (2009) et Bambara *et al.*, (2019) qui ont constaté une action complémentaire des formules de fumure à base de fumier et de phosphate naturel avec les engrais minéraux. La fumure organo-minérale Ts1 (fo+urée) est plus efficace que la fumure organo-minérale associant le BP (Ts3). Cela s'expliquerait probablement par la faible solubilité du BP qui pose le problème de sa disponibilité; (Kiba *et al.*, 2012; Morel *et al.*, 2017).

En première année d'expérimentation on a obtenu un effet direct de la fumure organo-minérale qui a induit une production plus élevée par rapport à la fumure minérale. Par sa minéralisation, la matière organique contribue à la nutrition des cultures par l'apport aussi bien des éléments majeurs (N, P et K) que des oligo-éléments. Elle piègerait les éléments minéraux très solubles sous forme de réserve, réduisant ainsi leur perte par lixiviation ou par ruissellement. La fumure organo-minérale permet un transfert véritable de la fertilité des sols (Jiang *et al.*, 2016; Ball *et al.*, 2017; Komé *et al.*, 2018), permet d'atténuer les phénomènes de dégradation du sol et améliorer l'efficacité des engrais minéraux (Kohio *et al.*, 2017; Krasilnikov *et al.*, 2016), et permet d'obtenir des rendements élevés plus ou moins stables (Gourfi *et al.*, 2018).

La rationalité du producteur est vraisemblablement corrélée à la réalisation de l'optimum économique que de la qualité des fertilisants à améliorer la productivité des sols. En termes clairs pour ainsi parodier Akpo *et al.*, (2016) et Aimé *et al.*, (2020), les producteurs n'adoptent une formule de fumure parce qu'elle améliore la fertilité de ses sols mais plutôt parce qu'elle est économiquement rentable. Ce qui justifie le choix de la fumure organo-minérale (fo+Urée) qui a un potentiel d'adoption élevé (77%) par rapport aux fumures organo-phosphatées (fo+BP+Urée; fo+BP+Urée+NPK). Une autre explication de cette préférence s'explique par la complexité des traitements Ts3 et Ts4 qui exigent en intrants et en main d'œuvre (299 et 318 hr<sup>-1</sup> / Ts1= 264 hr<sup>-1</sup>). Le producteur adopte une technique qui absorbe moins en temps et en argent. Delville (1996) et Kuria *et al.*, (2019) sont arrivés aux mêmes conclusions en mettant l'accent sur l'itinéraire technique qui peut amener à l'acceptation ou au refus d'une formule de fumure.

En ce qui concerne le système de culture, le choix des producteurs est porté sur la culture pure (comparaison de Ts2 et Ts5). On pourrait expliquer ce résultat par le fait que les producteurs n'ont pas une bonne maîtrise de l'intercropping ou que ce système de culture ne fait pas partie de leurs habitudes ou façons culturales. Cela se traduit agronomiquement par la compétition intra-cultures qui limite le potentiel de production des cultures. En effet deux cultures d'espèce différente expriment des besoins divers pour la lumière, les éléments nutritifs et l'eau, etc. La culture pure réduit vraisemblablement les compétitions inter-cultures.

A ce niveau aussi, le choix des formules de fumures par les producteurs est guidé par le rendement de la culture.

On a obtenu sur le niébé ce classement: Tn3 (BP+NPK) > Tn2 (BP+Urée) > Tn1 (BP) > Tn4 (fo+NPK). Cette classification tranche avec celle obtenue sur les tests agronomiques qui ne notent aucune différence significative entre les formules de fumures pour le critère rendement grain (les moyennes numériques de la production sont par contre différentes). 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; Kuria *et al.*, 2019). Volume de production physique à l'unité de surface, le rendement est le résultat visible pour le producteur, l'unité de production mise en place (Kuria *et al.*, 2019). Le temps imparti à l'épandage des engrais explique aussi la différence du classement entre celui issu de la méthode d'évaluation participative et celui obtenu avec les tests agronomiques (Tn1= 257 hr<sup>-1</sup>; Tn2=304 hr<sup>-1</sup>; Tn3=297 hr<sup>-1</sup>; Tn4=319 hr<sup>-1</sup>). En effet les producteurs adoptent les formules de fumures qui demandent moins de temps pour leur épandage. Une autre explication imputable à cette divergence de classement est la disponibilité des intrants surtout le fumier ou le compost. Des précédentes investigations réalisées par Pouya (2008) sur ce site il en ressort en effet une faible pratique de la fertilisation organique.

La combinaison (BP+NPK) semble efficace sur la solubilisation des phosphates naturels. Lompo *et al.*, (2009) expliquent cela par une action synergique entre l'association (BP+engrais) favorisée par les conditions climatiques (humidité) et édaphiques (Bationo *et al.*, 2006; Ibrahima *et al.*, 2017) et par la nature de la culture (Bado, 2002). La performance de la combinaison BP+NPK s'explique aussi par la contribution du NPK en ses éléments disponibles et solubles N, P et K qui joueraient chacun un rôle spécifique dans la solubilisation des phosphates naturels.

Ces résultats de l'évaluation participative sont en conformité avec les résultats des tests agronomiques. Trois facteurs guident de façon latente le choix voire l'acceptation d'une formule de fumure par les producteurs:

- L'itinéraire technique (le plus rentable, la formule de fumure qui offre la meilleure productivité à ces facteurs);
- Le coût à l'investissement pour les formules de fumures;
- La production potentielle de la formule de fumure

Le dernier facteur semble selon Delville (1996), la logique paysanne d'adoption d'une formule de fumure donnée.

#### 4 CONCLUSION

L'évaluation participative s'impose comme un nouvel outil d'analyse agronomique performant. Elle présente l'avantage d'être diagnostique, participative et surtout, conciliatrice des objectifs de la recherche avec la perception des producteurs vis-à-vis de nouvelles technologies en expérimentation.

La rationalité du producteur à l'acceptation d'une (ou plusieurs) formule de fumure (s) à travers la méthode de la notation matricielle, est plus corrélée par le poids culturel intrinsèque de la spéculation dans le terroir; la rentabilité économique (rendement) et enfin la productivité de la main d'œuvre familiale. De ces critères de choix, la formule de fumure organo-minérale (fo + urée), la culture pure du sorgho (NPK + urée) et surtout les formules de fumures organo-phosphatées

(fo+BP+Urée; fo+BP+Urée+NPK) sur le sorgho et les combinaisons à base de phosphates naturels (BP+urée; BP+NPK) sur le niébé ont été retenues comme meilleures formules de fumures par les producteurs.

Il est aussi ressorti que l'urée et surtout le NPK joue un rôle important dans l'efficacité agronomique des phosphates naturels (solubilité). Des actions de vulgarisation effective du compostage, avec l'usage du phosphate naturel sont à renforcer pour améliorer la qualité du compost. Cela présente les avantages: (i) de résoudre la difficulté d'épandage des phosphates naturels; et (ii) d'améliorer la solubilité des phosphates naturels et par conséquent la qualité du compost.

## REFERENCES

- [1] B. BACYE, H. S. KAMBIRE et A. S. SOME, Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (6): 2930-2941, October 2019 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.39>.
- [2] L. B. Tinguéri, V.M.C. Bougouma-Yameogo, M. Blanchard, Évaluation de la durabilité des pratiques hors-normes de gestion de la fumure organique dans l'Ouest du Burkina Faso. In: *Les zones cotonnières africaines: Dynamiques et durabilité. Acte du colloque de Bamako, 2019.* Soumaré Mamy (ed.), Havard Michel (ed.). CIRAD, IER, USSGB. Bamako: Edis, Résumé, 365-379. ISBN 978-99952-56-98-2 Colloque international sur les dynamiques et durabilité des zones cotonnières africaines, Bamako, Mali, 21 Novembre 2017/24 Novembre 2017.
- [3] A. Traoré, L. P. Yaméogo, I. A. N. DA, K. Traoré, P. Bazongo et O. Traoré, Effet de la formule unique d'engrais 23-10-05 +3,6S+2,6Mg+0,3Zn sur le rendement du maïs Barka dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. *Afrique SCIENCE* 16 (1) (2020) 260-270, 2020. ISSN 1813-548X, 2020. <http://www.afriquescience.net>.
- [4] V. Simonneaux, A. Cheggour, C. Deschamps, F. Mouillot, Cerdan, Y. Le Bissonnais, Land use and climate change effects on soil erosion in a semi-arid mountainous watershed (High Atlas, Morocco). *Journal of Arid Environments*, 122: 64-75, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.06.002>.
- [5] A. Gourfi, L. Daoudi, Z. Shi, The assessment of soil erosion risk, sediment yield and their controlling factors on a large scale: Example of Morocco. *Journal of African Earth Sciences*, Volume 147, November 2018, Pages 281-299. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.06.028>.
- [6] M. B. Pouya, M. O. Savadogo, J. Ouédraogo, I. Sermé, G. Vognan, D Dakuo, M. P. Sedogo and F. Lompo, Déterminants socio-économiques de la dégradation des sols et de l'adoption des technologies de gestion de la fertilité des sols selon les perceptions paysannes dans les zones cotonnières du Burkina Faso. *Asian Journal of Science and Technology*, Vol. 11, Issue, 06, June, 2020. pp.11003-11011.
- [7] D. I. KIBA, N. Armel, E. Compaore, P. M. Sedogo, and E. Frossard, "The diversity of fertilization practices affects soil and crop quality in urban vegetable sites of Burkina Faso," *Eur. J. Agron.*, no. 38, 2012. pp. 12–21.
- [8] M. B. POUYA, Investigation en milieu paysan et capitalisation des résultats de référentiels de longues durées sur les modes de gestion de la fertilité des sols dans les agro-systèmes cotonniers du Centre et de l'Ouest du Burkina- Faso. Thèse de Doctorat Unique (PhD) de l'Université Polytechnique de Bobo (UPB), Option: Systèmes de production Végétale/ Spécialité: Sciences du Sol, 2014. 191 p.
- [9] R. Kissou, Z. Gnankambary, H. B. Nacro, M. P. Sedogo, Classification locale et utilisation des sols en zone sahélienne au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 12, N° 1, 2018. pp. 610-617.
- [10] R. A. Ouédraogo, F. C. Kambiré, M. P. Kestemont, C. L. Bielders, Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cah. Agric.* 28: 20.9, 2019. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019021>.
- [11] B. van Wesemael, C. Chartin, M. Wiesmeier, M. Lützw, E. Hobley, M. Carnol, I. Krüger, M. Champion, C. Roisin, S. Hennart,, I. Kögel-Knabner., An indicator for organic matter dynamics in temperate agricultural soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment* Volume 274, 15 March 2019, Pages 62-75, 2019.. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.01.005>.
- [12] Baptista I., Stratégies pour la gestion durable des sols au Cabo Verde: défis liés à l'environnement et aux moyens de subsistance. In *La gestion durable des sols: clé pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique.* FAO: Nature & Faune Volume 30, Numéro 1 pp 27-30, 2016. <http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/>.
- [13] A. K. Saïdou et A. Ichaou, Gestion durable des sols au Niger: Contraintes, défis, opportunités et priorités. In *La gestion durable des sols: clé pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique.* FAO: Nature & Faune Volume 30, Numéro 1 pp 31-34, 2016. <http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/>.
- [14] D.T. Kuela, Monographie de la province de la Tapoa. Population et développement. CONAPO et PPLS/DREED-Est et CPAT/TAO, 2000.
- [15] DRED/MED, Monographie de la province de la Tapoa. Population et Développement. Projet BKF05/02/03, 2004.
- [16] S. Guinko, Végétation de Haute-Volta. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Bordeaux III, Bordeaux, France, 1984. 394 p.



- [17] J. Fontès, S. Guinko, Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Institut de la Carte International de la Végétation. Université Toulouse France; Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 1995. 66 pp.
- [18] F. Lompo, Guide pour la conduite des évaluations participatives des technologies. INERA, Département GRN/SP, 2004.32 p.
- [19] N. Semcheddine, Evaluation de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) par l'étude du bilan hydrique et des paramètres phéno morpho-physiologiques. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Département des Sciences Agronomiques, Faculté SNV, UFA Sétif 1, 2015..
- [20] B. A. Likoko, K. Murefu, A. G. Likoko et N. B. Posho, Effets des biomasses de légumineuses ligneuses sur la croissance et le rendement du maïs en couloir sur un ferralsol de Yangambi, RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 131, 2018. pp 13382-13391. 17.
- [21] O. H. Issoufou, S. Boubacar, T. Adam, B. Yamba, Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. *African Crop Science Journal*, Vol. 25, No. 2, pp. 207 – 220, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/acsj.v25i2.6>.
- [22] C. Pieri, Conduite de la fertilisation des cultures vivrières en zone semi-arides. In: La sécheresse en zone intertropicale, pour une lutte intégrée. Actes du Colloque "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical: quelles recherches pour le moyen terme ?", 1984. pp.363-381.
- [23] M. Sharma and S. K. Thind, Effect of water deficit on accumulation of proteins in wheat seedlings correlates with grain filling. *Indian Journal of Agricultural Research*, 50 (6): 635-638, 2016.
- [24] B. A. Likoko, N. Mbifo, L. Besango, T. Totiwe, D.H. Badjoko, et al., Climate Change for Yangambi Forest Region, DR Congo. *J Aqua Sci Oceanography* 1: 203, 2019a.
- [25] F. LOMPO, Z. SEGDA, Z. GNANKAMBARY, N. OUANDAOGO, Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. *Tropicultura*, 27 (2) 105 -109, 2009.
- [26] D. Bambara, J. Sawadogo, A. Bilgo, E. Hien, D. Massé, Monitoring of Composting Temperature and Assessment of Heavy Metals Content of Ouagadougou's Urban Waste Composts. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences* June 2019, Vol. 8, No. 1,2019. pp. 72-81 ISSN: 2334-2404 (Print), 2334-2412 (Online) Copyright © The Author (s). All Rights Reserved. Published by American Research Institute for Policy Development,2019. DOI: 10.15640/jaes.v8n1a8 URL: <https://doi.org/10.15640/jaes.v8n1a8,2019>.
- [27] C. Morel, S. Houot, D. Montenach, A. Michaud, F. Hammel, V. Mercier, P. Denoroy, Dynamique à long terme du phosphore dans deux essais au champ du réseau SOERE-PRO SOERE-PRO. Observatoire de recherche en environnement pour l'étude du recyclage agricole de Produits Résiduaux Organiques. 13èmes RENCONTRES COMIFER-GEMAS, 8 et 9 novembre 2017, Nantes, (2017) 12 p.
- [28] C. Jiang, X. Ren, H. Wang, D. Lu, C. Zu and S. Wang, Optimal Nitrogen Application Rates of OneTime Root Zone Fertilization and the Effect of Reducing Nitrogen Application on Summer Maize Sustainability, 11 (2019) 2979 [20],,2019.
- [29] B. C. Ball, R. M. Guimarães, Cloy J. M., Hargreaves P. R., Shepherd T. G., McKenzie B. M., Visual soil evaluation: a Abstract of some applications and potential developments for agriculture. *Soil and Tillage Research*, Vol. 173, pp. 114- 124,2017.
- [30] G. K. Kome, R. K. Enang, B. P. K. Yerima, Knowledge and management of soil fertility by farmers in western Cameroon. *Geoderma regional*, Vol. 13, 2018. pp. 43-51.
- [31] E. N. Kohio, A. G. Toure, M. P. Sedogo, K. J.M. Ambouta, Contraintes à l'adoption des bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres dans les zones soudaniennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (6): 2982-2989, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.34>.
- [32] P. Krasilnikov, O. Makarov, I. Alyabina, F. Nachtergaele, Assessing soil degradation in northern Eurasia. *Geoderma regional*, Vol. 7, N° 1, 2016.pp. 1-10.
- [33] M. Akpo, A. Saïdou, I. Yabi, I. Balogoun, B. Bio Bigou, Indicateurs paysans d'appréciation de la qualité des sols dans le bassin de l'Okpara au Bénin. *Etude et Gestion des Sols*, Vol.23, 2016. pp. 53-65.
- [34] A. B. Heri-Kazi & C. L. Biolders, Dégradation des terres cultivées au Sud-Kivu, R.D. Congo: perceptions paysannes et caractéristiques des exploitations agricoles, *BASE [En ligne]*, Volume 24 (2020), Numéro 2, 99-116, 2020. URL: <https://popups.uliege.be/443/1780-4507/index.php?id=18544>.
- [35] P. L. Delville, Gérer la fertilité des terres dans les pays du sahel. *Diagnostics et conseils aux paysans*. CTA-GRET. Collection << le point sur >>, 1996. 397p.
- [36] A. W. Kuria, E. Barrios, T. Pagella, C. W. Muthuri, A. Mukuralinda, F. L. Sinclair, Farmers' knowledge of soil quality indicators along a land degradation gradient in Rwanda. *Geoderma regional*, Vol. 16,, 2019.pp. 1-16.

- [37] M. B. POUYA, 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).Ingéniorat, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 2008. 90p.
- [38] A. Bationo, A. Hartemink, O. Lungu, M. Naimi, P. Okoth, E. Smaling, L.Thiobiano, African soils: Their productivity and profitability of fertilizer use. Background paper prepared for the African fertilizer summit; Abuja, Nigeria, June, 9-13, 2006; 20p.
- [39] A. Ibrahima, P. Souhore, B. Hassana, H. Babba, Farmers' perceptions, indicators and soil fertility management strategies in the sudano-guinea savannahs of Adamawa, Cameroon. International Journal of Development and Sustainability. Vol. 12, N° 6, 2017. pp. 2035-2057.
- [40] B. V. Bado, Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne au Burkina- Faso. Thèse de doctorat de troisième cycle, université Laval Québec, 2002. 148p.