

## Analyses agro-économique des technologies de maintien et d'amélioration de la fertilité des sols dans la zone cotonnière de Dano (Burkina Faso)

F. Noufe<sup>1\*</sup>, K. Coulibaly<sup>1</sup>, A. Kambou<sup>2</sup>, S. Traore<sup>2</sup> & H. Tankoano<sup>2</sup>

**Keywords:** Adoption rate- Income- Converted field soil fertility administration- Yield- Nutritive elements- Burkina Faso

### Résumé

L'étude a été réalisée dans 3 villages (Wallala, Sorkon et Gnigwaman) de la province du loba (chef-lieu Dano) au Sud-Ouest du Burkina Faso. L'objectif était d'évaluer l'impact agro-économique des activités de maintien et d'amélioration de la fertilité des sols à Dano. Soixante producteurs ont été enquêtés dans les villages de Wallala (20 producteurs), Sorkon (20 producteurs) et Gnigwaman (20 producteurs). Des mesures de rendement ont été effectuées sur des parcelles avec cordons pierreux plus application de fumure organique (CP+App FO), cordon pierreux simple (CP Simple), application de fumure organique (App FO) et sans technique de gestion de fertilité (témoin). Les résultats indiquent que le compostage est le mieux adopté par respectivement 60%, 50% et 20% des producteurs de Wallala, Sorkon et Gnigwaman. De nombreuses contraintes liées à ces techniques (coût de réalisation élevé, exigence en temps, effet immédiat non perceptible) freinent leur adoption par un plus grand nombre de producteurs. Les meilleurs rendements (768 kg/ha) sont notés au niveau des parcelles aménagées en cordons pierreux avec apport de fumure organique (CP+App FO) comparées aux parcelles témoins (453 kg/ha). Le revenu s'est sensiblement amélioré au niveau des exploitations ayant adopté les techniques mises en œuvre par rapport au témoin. La marge brute la plus élevée (160.450 FCFA) est réalisée par les exploitations ayant aménagé les parcelles en CP avec apport de FO. L'impact des technologies sur le niveau de fertilité chimique des sols demeure insignifiant. Pour les producteurs, la formation et la mise à leur disposition de technologies peu contraignantes et adaptées à leur condition de production est un impératif pour une bonne gestion de la fertilité de leurs sols.

### Summary

#### Agro-economic Analyses of Maintenance and Improvement of Soil Fertility in the Cotton Area of Dano (Burkina Faso)

The study has been conducted in three villages (Wallala, Sorkon and Gnigwaman) from the district of loba (administrative centre of Dano) in Southwest Burkina Faso. The objective was to assess the agro-economic impact of activities to maintain and improve soil fertility in Dano. A total of sixty producers was surveyed in the villages of Wallala (20 producers), Sorkon (20 producers) and Gnigwaman (20 producers). Some measures of productivity have been made on the fields with stone rows plus organic fertilizer application (SR+OF App), simple stone row (SSR), organic fertilizer application (OF App) and control (field without fertility technic). The results show that composting is the best adopted technique by respectively 60%, 50% and 20% of the producers in Wallala, Sorkon and Gnigwaman villages. Many constraints linked to these technics (high cost of realization, demand of time, non-perceptible immediate effect) hinder their adoption by a large number of producers. The highest yields (768 kg/ha) are noted in the converted field into stone rows with nutritive element (SR+ nutritive elements) versus 453 kg/ha for the control fields. The results on the income show that the latter improved at the level of exploitation that adopted the proposed technics compared to the control plots. The highest gross margin (160,450 FCFA) is obtained by producers who have converted fields with stone rows (SR) with Organic Fertilizer (OF). The impact of the technologies on the level of soils chemical fertility remains insignificant. For producers, training and availability of technologies that are less restrictive and adapted to their condition of production are compulsory for a good soil fertility management.

<sup>1</sup>Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural, Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol, Bobo-Dioulasso, (Burkina-Faso).

<sup>2</sup>Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina-Faso, Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso.

\*Auteur correspondant: fantfranc6@yahoo.fr

## Introduction

L'une des principales contraintes à laquelle les agriculteurs du Burkina Faso font face et qu'il faille apporter des solutions, reste la baisse de la fertilité des sols. Les principales causes de cette baisse se résument à l'explosion démographique, aux effets des changements climatiques et à certaines mauvaises pratiques culturales telles que la culture continue des sols, l'utilisation très peu ou pas d'intrants, l'exportation des résidus de récolte (6, 10). Afin d'espérer accroître leurs rendements, les agriculteurs sont contraints d'exploiter au maximum les terres disponibles (3). De ce fait, la pratique de la jachère qui a longtemps été l'un des moyens traditionnels de gestion de la fertilité des sols connaît un raccourcissement voire une disparition (11, 15). Dans les zones cotonnières du Burkina Faso, la dégradation de la fertilité des sols se traduit par la nécessité d'utiliser de plus en plus d'engrais minéraux importés pour satisfaire les besoins des cultures. Cependant, l'augmentation du prix de ces intrants les rend économiquement inaccessibles aux producteurs moyens (16).

Dans un contexte de dégradation continue des sols et d'inaccessibilité en terme de coûts aux engrais minéraux, il est plus que légitime de s'interroger sur comment faire pour maintenir et ou améliorer la fertilité des sols tout en optimisant les rendements. Des chercheurs ont apportés des réponses à travers des études dont les résultats révèlent que la mise en place des technologies de CES/DRS (conservations des eaux et des sols/défense et restauration des sols) permettait aux sols d'être moins sensibles aux effets de dégradations (17, 18, 20).

C'est ainsi que l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso (UNPCB), appuyée par ses partenaires, expérimente et met en œuvre, depuis octobre 2008 des technologies pouvant maintenir et/ou améliorer la fertilité des sols dans les différentes provinces du pays dont celle du loba.

Ces actions sont menées dans les exploitations productrices de coton biologique (à partir de 2008) et aussi dans celles produisant le coton conventionnel (à partir de 2012), respectivement avec l'appui de l'Union Européenne (U.E.) et le Projet d'Appui à la Filière Coton Textile (PAFICOT) en vue de contribuer à l'amélioration de la capacité productive des exploitations productrices de coton.

L'évaluation étant un outil de diagnostic et de suivi, l'objectif de l'étude est d'évaluer l'impact agro-économique des activités de maintien et d'amélioration de la fertilité des sols à Dano. Il s'agit spécifiquement de mesurer d'abord les taux d'adoption des technologies de gestion de la fertilité des sols (cordon pierreux, bandes enherbées, haie vive et compostage) par les producteurs, ensuite d'évaluer l'impact induit par ces technologies sur les rendements coton, les revenus des producteurs et sur les caractéristiques chimiques des sols. Enfin, dégager des perspectives pour une gestion soutenue de la fertilité des sols dans les exploitations de coton.

## Matériel et méthodes

### Présentation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée dans 3 villages de la province du loba (chef-lieu Dano) au Sud-Ouest du Burkina Faso (Figure 1); à savoir Wallala (3°18 de longitude Ouest et 11°13 de latitude), Sorkon (3°05 de longitude Ouest et 11°24 de latitude) et Gnigwaman (3°09 de longitude Ouest et 11°24 de latitude).

Dano couvre une superficie de 3.292 km<sup>2</sup>. La pluviosité annuelle moyenne au cours des 10 années passées est de 976 mm/an (2002-2012) avec une température moyenne relativement basse. Les extrêmes sont de l'ordre de 21 °C en décembre et de 38 °C en mars-avril.

Les principales textures de sols varient de sableux à sablo-argileux en surface, argilo-sableux ou argileux et gravillonnaires en profondeur. Ils sont localisés au centre de la province et occupent environ 75% de sa superficie. Les sols argilo-sableux en surface et argileux en profondeur, sont riches en bases et présentent parfois des affleurements rocheux non dissociés. Ils couvrent 10% de la superficie et se trouvent dans les zones limitrophes du sud à l'ouest du territoire provincial.

La formation végétale est constituée de savane arborée, de savane boisée et de forêt galerie le long des cours d'eau. Les espèces dominantes sont entre autres: *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Guiera senegalensis*.

### Matériel végétal

La variété de coton utilisée par les producteurs est le STAM 59 A. Elle est originaire de la station d'Anié Mono au Togo et a été introduite et développée au Burkina Faso dans le cadre des échanges de matériel végétal entre instituts de recherches agronomiques. Cette variété a un cycle de 150 jours et présente un rendement potentiel de 2,5 à 3,5 tonnes/ha.

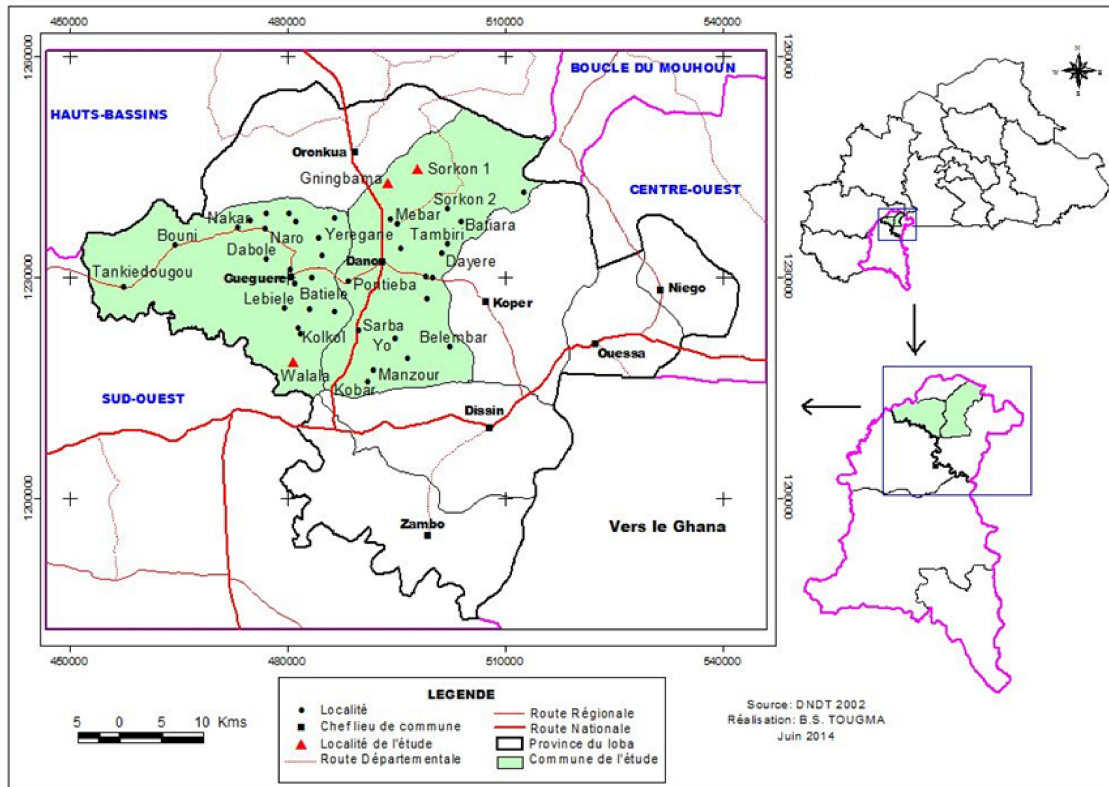


Figure 1: Localisation de la zone d'étude.

### Choix des villages et de l'échantillon enquêté

Le programme d'amélioration de la fertilité des sols couvrait cinq zones à savoir: Banfora, Dano, Kayao, Fada N'gourma et Tenkodogo.

Pour notre étude, la zone de Dano a été retenue. Les facteurs qui ont guidé ce choix sont: l'ancienneté de la zone de Dano en matière de production de coton biologique par rapport aux autres et du fait que le niveau d'exécution des activités programmées était assez avancé.

Pour nos investigations, nous avons retenu deux villages bénéficiaires (Wallala et Sorkon) où des producteurs ont été formés par l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina-Faso (UNPCB) sur les techniques de conservations des eaux et des sols (CES) et celles sur la défense et la restauration des sols (DRS). Parallèlement à ces deux villages, nous avons retenu un troisième village (Gnigwaman) correspondant au témoin où il n'y a pas eu l'intervention du programme. Gnigwaman est situé au nord de Dano à 5 km de Sorkon sur l'axe Dano-Sorkon et à 37 km de Wallala.

Des enquêtes ont été menées auprès de 60 producteurs de coton repartis en deux catégories: ceux ayant bénéficié de l'appui technique et financier de l'UNPCB (Bénéficiaires) et ceux non bénéficiaires (Non Bénéficiaires dans les villages bénéficiaires: NB et NB' pour le village témoin).

En effet vingt producteurs bénéficiaires ont été choisis de façon aléatoire en suivant des critères bien définis parmi les 200 producteurs formés par l'UNPCB à Dano dans le cadre dudit programme (soit 10% des bénéficiaires du programme).

Ces vingt producteurs sont répartis entre les deux villages bénéficiaires (10 à Wallala et 10 à Sorkon). Le choix des bénéficiaires s'est fait en tenant compte des critères suivants: être engagé depuis au moins quatre ans dans la production du coton, avoir participé au moins à une des sessions de formations de l'UNPCB sur les thématiques de fertilité des sols, avoir appliqué une ou plusieurs technologies proposées et être membre d'un groupement de producteur de coton (GPC).

À l'intérieur de ces mêmes villages (Wallala et Sorkon), vingt autres producteurs, non bénéficiaires ont été choisis, à raison de 10 par village.

Dans le village témoin (Gnigwaman) vingt autres producteurs non bénéficiaires ont été retenus.

Le choix des non bénéficiaires a été fait de façon aléatoire. En effet, des bouts de papiers de mêmes dimensions ont été découpés. Sur chaque bout de papier, sont associés le nom du producteur et celui de son village. Ils ont été ensuite pliés en quatre et mis dans trois paniers différents suivant les villages. Après cette étape nous avons procédé à un tirage successif sans remise à l'issue duquel ces 40 producteurs ont été retenus.



### **Détermination du taux d'adoption des technologies par les producteurs**

La collecte des données auprès des producteurs choisis a consisté à l'administration de deux types de questionnaires, l'un pour les producteurs bénéficiaires et l'autre pour les non bénéficiaires.

Le questionnaire d'enquête destiné aux bénéficiaires comporte des questions fermées et ouvertes axées sur les informations générales sur le producteur (identification du producteur) et sur les caractéristiques de l'exploitation (superficie, nombre d'années d'exploitation, les types d'aménagements, mise en place des ouvrages), les pratiques de maintien et d'amélioration de fertilité des sols et sur les impacts économiques des aménagements sur les revenus des producteurs.

Celui destiné aux non bénéficiaires aborde des questions en vue d'examiner la perception de ces producteurs vis à vis des technologies de gestion de la fertilité des sols et d'inventorier leurs besoins relatifs aux technologies de maintien et d'amélioration de la fertilité des sols.

### **Effets des technologies sur le rendement du coton et les caractéristiques chimiques des sols**

Des carrés de rendements ont été mis en place uniquement dans les exploitations pratiquant la culture du coton biologique du village de Wallala. Ce, compte tenu du fait que comparativement aux deux autres villages (Sorkon et Gnigwaman), il fut le premier village (depuis 2008) où des producteurs ont été formés sur les technologies de gestion de la fertilité des sols.

Le choix des parcelles est fait suivant 4 types de traitements: Cordon Pierreux Simple (CP simple); Cordon Pierreux et Apport de Fumure Organique (CP+App FO); Apport de Fumure Organique (App FO); et Témoin, de l'âge des parcelles de 5 ans minimum et de 2 ans pour les témoins, l'âge de réalisation des cordons pierreux et/ou de l'application de la fumure organique (minimum 4 ans) et le type de rotation (coton-céréale-légumineuse) pour toutes les parcelles sauf les témoins.

Les carrés de rendement ont été disposés suivant une «diagonale arbitraire» (Figure 2). L'écart entre les carrés était de 5 m. Trois parcelles ont été retenues par traitement et 36 carrés de rendements ont été mis en place. La superficie des carrés était de 12 m<sup>2</sup> (4 m sur 3 m) et celle des parcelles variaient entre 0,5 ha à 1 ha.

Pour l'état des indicateurs de la fertilité chimique des sols, 108 sous échantillons ont été prélevés à l'intérieur des 36 carrés de rendement au niveau des lignes de semis à l'horizon 0-10 cm de profondeur. Les sous échantillons ont été séchés, bien mélangés, pesés et regroupés en fonction des traitements pour constituer 12 échantillons composites (à raison de 1 kg de sol chacun) pour être soumis à des analyses. Les parcelles sur lesquelles les prélèvements ont été faits, étaient en régime de culture continue avec la rotation coton-sorgho-niébé comme système dominant depuis 2008 (sauf les témoins).

Sur les parcelles aménagées, les cordons pierreux ont été réalisés au cours de la campagne agricole 2009-2010. L'apport de la fumure organique s'est fait dès 2008 au niveau des parcelles aménagées en cordon pierreux plus apport de la fumure organique (CP+App FO) et apport de fumure organique (App FO).

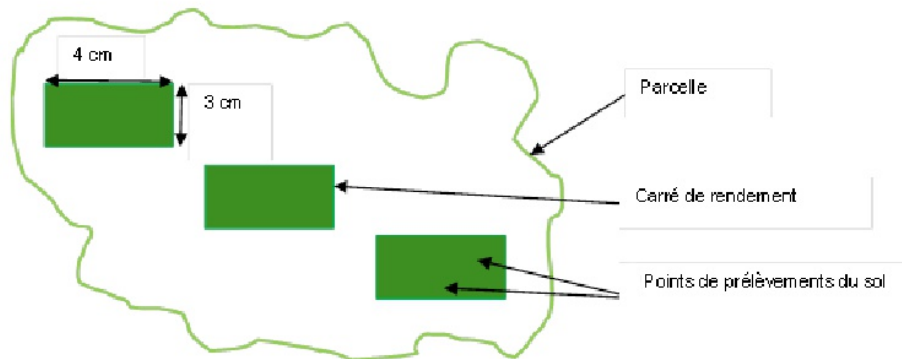
### **Méthode d'analyse de sol**

Au laboratoire les douze échantillons composites de sol ont été d'abord tamisés à l'aide d'un tamis de maille 2 mm afin de séparer de la terre fine des particules grossières. A l'issue de ces opérations, 1 g de sol par échantillon composite a été constitué puis analysé. Les analyses ont porté essentiellement sur le pH eau, la matière organique, l'azote total, le phosphore total et assimilable (Pass méthode Bray), le potassium total et disponible, la capacité d'échange cationique, la somme des bases échangeables et le taux de saturation. Toutes ces analyses ont été faites à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agronomique (INERA) de Farako-Bâ (Burkina-Faso).

### **Détermination des variables économiques**

Elle a concerné les 60 producteurs et quatre variables ont été prises en compte: les dépenses en intrants (DI), les charges brutes (CB), le produit brut (PB) et la marge brute (MB).

Les charges brutes ont été calculées sur quatre ans. Elles correspondent aux charges qui disparaissent dans l'acte de production. Elles sont obtenues par hectare en sommant les dépenses en intrants (DI) et des opérations culturales (DO) sans celles liées à la récolte. Les dépenses en intrants ont été celles liées à l'achat de la semence du coton, de la fumure organique (FO) et l'achat de produits bio-pesticides.



**Figure 2:** Distribution des carrés de rendements et des points de prélèvement de sol au niveau des parcelles.

Les coûts unitaires sont fixés au niveau local par les producteurs pour la quantité de FO et par les services techniques pour les produits bio pesticides et la semence de coton. La quantité de FO a été calculée en sommant le total de chargements (charrette à âne) apporté sur la parcelle/producteur divisé par la superficie de la parcelle amendée.

Le prix unitaire du chargement retenu est celui en vigueur dans le village (1.750 CFA/charrette à âne). Le coût de réalisation d'un hectare (1ha) de CP au niveau local est de 35.000 CFA avec une durée de vie de cinq ans soit un amortissement de 7.000 CFA/ans.

Le coût des différentes opérations culturales (DO) sans celui des récoltes a été évalué suivant la formule I.

$DO = \text{coût opération/personne/ha} \times \text{durée de l'opération jour/ha} \times \text{nombre moyen de personnel/ha} \times \text{la fréquence de l'opération} + \text{autres dépenses. (I)}$

Le nombre moyen de personnes par opération a été calculé suivant la formule II.

$\text{Nombre moyen pers} = (\text{Nombre d'individu} \times 10\,000 / \text{superficie}) / \text{nombre total de personnes. (II)}$

Pour la détermination de la durée des opérations la formule III a été appliquée.

$\text{Durée opération (en jrs/ha)} = (\text{nombre jour opération} \times 10\,000 / \text{superficie}) / 360. (III)$

Le produit brut (PB) constitue la valeur de la production brute agricole estimée au prix en vigueur. Il a été déterminé en multipliant le rendement en coton graine par le prix d'un kg de coton graine qui était de 375 CFA/kg (Formule IV).

$PB = \text{Quantité du produit} \times \text{Prix unitaire du produit (IV)}$

La marge brute (MB) par hectare représente la valeur de la production en coton graine diminuée des charges brutes (Formule V).

$MB = PB - CB (IV)$

#### Traitement et analyse des données

Les données ont été saisies et synthétisées sur une feuille Excel 2007. Ce logiciel nous a permis de faire des représentations et la mise en forme de graphiques et tableaux. L'analyse de variance (ANOVA) a été réalisée avec le logiciel XLSTAT 7.5.2. Le test de Fisher a été utilisé pour la séparation des moyennes lorsque l'analyse de la variance révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de 5%.

## Résultats

### Pratiques locales de préparation du sol et de gestion de la fertilité des sols

De nos résultats, cinq pratiques de gestion de la fertilité des sols se dégagent (Figure 3).

Le recours au fumier comme fertilisant est la pratique la plus fréquente. Il est observé par 40% des producteurs du village de Sorkon ayant bénéficiés (B) des appuis techniques et financiers de l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina et par 40% des producteurs non bénéficiaires (NB) du village de Gnigwaman.

La rotation culturale est plus pratiquée par les producteurs B de Wallala (40%) contre seulement 5% des producteurs NB' du village de Gnigwaman.

La jachère n'est seulement pratiquée qu'à Wallala par 10% des producteurs. Le paillage est pratiqué par 20% des producteurs non bénéficiaires (NB) et l'association culturale par 30% des producteurs du village de Sorkon.

### Mode de gestion des résidus de cultures

Les résultats consignés dans le tableau 1, nous indiquent que les résidus de cultures sont diversement utilisés quel que soit le groupe.

On note qu'à Sorkon, 35% des producteurs non bénéficiaires (NB) et 30% des producteurs bénéficiaires (B) collectent les tiges des céréales et les fanes des légumineuses (arachide, niébé) comme fourrage. A Wallala ces résidus sont compostés par 35% des producteurs B et 25% des producteurs NB, déportés en grande partie dans les ménages comme combustible par 25% des producteurs de Gnigwaman.

### Technologies innovantes de gestion de la fertilité des sols: taux d'adoption

La figure 4 montre qu'au moins une technologie a été adoptée quel que soit le village ou le groupe.

Ainsi, à Wallala et à Sorkon le compostage en fosse (Ctge f) a été mieux adopté par respectivement 60% et 50% des producteurs bénéficiaires (B) des appuis de l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso (UNPCB). A Gnigwaman tous les enquêtés ont affirmé avoir au moins une fois échangé avec ceux de Sorkon sur les processus de production du compost et sur la mise en place de cordon pierreux simples (CP simples) et de la haie vive (HV). Parmi les technologies, le compostage fut fortement adopté par 20% des producteurs du village témoin (Gnigwaman) où les producteurs n'ont pas bénéficiés de l'appui l'UNPCB.

La bande enherbée (BE) est la moins adoptée. Seul 10% des B de Sorkon l'ont adoptée.

### Effets des aménagements sur le rendement en coton

L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative quant à la densité des plants sur les parcelles aménagées et non aménagées (Tableau 2). Quant aux taux de capsules éclatées, l'analyse de variance montre qu'il existe une différence hautement significative ( $p \leq 0,001$ ) entre les traitements.

Au niveau des parcelles aménagées, on enregistre des taux de capsules éclatées variant sensiblement de 79,1% (CP+App FO) à 77% (CP simple) contre 75,3% (App FO) à 63,5% (témoin) pour les parcelles non aménagées.

Pour ce qui est du rendement, la différence est hautement significative ( $p \leq 0,000$ ) entre les traitements (Tableau 2). Les meilleurs rendements sont notés au niveau des parcelles aménagées en CP+App FO avec 768 kg/ha. Elles sont secondées par celles sur lesquelles la FO a été appliquée; 601 kg/ha. Par contre sur les parcelles aménagées en CP simple (490 kg/ha) et celles témoin (453 kg/ha); on enregistre de faibles rendements.

### Effets des aménagements sur les caractéristiques chimiques des sols

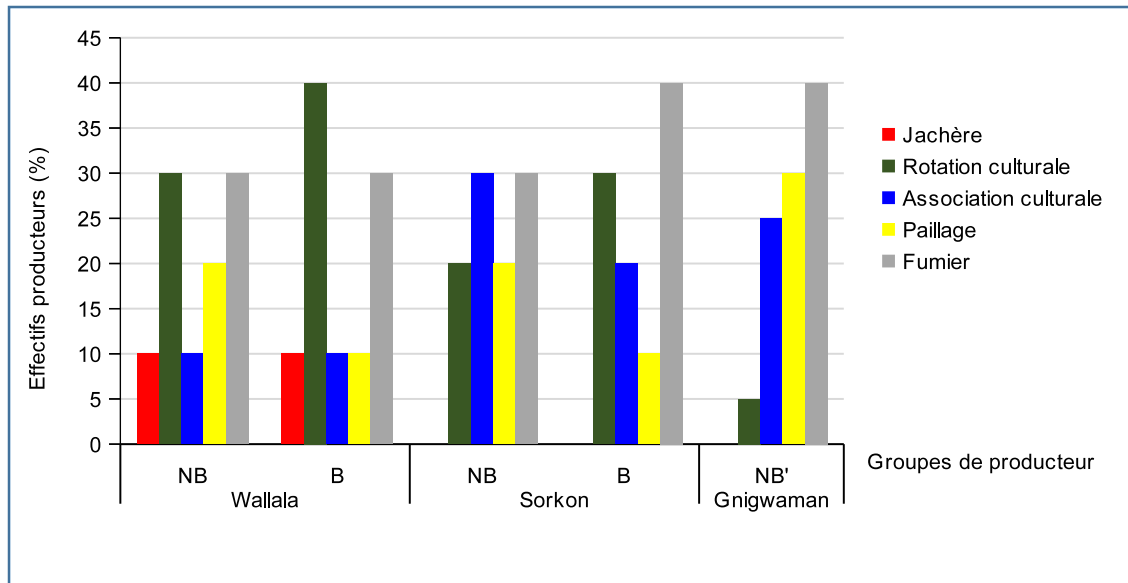
L'analyse de variance montre qu'il n'existe pas de différence significative ( $p \geq 0,67$ ) pour ce qui est de l'acidité des sols. Pour l'ensemble, on note un pH eau inférieur à 7. Aussi à l'instar des résultats sur le pH eau, ceux relatifs à la teneur en MO et en azote ne présentent pas de différence significative.

Toutefois ces teneurs ont tendance à être plus élevées au niveau des parcelles App FO (MO=2,43% et N=0,14%) et CP simple (MO=2,26% et N=0,11%) que chez le témoin (MO=2,10 % et N=0,11 %). Pour ce qui est des valeurs du C/N, on note une légère hausse sur les parcelles CP simple (11,81%) comparativement aux témoins (11,72%).

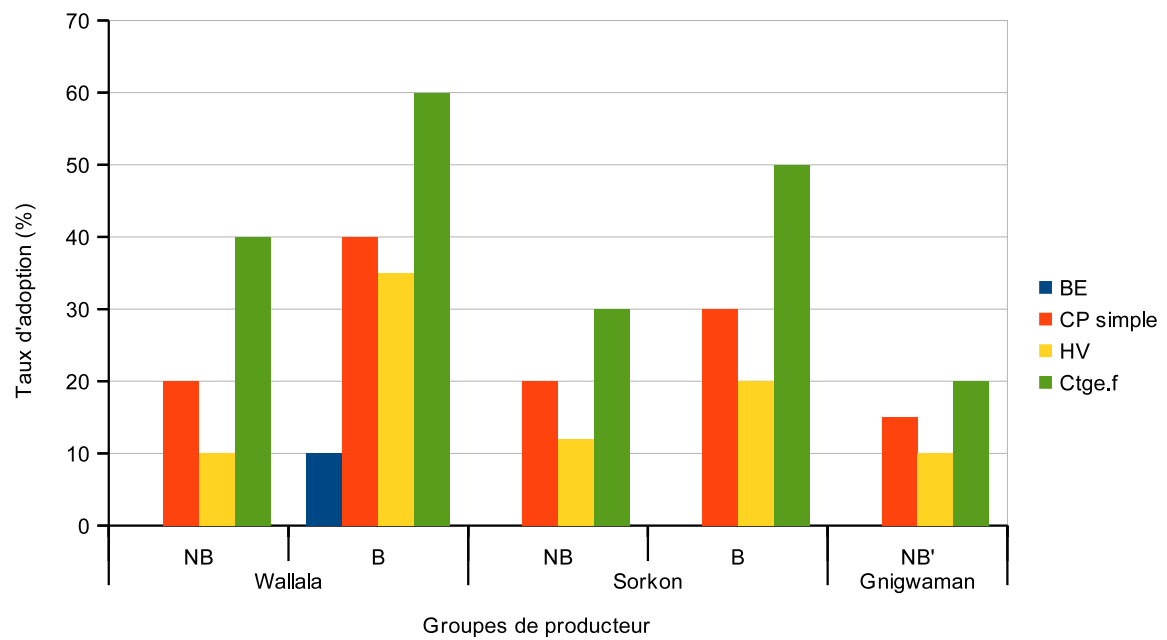
Concernant le phosphore total (P.total), l'analyse de variance révèle une différence significative entre les traitements. Sur les parcelles App.FO, nous notons une teneur en P.total plus élevée (224,48 mg/kg de sol) que sur les autres. Cette teneur est sensiblement la même au niveau des parcelles CP+App FO (169,67 mg/kg de sol) et celles des témoins (169,25 mg/kg de sol).

Aucune différence significative n'est révélée entre les traitements pour ce qui concerne les teneurs en phosphore assimilable (P.ass) et le potassium total (K.total).

Au niveau des bases échangeables, on note une absence de différence significative entre les traitements. Cependant au niveau de la teneur en  $K^+$ , des écarts existent suivants les traitements. La forte tendance en  $K^+$  est de 0,57 Cmol-1kg<sup>-1</sup> de sol et est enregistrée sur les parcelles App FO et la faible est de 0,21 Cmol-1kg<sup>-1</sup> de sol pour CP+App FO.



**Figure 3:** Technologies locales de gestion de la fertilité des sols appliquées selon les groupes.



**Figure 4:** Taux d'adoption des différentes technologies par villages et par groupes.

**Tableau 1**  
Modes de gestion de résidus de cultures selon les groupes.

Villages	Groupes	Modes de gestion					
		Fourrage	compostage	Combustible	Echange/fumier	Abandon/champ	Incinérer/champ
Wallala	NB	14%	25%	19%	7%	13%	22%
	B	16%	35%	14%	5%	13%	17%
Sorkon	NB	35%	10%	15%	5%	20%	15%
	B	30%	11%	12%	9%	10%	28%
Gnigwaman	NB'	24%	15%	25%	2%	22%	12%

**Tableau 2**  
Comparaison de la densité, du taux de capsules éclatées et rendement par traitements.

Traitements	Densité (plants/ha)	Taux capsules éclatées (capsules/ha)	Rendement (Kg/ha)
App FO	60 833	75,34 a	601 b
CP Simple	58 241	77,00 a	490 bc
CP+App FO	59 907	79,10 a	768 a
Témoin	59 167	63,50 b	453 c
ddl	3	3	3
F	1,26	6,59	8,43
Pr > P	0,3	0	0
ET	2 971,05	9,96	186,81
Signification	NS	S	HS

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher.

**Tableau 3**  
Variations du pH eau et des éléments nutritifs des sols en fonction des traitements.

Traitements	pH eau	MO (%)	N (%)	C/N	P.total (mg/kg de sol)	P.ass (mg/kg de sol)	K. total (mg/kg de sol)	K.disp (mg/kg de sol)
App FO	6,98	2,43	0,14	11,05	244,48 a	2,95	4 583,21	182,33
CP simple	6,67	2,27	0,11	11,81	169,67 b	1,34	1 946,85	188,96
CP+App FO	6,69	2,18	0,1	12,19	160,30 b	0,85	3 224,47	162,44
Témoin	6,72	2,1	0,11	11,72	169,25 b	1,26	3 163,63	165,76
ddl	3	3	3	3	3	3	3	3
F	0,54	1,16	1,16	0,17	5,21	1,79	2,74	0,08
Pr > P	0,67	0,38	0,38	0,91	0,03	0,23	0,11	0,97
ET	0,32	0,23	0,03	1,74	43,67	1,32	1368,65	66,84
Signification	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher.



**Tableau 4**  
Teneur en bases échangeables en fonction des traitements.

Traitements	Mg <sup>++</sup> (Cmol+Kg <sup>-1</sup> sol)	Ca <sup>++</sup> (Cmol+Kg <sup>-1</sup> sol)	K <sup>+</sup> (Cmol+Kg <sup>-1</sup> sol)	Na <sup>+</sup> (Cmol+Kg <sup>-1</sup> sol)	CEC (Cmol+Kg <sup>-1</sup> sol)	SBE (s) (Cmol+Kg <sup>-1</sup> sol)	Taux saturation (v %)
App FO	4,54	11,85	0,57	0,07	18,06	17,01	95,34
CP simple	6,51	9,19	0,43	0,04	21,48	16,17	74,94
CP+App FO	5,68	11,24	0,21	0,02	19,31	17,15	86,55
Témoin	6,74	10,94	0,44	0,007	23,48	18,13	77,77
ddl	3	3	3	3	3	3	3
F	0,58	0,44	2,72	1,66	0,95	0,11	2,84
Pr > P	0,65	0,73	0,11	0,25	0,46	0,95	0,11
ET	1,13	2,75	0,2	0,04	4,22	3,64	11,62
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Tableau 5**  
Coût total par quantité d'intrant utilisé par producteur.

Désignations	Quantité	Unité	Coût unitaire (FCFA)	Coût total (FCFA)
Semences	30	kg	35	1.050
Batik	5	g	550	2.750
Neem	4	kg	250	1.000
FO	27	Charrette (s) *	1 750	47.250
<b>TOTAL</b>				<b>52.050</b>

\*1 charrette = 118,50 kg.

**Tableau 6**  
Coût total par quantité d'intrant utilisé par producteur.

Opérations	Fréquence	Nombre de personne/ha	Nombre de jours/ha	Coût/personne/jrs	Coût total opérations (FCFA/ha)
Epandage FO	1	5	3	500	7 500
Labour (manuelle)	1	10	2	500	10 000
Semis	1	10	1	500	5 000
Ré-semis	1	5	1	500	2 500
Démariage	1	10	1	300	3 000
Sarclage (manuelle)	3	5	2	500	15 000
Buttage	1	7	4	500	14 000
Traitement Bio pesticide	3	1	1	500	1 500
Coût de réalisation de CP/ha	1	14	1	2500	35 000
Autres					10 000

**Tableau 7**  
Valeurs du produit brut et de la marge brute en fonction des traitements.

Traitements	PB (FCFA/ha)	DO (FCFA/ha)	DI (FCFA/ha)	MB (FCFA/ha)
App FO	225 375	68 500	52050	104 825
CP Simple	183 750	68 000	4 800	110 950
CP+App FO	288 000	75 500	52 050	160 450
Témoin	169 875	61 000	4 800	104 075

**Tableau 8**  
Contraintes liées à l'adoption des technologies.

Technologies	Contraintes	Wallala		Sorkon		Gnigwaman
		NB (%)	B (%)	NB(%)	B (%)	NB' (%)
Cordon Pierreux	Faible disponibilité de moellons	63	69,5	73	75	65
	Manque de matériels	76,5	73	60	58	75,5
	Exige beaucoup de temps	52	41	55	45,8	45
	Effet non perceptible	65,1	71	53,2	47	62
	Main d'œuvre importante	70,5	67,5	54	60	58
Compostage	Manque de matières premières	61	58,4	41	55	63
	Manque de matériels	72	82	78	80	78,6
	Coût de réalisation élevé	78,2	75	75,3	64	84,3
Haie Vive	Indisponibilité de Semences/plants	48	67	90	92	87
	Exige trop d'entretiens	50,1	60	43	57,5	91
	Main d'œuvre importante	38	45,2	40	43,7	40,7
Bande Enherbée	Complexe	10	15	5	8	9
	Effet non perceptible	25	60	3	5	2
	Crée des conflits (agriculteur-éleveur)	30	57	35	20	25

Aussi, l'application de la FO comparativement aux autres traitements, favoriserait un taux important de bases échangeables. En effet, on note 95,34% de saturation contre 86,55%; 77,77% et 74,94% respectivement sur les parcelles avec CP+App FO, témoins et CP Simple (Tableau 4).

### Analyses économiques dans les exploitations coton biologiques

#### *Evaluation des coûts des intrants et opérations culturales*

Pour 1 ha de coton biologique, les producteurs utilisent en moyenne 30 kg de semence de coton; 27 charretées de fumure organique (FO) en moyenne soit 3,2 t/ha (Tableau 5). Cette quantité est supérieure à celle de 2011 qui est de 2,8 t/ha. Les dépenses en intrants varient selon que le producteur fait recours à la FO ou pas pour amender sa parcelle. Les dépenses s'élèvent à 52.050 CFA/ha sur les parcelles aménagées en CP+App FO et celles amendées en FO. Elles sont de 4.800 CFA/ha pour celles aménagées en CP simple et témoin.

Les dépenses liées aux opérations culturales sont un peu élevées au niveau des exploitations ayant mis en œuvre la technologie CP+App FO (75.500 CFA) comparativement au témoin (61.000 CFA).

Pour ceux ayant opté pour l'application de la FO exclusivement ou la réalisation de CP simple, les dépenses diffèrent de 500 CFA seulement. Elles de 68.500 CFA pour la technologie App FO et 68.000 CFA pour celle CP simple.

L'opération la plus coûteuse et qui nécessite plus de mains d'œuvres (14 personnes) est celle liée à la mise en place des CP (35.000 CFA/ha).

La durée de vie des CP étant estimée en cinq ans, le coût d'amortissement est évalué à 7.000 CFA/an.

Le traitement bio pesticide des champs est la moins coûteuse avec seulement 1.500FCFA/ha (Tableau 6).

#### *Valeur du produit brut des producteurs*

Les résultats obtenus indiquent que les producteurs ayant adopté la technique CP+App FO ont un produit brut élevé (288.000 CFA/ha) que les autres. Cette valeur est de 225.275 FCFA/ha et de 183.750 CFA/ha respectivement pour les producteurs ayant adopté la FO et le CP simple.

Comparativement à ces trois traitements la plus faible valeur du produit brut est enregistrée chez le témoin avec seulement 169 875 FCFA/ha (Tableau 7).

La marge brute varie selon que le producteur ait appliqué une technologie ou pas. Les plus élevées sont enregistrées au niveau des exploitations aménagées en CP+App de FO et en CP Simple avec respectivement 160.450 CFA et 110.950 CFA/ha. En revanche, elle est sensiblement identique au niveau des exploitations ayant recours à la FO pour fertiliser leur parcelle (104.825 CFA) et le témoin (104.075 CFA).

### **Contraintes liées à l'adoption de chaque technologie**

Les contraintes liées à l'adoption des différentes technologies sont synthétisées dans le tableau 8. Ainsi pour le cordon pierreux, la faible disponibilité de moellons est soulignée par 73% des NB de Sorkon et le manque de matériels d'extraction et de transport par 75,50% des NB' du village témoin. Pour 70,50% des NB de Wallala cette technologie nécessite une main d'œuvre importante. Pour 63% des NB' de Gnigwaman, le manque de matières premières rendrait difficile le compostage.

L'effet immédiat non perceptible constitue la contrainte majeure au niveau de la bande enherbée. Cette contrainte est notée par 60% des producteurs B de Wallala.

### **Discussion**

Dans la zone cotonnière de Dano, le système de culture est basé sur la production du coton et des céréales (sorgho, mil) en rotation culturale. Les résidus issus des cultures notamment des céréales sont prioritairement utilisés à 30% pour l'alimentation du bétail et à 17% comme source d'énergie dans les ménages, seulement 16% sont laissés au champ et 22 % pour la production de la FO.

Ces résultats posent ainsi la problématique de la gestion des résidus de cultures dans les systèmes de production agricole au Burkina Faso qui sont en majorité de types agro-pastoraux.

Ainsi, on assiste à une exploitation quasi continue des sols avec une faible restitution de résidus de cultures dans les champs (13). Cette forme de gestion est très inquiétante dans un contexte d'intensification agricole où ces résidus de cultures constituent l'essentiel de la matière première dans le processus de la production de la FO.

Eu égard aux prix des engrais chimiques et leur indisponibilité, les apports organiques sont une alternative pour l'amélioration et ou le maintien de la fertilité des sols dans les zones cotonnières (10). Mais malheureusement dans la zone cotonnière de Dano où les sols sont en majorité pauvres, les résidus sont peu restitués au sol par les producteurs. Afin de pallier cette situation, des technologies innovantes ont été promues.

De l'étude il ressort qu'au moins un producteur applique une technologie quel que soit le village et ou le groupe. Le compostage et le CP simple ont connu un bon taux de réalisation au niveau des groupes B à Sorkon et à Wallala. La proximité du village témoin (Gnigwaman) de celui de Sorkon (5 km) où des producteurs ont été formés, a influencé l'adoption de certaines technologies par les producteurs dudit village. Cependant ces taux sont faibles (Compostage=20 % et CP=15 %).

En effet, la mise en œuvre de la plupart des technologies promues nécessite un minimum d'équipement (charrette, pioches, brouettes, etc.). Or à Gnigwaman, la majorité des producteurs ne disposent pas de ces équipements d'où ces faibles taux d'adoption. Ce qui voudrait dire que le niveau d'équipement influe sur l'adoption d'une technologie. En plus du niveau d'équipement, il existe d'autres facteurs qui influent positivement la décision d'adoption des technologies innovantes au nombre desquels nous retenons le nombre d'actifs et le sexe (8).

### **Effets des aménagements sur le rendement du coton et sur les caractéristiques des sols**

L'étude révèle que le taux de capsules éclatées varie d'une technologie à une autre. Il est significativement plus élevé au niveau des parcelles CP+App FO (70,10%) et CP simple (77%) que dans celles des témoins (63,50%). L'apport de la FO sur les parcelles CP+App FO pourrait justifier ce meilleur taux si toutefois le taux obtenu au niveau des parcelles App FO était supérieur à celui des parcelles CP simple. On pourrait affirmer que l'effet des CP associant l'apport de la FO est l'explication la plus plausible qui sous-tend ce fort taux enregistré sur les parcelles CP+App FO.

L'un des paramètres qui influe positivement sur le rendement pour certaines cultures reste la densité. Pour le maïs, le rendement à l'hectare serait fonction de la densité des plants (3).

Dans notre cas, les résultats ne sont pas significatifs pour affecter le rendement ce malgré que les producteurs aient respecté la densité recommandée par les sociétés cotonnières à savoir 50.000 à 62.500 plants à l'hectare. Les différentes densités appliquées par les producteurs se situent entre 58.241 et 60.833 plants/ha.

L'analyse de variance révèle une différence hautement significative ( $P \leq 0,00$ ) entre les technologies quant aux rendements obtenus. Ils sont significativement élevés sur les parcelles CP+App FO (768 kg/ha), App FO (601 kg/ha), CP simples (490 kg/ha) que sur celles témoins où on enregistre un faible rendement (453 kg/ha).

De ce constat, nous déduisons que l'aménagement des exploitations en CP avec ou sans apport de FO permet d'obtenir des rendements en coton graine supérieurs comparativement aux exploitations où aucune technologie de maintien et ou d'amélioration de la fertilité des sols n'est prise. Cette amélioration est nettement perceptible lorsque les parcelles sont aménagées en CP avec un apport de FO que si elles sont dissociées. Nos résultats révèlent que la technologie CP+App FO a induit un supplément de rendement de 167 kg/ha et de 278 kg/ha respectivement pour la FO et pour les CP. L'obtention du meilleur rendement sur les parcelles CP+App FO résulte des effets combinés de ces deux technologies. En effet, leurs influences au niveau des parcelles proviennent de leurs capacités à réduire le ruissellement, à conserver les particules de terres arrachées. Aussi, en étant une barrière physique ces CP, immobilisent certains substrats organiques (feuilles mortes, tige, déchets d'animaux) dans le champ. Ainsi, le champ devient alors le siège d'une intense activité microbienne dû au fait de l'humidité du sol et de substrats. L'une des principales activités de ces micro-organismes est la décomposition de la matière organique. Les résultats de cette décomposition sont la libération de certains nutriments tels que l'azote, le phosphore, le potassium et aussi des microéléments indispensables à la croissance des plants.

La réduction du ruissellement favorise l'infiltration de l'eau et améliore le stock d'eau du sol (17). Ainsi l'eau ne constituant pas un facteur limitant, les plants ont bénéficié d'une condition hydrique favorable à leur croissance et développement. Cette condition hydrique a été beaucoup améliorée avec l'apport de la FO au niveau des parcelles CP+App FO. En effet, la FO offre de multiples avantages tant pour le sol que pour la plante. Pour Ouédraogo *et al.* (12), la FO permet d'améliorer la structure et le statut organique du sol. La minéralisation de la FO permet de fournir aux cultures les éléments nutritifs. La combinaison de technologies CP+App FO, constitue un moyen efficace de gestion de la fertilité des sols et d'amélioration des rendements des cultures dans les exploitations agricoles de façon globale et celles de coton biologique de façon particulière.

Bien que les technologies permettent d'améliorer les rendements du coton, leur effet sur la fertilité du sol n'est pas important pour induire une augmentation significative des paramètres chimiques du sol par rapport au témoin. Cela peut être dû d'une part à la non maîtrise des techniques de production de la FO et d'autre part à celle relative à la réalisation de cordons pierreux. Selon Blanchard *et al.* (2), il existe une grande diversité de fumures organiques paysannes à l'Ouest du Burkina Faso cependant leur teneur en carbone et en azote restent faibles.

Les capacités de production de la FO des exploitations sont faibles et cela ne permet pas d'adopter des quantités suffisantes à même d'avoir un effet significatif. Les contraintes de productions de la FO (charrette pour ramasser les résidus et FO, fosse à composté, etc.) et celles liées à réalisation de cordons pierreux (faible disponibilité de moellons, main d'œuvre important, etc.) en sont des justificatifs. Ainsi, les producteurs de coton en général, font recourt aux engrais chimiques afin de satisfaire aux besoins nutritionnels des plants. L'utilisation accentuée de ces engrais chimique est l'une des causes de l'acidification des sols notamment dans la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso (5). Bien que nos résultats révèlent que les sols de notre zone d'étude soient sensiblement neutres (pH compris entre de 6,67-6,98), les sols demeurent vulnérables à une éventuelle acidification du fait de l'engouement manifeste des producteurs de coton de Dano à l'utilisation des engrais chimique comme seul recourt pour améliorer les rendements.

Hors, l'une des conséquences liées à l'acidité des sols est l'indisponibilité de certains nutriments pour la plante (20). C'est notamment le cas du phosphore qui est un des nutriments essentiels pour la plante au cours de sa croissance et son développement et qui n'est pas assimilable à un pH acide (4). En plus du phosphore, la disponibilité de l'azote est capitale pour le cotonnier notamment l'accroissement du volume des capsules (7, 14). Une carence du sol en azote exercerait non seulement une action dépressive sur le rendement mais aussi sur la qualité du coton graine (1). Des études ont montré que la teneur en azote augmente proportionnellement au stock de la MO du sol (9, 15).

Mais malheureusement, le constat fait par notre étude est que les résidus de cultures qui constituent des sources importantes en N sont de moins en moins collectés pour la production de la FO. A l'instar de la technologie application de la FO, la mise en place exclusivement de CP dans les exploitations de coton biologiques à Dano, n'ont pas significativement contribué à rehausser le niveau de fertilité des sols. De l'analyse des caractéristiques chimiques des sols, il ressort que les sols des exploitations aménagées exclusivement en CP ont des caractéristiques chimiques statistiquement identiques à ceux des exploitations témoins.

En effet, la réalisation de cordons pierreux requiert le respect de certaines règles (la détermination de la courbe de niveau, de la pente, l'écartement en cordon, etc.). Le respect de ces règles détermine l'efficacité des cordons pierreux.

Ainsi les cordons pierreux au lieu de contribuer à atténuer les effets de la dégradation des sols, s'ils sont mal réalisés deviennent inefficaces si toutefois la technique n'est pas accompagnée d'un apport de fumier ou de compost (18).



Cela met en évidence la nécessité de la combinaison des techniques CP+App FO dans les zones cotonnières du Burkina Faso où les sols sont à un niveau de dégradation très avancé. Les efforts doivent de plus en plus viser au rétablissement d'un équilibre entre l'utilisation rentable des sols agricoles et leur préservation sur le long terme. Ainsi une large diffusion des techniques CES/DRS est à encourager.

### Amélioration des revenus des producteurs

Pour les enquêtés il apparaît sans doute que les technologies promues ont contribué à améliorer leurs revenus. Ils expliquent cela par l'augmentation de leurs rendements et leur indépendance vis-à-vis de l'engrais minéral. D'après nos résultats, la technologie CP+App FO même si elle est relativement coûteuse elle a permis aux adoptants d'avoir une marge brute intéressante (160.450 FCFA/ha) comparativement aux autres. Les francs supplémentaires engendrés sont de 55.625 CFA pour la FO et 49.500 CFA pour le CP simple. De l'avis des producteurs, cette différence résulte du fait qu'avec cette technologie le niveau de la fertilité des sols est amélioré et consécutivement le rendement en coton.

Cette conclusion est partagée par Zougmoré *et al.* (19) qui affirment que la combinaison des techniques de conservation des eaux et des sols et de défense et restauration des sols (CES/DRS) et de la fertilité organique améliore les caractéristiques chimiques du sol et sa productivité. Par contre la mise en place exclusive de CP (sans un apport de FO) au regard de la marge brute engendrée et comparativement au témoin constitue une perte pour le producteur. Ce qui voudrait dire que le CP uniquement comme technologie n'est pas recommandable aux producteurs dans la zone cotonnière de Dano.

### Conclusion

Notre étude effectuée dans les exploitations cotonnières de trois villages de Dano, s'était fixée comme objectif général d'évaluer l'impact des actions de maintien et d'amélioration de la fertilité des sols à Dano (Burkina-Faso).

Elle a permis de montrer qu'au moins une technologie est adoptée quel que soit le village ou le groupe. Les taux d'adoption sont différents d'un village à un autre et d'un groupe à un autre.

Les adoptants sont majoritairement les producteurs ayant été formés et ayant bénéficié d'un appui technique et financier (formations, conseils) de la part de l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso (UNPCB). Les technologies les plus adoptées sont les cordons pierreux simples (CP simples) et le compostage. Leurs adoptions ont été facilitées par la mise à la disposition des producteurs du groupe B de petits matériels (Pioches, gants, brouettes, pelles et charrettes).

Cependant de nombreuses contraintes freinent l'adoption des technologies par un plus grand nombre des enquêtés. Sont de ces contraintes: le coût élevé des technologies, leur complexité, le manque de matières premières, l'insuffisance des équipements. Pour ce qui est du rendement et du revenu des producteurs, l'on note qu'au niveau des parcelles aménagées en CP+App FO les rendements sont en hausse comparativement à celles témoins.

Aussi la marge brute la plus intéressante est enregistrée sur ces mêmes parcelles aménagées (CP+App FO). Ces différences sont la preuve que ces actions de CES/DRS peuvent non seulement induire une nette amélioration des rendements, mais aussi permettent aux producteurs de dégager une marge brute satisfaisante. En sus, nos travaux ont permis de montrer que l'apport de la FO soutenu ou non par un aménagement de la parcelle en CP, permettrait d'accroître les teneurs des sols en phosphore. En revanche, l'aménagement exclusif de la parcelle en CP simples occasionnerait une faible teneur en bases échangeables.

### Remerciements

Les auteurs remercient l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso (UNPCB) qui nous a accompagné financièrement.

Leur reconnaissance va également à l'endroit des groupements de producteurs de coton (GPC) des villages (Wallala, Sorkon et Gniwama) de Dano (Burkina Faso) qui se sont prêtés à nos questions.

## Références bibliographiques

- Bado B.V., 2002, *Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso*. Thèse de doctorat: Université Laval-Québec, 197 p.
- Blanchard M., Coulibaly K., Bognini S., Dugué P. & Vall E., 2014, Diversité de la qualité des fumures organiques produites par les paysans d'Afriques de l'Ouest: quelles conséquences sur les recommandations de fumure? *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **18**, 4, 512-523.
- Coulibaly K., 2012, Performance technico-économique des associations maïs/niébé et maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina-Faso: potentiels et contraintes. *Tropicultura*, **30**, 3, 147-154.
- Compaoré E., Fardeau C. F., Morel J.L., Sedogo M.P., 2001, Le phosphore biodisponible des sols: une des clés de l'agriculture durable en Afrique de l'Ouest. *Cah. Agri.*, **10**, 81-85.
- Dakuo D., 1994, *Les carences en potassium sur le cotonnier (Gossypium hirsutum L.) dans les systèmes de culture: cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso*. Thèse de doctorat, Université Nationale de Côte d'Ivoire. 141 p.
- Kiba D.I., 2012, *Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, périurbaine et rurale au Burkina Faso*. Doctorat Unique en Développement Rural, Option: Systèmes de Production Végétale, Spécialité: Sciences du sol. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), 120 p.
- Koulibaly B, Traoré O, Dakuo D, Zombré P.N. & Bondé D. 2010. Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. *Tropicultura*, **28**, 3, 184-189.
- Koutou M., Havard M., Ouedraogo D., Sangaré M., Toillier A., Thiombiano T. & Vadouhe D.S., 2016, Facteurs d'adoption des innovations d'intégration agriculture-élevage: cas du *Mucuna pruriens* en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. *Tropicultura*, **34**, 4, 424-439.
- Nacro H.B., 1997, *Hétérogénéité de la matière organique dans un sol de savane humide (Lamto, Côte d'Ivoire): caractérisation chimique et étude in vitro, des activités microbiennes de minéralisation du carbone et de l'azote*. Thèse de Doctorat, Spécialité Ecologie Générale. Paris IV. 302 p.
- Naitombaidé M., Lompo F., Gnankambary Z., Ouandaogo N. & Sedego P.M., 2010, Les pratiques culturales traditionnelles appauvrissent les sols en zones des savanes du Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**, 4, 871-881.
- Ouattara B., 2009, *Analyse diagnostic du statut organique et de l'état structural des sols des agrosystèmes cotonniers de l'ouest du Burkina Faso (Terroir de Bondoukou)*. Thèse Doctorat d'Etat, Sciences du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 165 p.
- Ouédraogo E., Mando A. & Zombré N.P., 2001, Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **84**, 259-66.
- Pieri C., 1989, *Les processus majeurs d'évolution de la fertilité. Les termes et l'évolution du bilan organique des sols cultivés*. In : "Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara", Ministère de la Coopération, Paris, pp 277-336.
- Richard L., Vaez-Zadeh, 1975, Etude de la fertilisation azotée du cotonnier en Iran. *Coton Fibres Tropicales*, **30**, 3, 301-320.
- Somé N. A., Traoré K., Traoré O., Tassemedo M., 2007. Potentiel des jachères artificielles à *Andropogon* spp dans l'amélioration des propriétés chimiques et biologiques des sols en zone soudanienne (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **11**, 3, 245-252.
- Traoré O., Koulibaly B., Dakuo D., 2007, Effets comparés de deux formes d'engrais sur les rendements et la nutrition minérale en zone cotonnière au Burkina Faso. *Tropicultura*, **25**, 4, 200-203.
- Yaméogo J.T., Hien M., Lykke A.M., Somé A.N. & Thiombiano A., 2011, Effet des techniques de conservation des eaux et des sols, zaï forestier et cordons pierreux, sur la réhabilitation de la végétation herbacée à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**, 1, 56-71.
- Yaméogo T.J., 2012: *Réhabilitation d'écosystème forestier dégradé en zone soudanienne du Burkina Faso: impacts des dispositifs CES/DRS*. Thèse de doctorat en Sciences du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso/Institut du Développement Rural, 161 p.
- Zougmoré R., Gnankambary Z., Guillobez S., Stroosnijder L., 2002. Effect of stone lines on soil chemical characteristics under continuous sorghum cropping in semi-arid Burkina Faso. *Soil Tillage Res.*, **66**, 47-53.
- Zougmoré R., Ouattara K., Mando A. & Ouattara B., 2004, Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Sécheresse*, **15**, 1-8.

F. Noufe, Burkinabè, Ing., Chercheur, Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural, Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso.

K. Coulibaly, Burkinabè, PhD, Enseignant chercheur, Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural, Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso.

A. Kambou, Burkinabè, DEA, Chargé du contrôle et certification, Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina-Faso, Bobo-Dioulasso Burkina-Faso.

S. Traore souleymane, Burkinabè, Msc, Maintien et de l'amélioration de la fertilité des sols, Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina-Faso, Bobo-Dioulasso Burkina-Faso.

H. Tankoano, Burkinabè, Ing., Chef du service suivi évaluation, Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina-Faso, Bobo-Dioulasso Burkina-Faso.