

Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tuy

Eric Vall, Mahamoudou Koutou, Mélanie Blanchard, Kalifa Coulibaly, Mohamadoun A. Diallo, Nadine Andrieu

▶ **To cite this version:**

Eric Vall, Mahamoudou Koutou, Mélanie Blanchard, Kalifa Coulibaly, Mohamadoun A. Diallo, et al.. Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tuy. Partenariat, modélisation, expérimentations : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique ?, Nov 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 12 p. hal-00718613

HAL Id: hal-00718613
https://hal.science/hal-00718613

Submitted on 17 Jul 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vall E., Andrieu N., Chia E., Nacro H. B. (éditeurs scientifiques), 2012. Partenariat, modélisation, expérimentation : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique. Actes du séminaire ASAP, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Cédérom.

Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tuy

Eric VALL*, Mahamoudou KOUTOU**, Mélanie BLANCHARD***, Kalifa COULIBALY**, Mohamadoun A. DIALLO**, Nadine ANDRIEU****

*CIRAD, UMR Selmet, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
CIRAD, UMR Selmet, F-34398 Montpellier, France

**CIRDES, BP 454, Bobo-Dioulasso 01

***CIRAD, UMR Innovation, F-34398 Montpellier, France

****CIRAD, UMR Innovation, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
CIRAD, UMR Innovation, F-34398 Montpellier, France

Résumé — Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina-Faso (Province du Tuy). Aujourd'hui, l'Afrique de l'Ouest doit concevoir une agriculture plus productive et plus durable face aux baisses de la fertilité des sols, de la productivité des cultures, de la productivité des troupeaux, étant donné la raréfaction des terres et l'augmentation du prix des facteurs de production. L'intensification écologique, c'est-à-dire l'augmentation de la productivité, en s'appuyant et en maintenant les fonctionnalités des écosystèmes représente un idéal à atteindre. Dans l'Ouest du Burkina Faso, une telle intensification parait possible moyennant le renforcement des interactions entre l'agriculture et l'élevage. Mais elle demeure problématique pour les producteurs et les stratégies réellement mises en œuvre restent méconnues. Le but de l'article est double : i) identifier les stratégies dominantes et la contribution de l'intégration agriculture-élevage à l'intensification ; ii) évaluer la contribution de l'intégration agriculture-élevage à l'intensification écologique. Pour réaliser ce travail, nous avons mené une enquête sur un échantillon raisonné d'1% des exploitations (n=350) du Tuy réparties dans 7 villages. L'enquête visait à caractériser la structure et le fonctionnement annuel de l'exploitation sur un cycle de production (2007/2008). Les données ont été analysées par une analyse multivariée (ACP) suivie d'une classification (CAH) et d'une analyse de variance (Anova). Nous avons mis en évidence 7 types d'exploitations : 3 types d'agriculteurs (5 à 13 ha, 3 à 9 bovins), 2 types d'éleveurs (4 à 5 ha, 37 à 91 bovins) et 2 types d'agro-éleveurs (23 à 36 ha, 25 à 27 bovins). L'association de l'agriculture et de l'élevage permet de diversifier les activités et de réduire les risques. L'intensification par l'intégration de l'agriculture-élevage est une stratégie plus marquée chez les agriculteurs. Les agro-éleveurs intensifient par le capital, la main d'œuvre et les intrants. Quand aux éleveurs leur système demeure surtout extensif. Parmi les agriculteurs, plus l'intégration agriculture-élevage est poussée plus les performances économiques sont élevées, alors que les niveaux de consommations d'intrants et de capitalisation restent stationnaires. L'intégration agriculture-élevage contribue à améliorer leur performance économique, à réduire leur exposition à des risques comme l'insécurité alimentaire, et entretenir de la fertilité des sols. Elle contribue, certes encore modestement, à l'intensification écologique en augmentant les concentrations en fertilisants organiques par unité de surface et l'usage de résidus de culture fourragers par tête de bétail, mais cette contribution tend à augmenter d'année en année.

Introduction

Pour garantir la sécurité alimentaire des populations et une exploitation durable des écosystèmes, les acteurs du développement rural de l'Afrique de l'Ouest sont confrontés au défi de la conception d'une agriculture plus productive et plus durable (Petit, 2011). C'est où l'on rejoint les enjeux proposés par la mise en action du concept d'agriculture intensive & écologique (Griffon, 2009 ; Cirad, 2010 ; Doré et *al.*, 2011). Cette agriculture vise à mieux utiliser les processus naturels pour augmenter la productivité de l'exploitation agricole tout en participant à l'entretien de l'écosystème où elle s'insère. Elle n'abandonne pas les techniques conventionnelles génératrices d'importants gains de productivité, mais cherche à améliorer l'efficience globale de l'exploitation. L'intensification écologique vise donc à concevoir des systèmes de production plus productifs, plus efficients, moins exposés aux risques et moins nocifs pour l'environnement.

Dans l'Ouest du Burkina Faso, face aux baisses de la fertilité des sols, de la productivité des cultures et des troupeaux, étant donné la raréfaction des terres et l'augmentation du prix des facteurs de production, l'intensification est encouragée par tous les acteurs du développement rural (Lalba et Vognan, 2004). Mais elle demeure problématique pour les producteurs car elle les pousse à assumer une gamme de risques accrue dans un contexte marqué par de nombreuses incertitudes (Faure, 1994 ; Piraux et *al.*, 1997). Dans cette zone fortement marquée par la production cotonnière, les schémas d'intensification proposés tendent à suivre un modèle productiviste qui ne s'avère pas durable écologiquement compte tenu de la fragilité des écosystèmes (Lalba et Vognan, 2004). Les producteurs de leur coté face aux risques climatiques et économiques diversifient les productions et cherchent avec plus ou moins de succès, à tirer partie des interactions complexes entre les végétations, les animaux et les cultures.

Dans ce contexte, nous cherchons à mieux comprendre les stratégies réellement mises en œuvre par les producteurs pour accroitre durablement les performances des exploitations sur le plan technique, économique mais aussi environnemental, tout en minimisant les risques encourus.

Dans les zones subhumides de l'Afrique subsaharienne, compte tenu de l'aléa pluviométrique et de la faiblesse du pouvoir d'achat, les producteurs ont depuis toujours développé des stratégies leur permettant de concilier accroissement de la production et minimisation des risques (sécheresse et inondation, épizootie, variabilité des prix des intrants et des productions, famines, surendettement…). La diversification des activités par l'agriculture et par l'élevage répondait à cet impératif. Tant que les ressources foncières le permettaient, ils ont privilégié des pratiques agricoles extensives et des pratiques d'élevage fondées sur la mobilité pour garantir un niveau de productivité acceptable tout en minimisant les risques (Milleville et Serpentié, 1994). Aujourd'hui, compte tenu de l'accroissement de la pression démographique (Club du Sahel, 1998), la disponibilité foncière est devenue un facteur limitant prépondérant, si bien que l'intensification[1] des systèmes de culture et des systèmes d'élevage parait être la transition agraire à favoriser (Jouve 2006). Compte tenu de la réduction des surfaces disponibles par actif, les paysans sont poussés à accroitre leur investissement par hectare. Ce faisant s'engager dans une telle voie dans un contexte d'incertitude pluviométrique, économique et foncière, c'est s'exposer au risque de ne pas pouvoir rentabiliser l'investissement consenti (Couty, 1989 ; Faure 1994 ; Piraux et *al.*, 1997). Il leur faut donc concilier un processus d'intensification (par le travail et/ou par le capital + intrants) avec une stratégie de minimisation des risques. L'intégration de l'agriculture et de l'élevage en augmentant le disponible en énergie agricole et en fumure organique et en permettant le recyclage des biomasses fourragères sur l'exploitation a depuis longtemps été proposée comme un modèle d'intensification adapté pour les exploitations d'Afrique de l'Ouest (Landais et Lhoste, 1991). Mais pendant longtemps seule la traction animale, en vertu de son effet décisif sur la productivité du travail, a été adoptée par les paysans. Les conditions de production n'incitaient pas les paysans à développer les pratiques de production de fourrages et de fumures organiques. Mais les temps ont changé et avec l'augmentation du prix des intrants et la réduction des espaces de pâturage, l'intégration de l'agriculture et de l'élevage évolue positivement (Bosma et *al.*, 1992 ; Dugué et *al.*, 2004 ; Vall *et al.*, 2006). Les vertus de l'association agriculture-élevage sur la productivité des exploitations et l'entretien des ressources productives est un topique de l'agronomie depuis des temps ancestraux. Mais, dans le contexte des savanes subhumides de l'Afrique de l'Ouest sa contribution à l'intensification a rarement été mise en évidence, excepté pour les effets de l'adoption de la traction animale sur la productivité du travail. Sa contribution à l'efficience de l'exploitation en matière d'utilisation des intrants ou encore sa contribution à l'entretien des ressources naturelles comme les sols sont également peu documentées.

Face à ce constat nous proposons de traiter dans cet article la question suivante : L'intégration de l'agriculture et de l'élevage contribue t'elle à l'intensification écologique des exploitations dans les zones de savanes subhumides d'Afrique de l'Ouest ? Nous posons comme hypothèse qu'à types d'exploitations « comparables » sur le plan structurel, plus l'intégration de l'agriculture et de l'élevage est poussée plus l'exploitation est performante techniquement et économiquement, économe en intrants, moins exposées aux risques (économiques & climatiques) et enfin susceptible de contribuer à l'entretien de la fertilité des sols.

Le but de l'article est double : i) d'abord caractériser les stratégies dominantes selon les types d'exploitation et plus particulièrement la contribution de l'intégration agriculture-élevage à l'intensification ; ii) puis évaluer la contribution de l'intégration agriculture-élevage à l'intensification écologique (accroissement de la productivité & contribution à l'entretien de la fertilité des sols).

1. En suivant Couty (1989), nous définissons, l'intensification comme un investissement en travail et/ou en capital par unité de surface permettant d'atteindre une amélioration de la production, de la productivité de la terre, de la productivité du travail.

Pour atteindre cet objectif, nous avons d'abord caractérisé la diversité des exploitations de la province du Tuy caractéristique des tendances observées dans l'Ouest du Burkina Faso, puis analysé pour chaque classe les stratégies dominantes (intensification, extensification, intégration…) et enfin nous avons cherché à évaluer l'incidence de l'intégration agriculture-élevage sur les résultats technico-économiques et sur la durabilité environnementale.

Méthodologie

La présente étude s'insère dans le projet Fertipartenaires (FOOD/2007/144-075) qui intervient sur la conception d'innovations agropastorales pour relever la fertilité des sols et améliorer la sécurité alimentaire dans les exploitations agricoles familiales de 7 villages de la province du Tuy située à l'Ouest du Burkina Faso. La Province est soumise à un climat soudanien-sahélien (environ 1000 mm/an). Elle s'étend sur 5 620km² et sa population s'élève à environ 233 000 habitants soit une densité de 42 hab/km² ce qui est relativement élevé par rapport au potentiel agricole du milieu.

Échantillonnage des exploitations

Nous avons choisi de travailler par enquête dans les 7 villages d'intervention du projet Fertipartenaires.

Pour garantir une représentation acceptable, nous avons enquêtés 350 exploitations (soit environ 1 % des exploitations de la province) à raison de 50 exploitations par village.

Pour échantillonner les exploitations nous nous sommes basés sur la typologie élaborée en 2006 (Vall et *al*. 2006) dans la même région. Elle est basée sur la surface cultivée et la taille du troupeau de bovin (trait+élevage) et a permis de définir 3 types d'exploitations : les Agriculteurs (84% des cas ; *exploitation possédant moins de 10 bovins*), les Agro-Eleveurs (7 % des cas *exploitation possédant plus de 10 bovins et cultivant plus de 5 ha*) et les Eleveurs (9 % des cas *exploitation possédant plus de 10 bovins et cultivant moins de 5 ha*). A partir de ces critères de classification et d'un recensement rapide des exploitations des 7 villages réalisé en 2008 (données Fertipartenaires) nous avons retenus et enquêtés 234 agriculteurs, 56 éleveurs, et 60 agro-éleveurs (NB : dans cet échantillon les agro-éleveurs et les Eleveurs représentent a priori respectivement 16 et 17 % des cas et sont par conséquent surreprésentés dans l'échantillon).

Collecte des données

Nous avons procédé par enquête rapide de l'exploitation, avec une approche globale des caractéristiques structurelles et des activités de l'exploitation, et collecte de données essentiellement quantitatives et déclarées par le chef d'exploitation.

Le questionnaire permettait de caractériser la structure et le fonctionnement de l'exploitation sur le cycle culturale 2007-2008. Il comportait les rubriques suivantes, qui ont été retenues pour caractériser la structure de l'exploitation, l'activité agricole, l'activité d'élevage, la production de fumure organique, les échanges de fumure organique et de résidus agricoles :
1. généralités : Identité, âge, sexe, ethnie, religion, année d'installation et d'arrivée au village, nombre de personnes à charge, nombre d'actifs, activités principale et secondaire, niveau d'alphabétisation et de scolarisation, appartenance à un groupement de producteur, implication antérieur dans un projet ;
2. champs de l'unité de production : localisation (nom), superficie, type de sol, mode de tenure ;
3. matériels agricoles et de transport : nombre unités pour chaque type d'équipement ;
4. production de fumure organique : pour chaque mode de production (ordure ménagère, fumure de fosse, fumure de parc), localisation, génie rural, type de biomasse, production ;
5. productions végétales : pour chaque type de culture, surface 2006 et 2007, apport de NPK et d'urée, application d'herbicide, production, estimation de la part autoconsommée et de la part vendue ;
6. productions animales : pour chaque types d'animaux (bovins d'élevage, de trait, ovins, caprins, asins, porcins, volaille), nombre de naissances, de ventes, de morts, de dons, montant des ventes, achat de tourteau et dépenses sanitaire au cours de l'exercice écoulé ;
7. échanges de fumure organique et de résidus de culture avec les autres exploitations.

Analyse des données

Analyse de la diversité des exploitations et des stratégies dominantes

L'analyse directe de la diversité des stratégies d'intensification basée sur des variables d'intensification (capital/ha, surface cultivée/actif, intrants/ha…) n'a pas produit de résultats probants. Nous avons donc opté pour une analyse en deux étapes : 1) réalisation d'une typologie structurelle des exploitations ; 2) étude des stratégies d'intensification dans chaque classe.

Etape 1– L'analyse de la diversité des exploitations a été réalisée en procédant à une Analyse en Composante Principales (ACP) basée sur les 7 variables de structure suivantes : surface des champs, surface totale cultivée, effectifs des cheptels bovin de trait et d'élevage, nombre d'UBT, nombre d'actifs, nombre de personnes à charge, valeur monétaire du matériel agricole. Pour caractériser des classes homogènes de population d'exploitations nous avons ensuite réalisé une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) à partir des coordonnées des individus sur les deux premiers axes factoriels de l'ACP.

Etape 2 – Pour chaque classe d'exploitation, l'analyse des stratégies dominantes a été effectuée sur un jeu de variables sélectionnées pour caractériser, la structure de l'exploitation, le niveau d'intégration de l'agriculture et de l'élevage, les modes de production de fumure organique, le niveau d'intensification et les résultats technico-économiques de l'exploitation (Tableau 1). Pour tester la significativité des différences observées entre les classes d'exploitations, nous avons effectué des analyses de variance (ANOVA) sur les variables.

Tableau 1. Jeu de variables retenues pour l'analyse et mode de calcul.

Variables	Mode de calcul
De structure de l'exploitation:	
- Surface cultivée (ha)	Déclaration du producteur
- Bovins d'élevage et de trait (n)	Déclaration du producteur
- Actifs (n)	Déclaration du producteur
- Valeur matériel agricole (kFCFA)	Valorisation du matériel agricole déclaré par le producteur
Production de fumure organique	
Prod. annuelle FO (t/an)	Production de fumure issue d'ordures ménagères + de fumure de fosses + de fumure de parcs déclarées par le producteur
FO % ordure ménagère	% Production annuelle de FO issue d'ordure ménagère
FO % fumier et compost de fosse	% Production annuelle de FO issue de fosse (fumier et compost)
FO % terre de parc (poudrette)	% Production annuelle de FO issue de parc (poudrette)
D'intégration agriculture-élevage :	
-FO/UBT (kg)	somme des fumures organiques produites (fumure de parc, fumure de fosses, ordure ménagères) rapportées au nombre d'UBT (1 UBT= 1 bovins de 250 kg)
-FO/SC (kg)	somme des fumures organiques (FO) produites rapportées à la surface cultivée (SC)
-Effi. Prod. FO (ratio)	Efficience de la production de la FO : sommes des FO produites (parcs + fosses+ordures ménagères) /matières premières utilisées pour produire FO
-Couv. Bes. Expl. FO (%)	Couverture des besoins de l'exploitation en FO à raison de 2,5 tMSFO/ha/an
-SC/PdB (ha)	Surface cultivée par paire de bœufs
-Ech. RdC (%)	Proportion des exploitations pratiquant des échanges de résidus de culture
-Ech. FO (%exploitations)	Proportion des exploitations pratiquant des échanges de résidus de culture
D'intensification :	
-Mat. Agri./ha (kFCFA)	Valeur du matériel agricole rapportée à l'hectare
-SC/actif (ha)	Surface cultivée par actif
- Actif/SC (u)	Actif par hectare cultivé
-Fum. Min./ha (kg)	Total des quantités de NPK+Urée utilisées rapportées à la surface cultivée
-TdC/UBT (Kg)	Total des quantités de tourteau de coton utilisées rapportées au nombre d'UBT
-Dép. Santé/UBT (kFCFA)	Dépenses en soins vétérinaire/UBT
Résultats technico-économiques :	
-Rdt coton (kg/ha)	Rendement coton
-Rdt maïs (kg/ha)	Rendement maïs
-Marge coton/ha (kFCFA)	(Produits coton – Charges coton)/surface de coton
-Marge maïs/ha (kFCFA)	(Produits maïs – Charges maïs)/surface de maïs
-Disp. Céréal/Pers. (kg)	Production total de céréale de l'exploitation rapportée au nombre de personnes à charge Revenu exploitation/ha (kFCFA)

Analyse de l'effet de l'intégration agriculture élevage sur les performances des exploitations

Cette partie de l'analyse a été limitée aux exploitations du type agriculteur, car c'est ce type qui met le plus en œuvre l'intégration de l'agriculture et de l'élevage (résultat principale de la partie précédente sur l'étude des stratégies).

Le niveau d'intégration agriculture-élevage a été évalué en fonction des ratios « fumure organique produite en fosse et en parc / nombre d'UBT, FO/UBT ». La traction animale étant répandue dans la zone d'étude, et en l'absence de culture fourragère, un critère d'intégration permettant de réellement discriminer les exploitations est selon nous le ratio FO/UBT. Ce ratio résume assez bien l'effort consentit par l'exploitation pour fournir de la fumure organique à partir d'un facteur de production souvent limitant (le nombre d'animaux).

Les agriculteurs ont donc été répartis en deux nouvelles classes « exploitation avec intégration agriculture-élevage faible » (ratio FO/UBT en dessous de la moyenne de la classe) ; « exploitation avec intégration agriculture-élevage forte » (ratio FO/UBT en dessus de la moyenne de la classe).

Pour tester la significativité des différences observées entre ces deux classes, nous avons effectué des analyses de variance (ANOVA) sur un jeu de variables sélectionnées pour caractériser, le niveau d'intégration agriculture-élevage, le niveau d'intensification, les résultats technico-économiques et la structure de l'exploitation (Tableau 1). Les moyennes ont été séparées par le Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

Résultats

Diversité des exploitations et des orientations agropastorales

L'ACP a permis de discriminer les exploitations en fonction de la place relative de l'agriculture et de l'élevage dans les exploitations. Le premier plan factoriel permet de décrire 82 % de la variabilité totale. L'axe 1 discrimine les exploitations en fonction de la surface cultivée, des actifs et de l'importance du matériel agricole (grandes exploitations à droite), et l'axe 2, selon la taille du troupeau (les grands troupeaux vers le haut). Avec la CAH, nous avons mis en évidence 7 classes d'exploitations (Figure 2) : 3 classes d'agriculteurs, 2 classes d'éleveurs et 2 classes d'agroéleveurs.

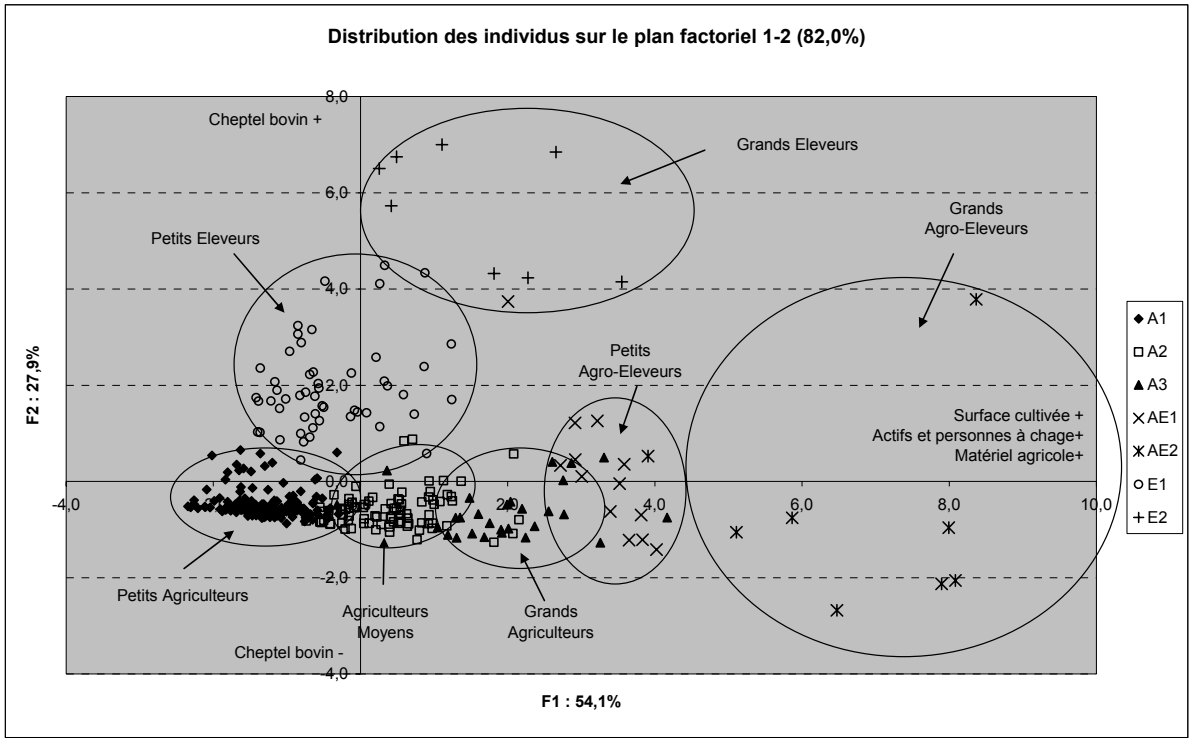


Figure 1. Distribution des individus sur le premier plan factoriel de l'ACP et délimitation des 7 types d'exploitation définis par l'ACP.

Les caractéristiques des classes font ressortir que (Tableau 2) :

– chez les agriculteurs (5 à 13 ha, 3 à 9 bovins), les classes A1, A2 et A3 se distinguant par la taille croissante des surfaces cultivées, du cheptel (de trait) des actifs et du matériel agricole ;

– chez les éleveurs (4 à 5 ha, 37 à 91 bovins), les classes E1 et E2 se caractérisent par l'élevage de grands troupeaux et de petites surfaces cultivées, essentiellement céréalières et destinées à nourrir la famille. E2 se distingue de E1 par la taille du troupeau (respectivement 91 contre 37 têtes) ;

– chez les agro-éleveurs (23 à 36 ha, 25 à 27 bovins), les classes AE1 et AE2 se caractérisent par une surface cultivée importante et la présence d'un cheptel bovin également conséquent. AE2 se distingue de AE1 par la surface cultivée et le nombre d'actifs (respectivement 36 contre 23 ha et 22 contre 11 actifs). Les AE2 sont aussi plus équipés en matériel agricole et possèdent un tracteur dans 70 % des cas.

Dans un environnement difficile et incertain, la pratique simultanée de l'agriculture et de l'élevage dans toutes les exploitations répond à un impératif de sécurisation économique. Chez les agriculteurs l'élevage se limite souvent à un attelage et quelques petits ruminants. Les agro-éleveurs ont quand a eux, investit les surplus agricoles dans un noyau d'élevage plus conséquent.

Concernant la production annuelle de fumure organique, elle est la plus élevée chez les agro-éleveurs (9t/an), relativement faible chez les éleveurs (3-4t/an) si on la rapporte à la taille de leur cheptel (Tableau 3), et elle augmente proportionnellement à la taille du troupeau chez les agriculteurs. Chez les éleveurs la production est réalisée principalement dans les parcs de nuit, chez les agro-éleveurs et chez les agriculteurs dans des fosses et secondairement dans les parcs (excepté pour les A1). La contribution des ordures ménagères à la production annuelle reste inférieure à 15 %.

Tableau 2. Caractéristiques structurelles des 7 classes d'exploitations.

Classes d'exploitation (codes et poids des classes en % d'exploitation)	Agriculteurs			Agro-Eleveurs		Eleveurs		Anova		
	A1 (44 %)	A2 (24 %)	A3 (8 %)	AE1 (4 %)	AE2 (3 %)	E1 (15 %)	E2 (2 %)	F	P>F	Signifi-catif*
Surface cultivée (ha)	4,6[a]	10,9[b]	13,4[c]	23,2[d]	36,0[e]	4,3[f]	5,0[f]	219,7	< 0,0001	oui
Bovins d'élevage et de trait (n)	3[a]	6[b]	9[b]	25[c]	27[c]	37[d]	91[e]	232,9	< 0,0001	oui
Actifs (n)	4[a]	7[b]	17[c]	11[d]	22[e]	5[f]	9[d]	122,6	< 0,0001	oui
Personnes à charge (n)	8[a]	17[b]	26[c]	29[c]	30[c]	13[d]	25[c]	76,3	< 0,0001	oui
Valeur du matériel agricole (kFCFA)	312[a]	730[b]	981[b]	1 500[c]	6 738[d]	446[e]	686[e]	215,1	< 0,0001	oui
Prod. annuelle FO (t/an)	2,2[a]	5,2[b]	7,3[c]	8,8[c]	9,3[c]	4,0[b]	3,0[b]	16,9	< 0,0001	oui
FO % ordure ménagère	16 %	10 %	11 %	15 %	4 %	14 %	6 %	0,9	0,468	non
FO % fumier et compost de fosse	27 %[a]	49 %[b]	60 %[b]	50 %[b]	54 %[b]	11 %[c]	0 %[c]	11,3	< 0,0001	oui
FO % terre de parc (poudrette)	35 %[a]	38 %[a]	18 %[b]	27 %[a]	42 %[a]	69 %[c]	69 %[c]	9,1	< 0,0001	oui

Légende : FO : fumure organique ; Test de Newman-Keuls au seuil de 5 % ; les lettres en exposant représentent les groupes de classes homogènes par variable.

Stratégies dominantes selon les classes d'exploitations

Chez les agriculteurs (A1, A2 et A3), l'intégration agriculture-élevage est une stratégie plus marquée que dans les deux autres types (éleveurs et agro-éleveurs) comme l'indique les ratios fumure organique produite/UBT, fumure organique utilisée/ha, efficience de la production de fumure organique et couverture des besoins de l'exploitation en fumure organique (Tableau 3). La surface cultivée par paire de bœufs est plus importante que dans le type éleveurs, mais moindre que dans le type agro-éleveurs. De plus elle tend à augmenter avec la taille de l'exploitation.

Dans ces 3 classes l'intensification par le capital (Mat. Agri./ha) est plus faible que dans les types agro-éleveurs et éleveurs. L'intensification par le travail (Actif/SC) est moyenne chez les A1 et A2 et forte chez les A3. Enfin il en va de même de l'intensification par les intrants (Fum. Min./ha; faible chez les A1, et plus forte chez les A2 et A3).

Les rendements coton sont en tendance plus faibles que dans les autres types, et les rendements maïs dans la moyenne voir au dessus. Il en va de même pour les marges coton et maïs.

Les revenus d'exploitation sont en tendance plus faibles que dans les types éleveurs et agro-éleveurs, avec une très faible contribution de l'élevage. Le disponible céréalier, 300 à 350 kg/personnes/an, est supérieur aux normes préconisées par la FAO (200 kg/personnes/an).

Chez les éleveurs (E1 et E2). La valeur élevée du ratio FO/ha s'explique par la taille importante du troupeau et de la petite surface cultivée. Cette valeur ne traduit pas un effort particulier d'intégration agriculture-élevage (travail de collecte et transformation des biomasses végétales et déjections animales) puisqu'il s'agit surtout d'un apport direct de poudrette par parcage au champ. Avec un ratio cheptel/surface nettement plus élevé que dans les autres classes, les éleveurs couvrent davantage leurs besoins en fumure organique. Mais l'efficience de la production de la fumure est faible, car les pertes de déjection au pâturage sont très importantes.

Tableau 3. Indicateurs d'intégration agriculture-élevage, indicateurs d'intensification et résultats technico-économiques des 7 classes d'exploitations.

Classes d'exploitation	Agriculteurs			Agro-Eleveurs		Eleveurs		Anova		
	A1	A2	A3	AE1	AE2	E1	E2	F	P>F	Significatif*
FO/SC (kg/ha)	540^{a}	521^{a}	542^{a}	382^{b}	272^{b}	1 134^{c}	922^{c}	6,5	< 0,0001	oui
FO/UBT (kg/UBT)	1 002^{a}	883^{a}	931^{a}	512^{b}	792^{b}	111^{c}	29^{c}	4,3	0,000	oui
Effi. Prod. FO (ratio)	0,11^{a}	0,13^{a}	0,13^{a}	0,09^{b}	0,07^{b}	0,06^{c}	0,02^{c}	3,4	0,002	oui
Couv. Bes. Expl. FO (%)	14%^{a}	13%^{a}	14%^{a}	10%^{b}	7%^{b}	28%^{c}	23%^{c}	6,3	< 0,0001	oui
SC/PdB (ha)	5,0^{a}	6,8^{b}	7,6^{b}	8,9^{b}	17,2^{c}	3,5^{d}	2,9^{d}	18,0	< 0,0001	oui
Mat. Agri./ha (kFCFA)	73^{a}	71^{a}	72^{a}	66^{a}	208^{b}	126^{c}	169^{c}	8,7	< 0,0001	oui
Actif/SC (u)	0,7^{a}	0,6^{a}	1,2^{a}	0,4^{b}	0,6^{a}	1,0^{a}	1,3^{a}	8,8	< 0,0001	oui
Fum. Min./ha (kg)	86^{a}	109^{b}	126^{b}	115^{b}	135^{b}	54^{c}	62^{c}	12,7	< 0,0001	oui
TdC/UBT (Kg)	15	21	22	11	12	8	12	2,8	0,010	non
Rdt coton (kg/ha)	905	883	999	1 205	1 277	1 061	1 299	2,9	0,009	non
Rdt maïs (kg/ha)	1 269^{a}	1 443^{b}	1 644^{c}	1 382^{a}	2 324^{d}	1 081^{e}	1 383^{b}	4,3	0,000	oui
Marge coton/ha (kFCFA)	71^{a}	62^{a}	76^{a}	106^{a}	126^{b}	79^{a}	108^{a}	2,6	0,019	oui
Marge maïs/ha (kFCFA)	91^{a}	104^{b}	132^{b}	100^{b}	197^{c}	97^{a}	123^{b}	2,7	0,014	oui
Rev. Expl./ha (kFCFA)	84^{a}	79^{a}	99^{a}	89^{a}	146^{b}	162^{b}	390^{c}	25,0	< 0,0001	oui
Ctr. Elev. Rev. (%)	6%^{a}	0%^{a}	2%^{a}	2%^{a}	3%^{a}	39%^{b}	61%^{c}	16,2	< 0,0001	oui
Disp. Céréal/Pers. (kg)	322^{a}	357^{a}	301^{a}	378^{a}	1 084^{b}	197^{c}	141^{c}	11,4	< 0,0001	oui

Légende : FO, fumure organique ; SC, surface cultivée ; UBT unité de bétail tropical (1 UBT = 1 bovin de 250 kg) ; Effi., efficience ; Prod., production ; Couv. Couverture ; Bes., besoins ; Expl., exploitation ; PdB, paire de bœufs ; Mat., matériel ; Agri., agricole ; Fum., fumure ; Min., minérale ; TdC, Tourteau de coton ; Rdt, rendement ; Rev., revenu ; Ctr., contribution ; Elev., élevage ; Disp., disponible ; Céréal., céréalier ; Pers., personne ; Test de Newman-Keuls au seuil de 5% ; 1€= 0,655 KFCFA ; les lettres en exposant représentent les groupes de classes homogènes par variable.

Leur système demeure surtout extensif avec une faible consommation d'intrants minéraux/ha, une faible superficie cultivée/paire de bovins. La superficie cultivée est très faible ce qui explique que pour les éleveurs, la valeur du matériel agricole et le nombre d'actifs rapportées à l'hectare sont relativement élevés.

• Chez les éleveurs, la surface cultivée est si petite que le plus souvent la production ne permet pas de satisfaire les besoins alimentaires des ménages ; le disponible céréalier est inférieur à la norme FAO (200 kg/personnes/an). Ils vendent alors des animaux pour garantir leur besoins alimentaires. Les rendements et les marges coton et maïs sont dans la moyenne comparativement aux autres types. Pour le maïs, ce résultat est surprenant car d'ordinaire les rendements maïs sont plus élevés chez les éleveurs car les sols des champs de case bénéficient abondamment de la fumure organique. La contribution de l'élevage dans le revenu de l'exploitation est évidement importante, et les revenus par hectare sont élevés.

• Chez les agroéleveurs (AE1 et AE2), la fumure organique produite ne permet de couvrir qu'une faible partie des besoins de l'exploitation. L'efficience de la production de la fumure organique, bien que supérieure à celle des éleveurs est inférieure à celle des agriculteurs. Les surfaces cultivées par paire de bœufs sont en revanche plus élevées que dans les autres classes. Chez les AE2 le saut important de la surface cultivée/PdB s'explique par l'adoption d'un tracteur.

Les agroéleveurs intensifient par le capital (AE2), et par un recours aux intrants comme les engrais minéraux plus importants que dans les autres types (AE1 et AE2). Mais dans ces exploitations, la main d'œuvre est plus qu'ailleurs un facteur limitant et le recours à de la main d'œuvre extérieure salariée pour les semis, les travaux d'entretien et les récoltes est une pratique courante.

Ces exploitations ont des rendements coton et maïs, et des revenus plus élevés, mais aussi des marges coton et maïs qui ont tendance à être plus élevées que dans les deux autres types. Le disponible céréalier par personne est important voir très important pour les AE2.

Les agro-éleveurs ont donc mis en place un système performant sur le plan économique. Mais celui-ci est principalement basé sur une intensification par le capital et l'utilisation d'intrants achetés sur le marché, voire de main d'œuvre temporaire recrutée dans les exploitations les plus modestes. La présence de l'élevage répond principalement à une volonté de capitalisation. L'association de l'agriculture et de l'élevage est effective dans ces exploitations, mais elle ne contribue que de façon assez marginale à la production de fumure organique. En revanche, l'énergie animale est fortement sollicitée pour les travaux agricoles.

Effets de l'intégration agriculture-élevage chez les agriculteurs

L'association de l'agriculture et de l'élevage s'étant révélée être une stratégie plus aboutie chez les agriculteurs, en référence à l'indicateur FO/UBT, nous avons choisi de nous restreindre à ce type d'exploitations dans cette partie des résultats pour analyser l'effet de l'intégration sur les performances des exploitations.

Parmi les agriculteurs, plus l'association agriculture-élevage est poussée, plus les performances économiques sont élevées, alors que les niveaux de capitalisation et de consommations d'intrants restent stationnaires (Tableau 4).

Chez ces agriculteurs (31% des cas), l'efficience de la production de fumure organique, la couverture des besoins de l'exploitation en fumure organique, la dose moyenne de fumure organique appliquée au champ, la surface cultivée par paire de bovins, les pratiques d'échanges de résidus de cultures, sont significativement plus élevées.

L'association agriculture et élevage permet un surcroit d'intensification par le travail (pour le recyclage des résidus agricoles et des déjections animales) et par l'utilisation d'intrants issus de l'exploitation (fourrages et fumures organiques). Ces intrants produits par l'exploitation s'ajoutent et ne se substituent pas aux intrants classiques, ce qui explique l'amélioration des performances observées dans les exploitations où agriculture et élevage sont plus fortement associées.

Néanmoins, l'amélioration des performances techniques et économiques (disponible céréalier par personne à charge, marges, rendements…) dans les exploitations intégrant mieux agriculture et élevage bien qu'elle soit remarquable sur tous les indicateurs présentés dans le Tableau 4, n'est pas statistiquement significative (presque significative néanmoins pour le maïs qui est la culture bénéficiant le plus d'apport de fumure organique dans la province du Tuy ; observations Fertipartenaires non publiées). On remarquera aussi que l'effort d'intégration de l'agriculture et de l'élevage est plus important dans les exploitations disposant d'un cheptel plus limité.

Tableau 4. Indicateurs d'intégration agriculture élevage & d'intensification, résultats technico-économiques et caractéristiques structurelles des exploitations en fonction du degré d'association de l'agriculture et de l'élevage.

Types d'exploitations		Association AE faible 69%	Association AE forte 31%	F	P>F	Significatif
Intégration agriculture-élevage	FO/UBT (kg/UBT)	354	2 185	174,4	< 0,0001	oui
	FO/SC (kg/ha)	391	858	39,6	< 0,0001	oui
	Effi. Prod. FO (ratio)	0,07	0,23	122,3	< 0,0001	oui
	Couv. Bes. Expl. FO (%)	10%	22%	39,9	< 0,0001	oui
	SC/PdB (ha)	5,5	7,2	15,7	< 0,0001	oui
	Ech. RdC (%)	48%	61%	4,1	0,043	oui
	Ech. FO (%)	24%	23%	0,1	0,821	non
Indicateurs d'intensification	Mat. Agri./ha (kFCFA)	76	63	2,9	0,087	non
	SC/actif (ha)	1,4	1,4	0,0	0,866	non
	Fum. Min./ha (kg)	95	104	2,1	0,150	non
	TdC/UBT (Kg)	17	19	0,6	0,431	non
	Dép. Santé/UBT (kFCFA)	1 923	2 419	3,0	0,083	non
Résultats économiques et techniques	Disp. Céréal/Pers. (kg)	310	377	2,501	0,115	non
	Rev. Expl./ha (kFCFA)	83	86	0,095	0,758	non
	Marge coton/ha (kFCFA)	67	71	0,243	0,623	non
	Marge maïs/ha (kFCFA)	94	11A	2,687	0,102	non
	Rdt. coton (kg/ha)	901	926	0,188	0,665	non
	Rdt. maïs (kg/ha)	1 304	1 520	3,759	0,054	non
Caractéristiques structurelles	Surface cultivée (ha)	7,3	8,1	1,838	0,176	non
	Bovins d'élevage et de trait (n)	5	3	11,677	0,001	oui
	Actifs (n)	6	7	1,448	0,230	non
	Valeur matériel agricole (kFCFA)	526	489	0,489	0,485	non

Légende : FO, fumure organique ; SC, surface cultivée ; UBT unité de bétail tropical (1 UBT = 1 bovin de 250 kg) ; Effi., efficience ; Prod., production ; Couv. Couverture ; Bes., besoins ; Expl., exploitation ; PdB, paire de bœufs ; Ech., échange ; RdC, résidus de culture ; Mat., matériel ; Agri., agricole ; Fum., fumure ; Min., minérale ; TdC, Tourteau de coton ; Dép., dépenses ; Disp., disponible ; Céréal, céréalier ; Pers., personnes ; Rev., revenu ; Expl., exploitation ; Rdt, rendement ; Test de Newman-Keuls au seuil de 5 % ; 1€= 0,655 KFCFA ; les lettres en exposant représentent les groupes de classes homogènes par variable.

Discussion

Intégration agriculture-élevage : évolution et renforcement

Dans l'Ouest du Burkina Faso, les producteurs ont développé un modèle d'association agriculture-élevage paysan original, mis en œuvre dans la très grande majorité des exploitations. Il est basé sur i) un recours important à l'énergie animale bovine et asine pour la culture attelée et les transports ; ii) une production diversifiée de fumures organiques (ordures domestiques, fumiers et composts de fosses, poudrette de parc) ; iii) la valorisation fourragère de résidus agricoles sur pieds au champ ou stockés à la maison pendant la saison sèche ; iv) et enfin sur la capitalisation des surplus agricoles dans l'élevage.

Aujourd'hui, dans un système de culture continue, toutes les terres agricoles sont labourées, sarclées et parfois buttées en traction animale. Dans les années 1990, 30 à 40 % des exploitations possédaient un attelage, 0,2 à 0,5 % des exploitations possédaient un tracteur et 60 à 70 % cultivaient à la main (Faure 1994 ; Tersiguel, 1995). Nos résultats indiquent que de nos jours, ce sont 84% des exploitations qui possèdent un attelage, 2 % un tracteur et seulement 14% cultivent encore à la main. La culture exclusivement manuelle a très fortement régressée. Les très grandes exploitations remplacent les paires de bovins par la motorisation pour les labours.

Concernant la fumure organique la situation a beaucoup évoluée. Les modes de production qui était traditionnellement limités à la production de terre de parc (Tersiguel, 1995) se sont fortement diversifiés puisqu'aujourd'hui, selon les données du recensement d'exploitation Fertipartenaires de 2008 (non publié), 65 % des exploitations produisent de la terre de parc (poudrette), 47 % des exploitations produisent des fumiers et compost en fosse, et qu'enfin 29 % des exploitations valorise les ordures ménagères en fumures organique. Une telle diversification et généralisation des pratiques de production de fumure organique a été observée ailleurs en Afrique de l'Ouest (Blanchard, 2010) et dans une moindre proportion en Afrique Centrale (Dongmo, 2009). Certaines techniques promues par la recherche & le développement progressent rapidement comme la production des fumures en fosse (33 % des exploitations possèdent au moins une fosse de cours et 7% une fosse au champ ; Vall, 2009), d'autres en revanche comme le parc amélioré n'ont pas été adoptées (Berger *et al.*, 1987). Les fumures organiques sont utilisées pour amender les parties de champs jugées les moins fertiles avec des apports localisés et massifs (> 10t/ha voir davantage) et principalement sur la culture de maïs (Vall, 2009).

En revanche, la culture fourragère proposée dans les modèles agronomiques classiques d'association agriculture-élevage, n'a toujours pas été adoptée par les producteurs comme l'avaient déjà remarqué Landais et Lhoste dans les années 1990. Les producteurs estiment que les coûts de renoncement aux pratiques de conduites des troupeaux au pâturage sont trop élevés pour justifier la mise en place de cultures fourragères dans un environnement où les espaces de cultures sont des facteurs de plus en plus rares, donc malgré les risques de conflits encourus à certaines périodes de l'année (hivernage).

Intégration agriculture-élevage : diversification vs intensification

L'association de l'agriculture et de l'élevage est une pratique désormais commune à toutes les exploitations du Tuy. Elle correspond à une stratégie duale de diversification des activités et d'intensification de la production, dont l'importance relative dépend des types d'exploitation.

Dans un environnement caractérisé par de nombreuses incertitudes économiques (volatilité des prix agricoles) et un important aléa climatique, elle est avant tout une stratégie qui permet de se parer contre les risques et de compenser les pertes enregistrées dans une activité, par les gains ou par l'épargne (notamment sous forme de bétail) générer sur une seconde ligne de production. Cette fonction de sécurisation est très largement répandue dans l'ensemble des systèmes mixtes connus de part le monde (Herrero *et al.*, 2010).

Dans les exploitations les plus modestes et orientées principalement vers la production agricole (type Agriculteur), l'association de l'agriculture et de l'élevage correspond à une stratégie d'intensification qui permet de minimiser les risques économiques. L'utilisation des litières et des déjections animales pour fertiliser les sols, des résidus de culture pour alimenter le bétail et de l'énergie animale pour travailler les terres et transporter les biens et les personnes constituent autant de synergies technologiques génératrices d'externalités pécuniaires, c'est-à-dire d'économies d'intrants ou de main d'œuvre.

Mais dans les exploitations où l'accumulation du capital est suffisante pour faire face aux risques (type Agro-Eleveur), l'intensification classique basée sur l'utilisation d'intrants industriels, voir sur la motorisation, permet d'améliorer plus efficacement (rapidement) la productivité et les revenus. Faure (1994), avait déjà montré que dans l'Ouest du Burkina Faso, les revenus de l'exploitation augmentaient sensiblement avec le niveau de motorisation et d'intensification. L'intégration agriculture-élevage est donc moindre chez les agro-éleveurs qui paradoxalement réunissent les conditions nécessaires idéales pour intégrer les deux activités (un troupeau et des surfaces importantes).

Dans les exploitations dominées par l'élevage (type éleveur), l'agriculture permet de produire une partie des denrées agricoles nécessaires à la subsistance de la famille, et de sécuriser le territoire d'attache nécessaire pour le maintient d'une partie du troupeau laitier, comme cela a été démontré dans d'autres situations (Dongmo, 2009). Dans la zone de l'étude, l'intégration agriculture-élevage sur l'exploitation se limite au parcage nocturne sur les champs de case. Mais hors de l'exploitation, l'intégration agriculture-élevage concerne la négociation des droits de vaine pâture qui est un enjeu capital pour des exploitations ne produisant pas les ressources fourragères suffisantes pour couvrir les besoins de leur cheptel (Diallo, 2010).

Intégration agriculture-élevage et intensification écologique : un potentiel à développer

Les résultats de l'étude ont montré qu'aujourd'hui, malgré l'amélioration et la diffusion de pratiques d'intégration agriculture élevage dans tous les types d'exploitations, sa contribution à l'amélioration de la productivité et aux revenus monétaires reste relativement marginale. Sur le plan de la durabilité environnementale, la contribution principale que l'on peut attendre de l'intégration de l'agriculture et de l'élevage est le relèvement de la fertilité des sols par l'apport de fumure organique. Sur ce point aussi, l'étude a montré qu'aujourd'hui l'efficience de la production de la fumure organique (0,02 à 0,13) et la couverture des besoins des exploitations en fumure organique (7 à 28 %) étaient très loin d'être optimales. En comparaison, au Mali-Sud, l'efficience de la production de la fumure organique est de l'ordre de 0,2 et la couverture des besoins des exploitations en fumure organique d'environ 45 % (Blanchard, 2010) La production de fumure par exploitations reste modeste et les apports de fumure sont concentrés sur des portions congrues des surfaces cultivées.

Pour accroitre la production de fumure organique, et ainsi contribuer à relever la fertilité des sols par des apports de fumure significatifs et conséquemment agir sur la productivité et les revenus des exploitations, il faut réduire les pertes de résidus de culture et de déjections animales tout au long du processus de collecte, de production et d'application de la fumure organique.

Durant l'étape de la collecte, les pertes principales pour l'exploitation sont causées par les feux de brousses et la vaine pâture s'agissant des résidus agricoles, et par la divagation diurne hors exploitation s'agissant des déjections animales (40 à 50% des déjections sont ainsi dispersées dans la nature ; Landais *et al.*, 1991). Le contrôle des feux passe par l'établissement de règles reconnues par la collectivité (interdiction des feux tardifs, comités villageois de surveillance...). La réduction de la divagation suppose d'intensifier la production fourragère sur les exploitations. Or nos résultats ont montré qu'à l'heure actuelle, la pression foncière n'est pas encore suffisante pour que les éleveurs renoncent à cette pratique. La mise en place de fosses sur les exploitations et dans les champs, et le développement des équipements de transport, en réduisant les contraintes de travail et en multipliant les points de collecte, contribuent à réduire les pertes.

Durant la phase de transformation, les pertes principales se font sous formes gazeuses et sont liées aux processus de décomposition des matières premières. Dans des fosses, ces fuites s'élèvent à environ 40-50% lors d'un processus de compostage (données du projet Fertipartenaires non publiées). Elles peuvent être réduites en tassant les matières premières dans les fosses et en les couvrant de terre durant la saison sèche (Tittonell *et al.*, 2010).

Durant la phase d'application, les pertes sont dues au ruissellement sur les parcelles et à l'exposition au soleil. La durée de stockage au champ avant l'épandage doit être réduite au maximum. La fumure organique doit être enfouie rapidement par le labour du champ ou localisé dans des poquets que l'on recouvre comme dans la technique zaï (Roose *et al.*, 1995).

Conclusion et perspectives

L'intégration de l'agriculture et de l'élevage est désormais une pratique présente dans toutes les exploitations de la zone cotonnière de l'ouest du Burkina Faso, mais le degré d'intégration et son rôle varie selon le type d'exploitation et sa stratégie agropastorale dominante.

La présence simultanée de l'élevage et de l'agriculture permet de diversifier les sources de revenus et les possibilités d'épargne et par conséquent de réduire les risques d'exposition à l'aléa climatique et aux incertitudes économiques.

L'association de l'agriculture et de l'élevage contribue à l'intensification des exploitations en augmentant le disponible d'énergie agricole pour l'agriculture et en produisant de la fumure organique.

Elle contribue à l'intensification écologique en augmentant les concentrations en fertilisants organiques par unité de surface et les quantités de résidus de culture fourragers consommés par tête de bétail. Cette contribution reste pour l'instant très modeste mais elle tend à augmenter d'année en année.

Elle est principalement mis en œuvre par les producteurs les plus modestes et davantage orientés sur l'agriculture. Dans ces exploitations, elle contribue à améliorer les performances économiques, à réduire leur exposition à des risques comme l'insécurité alimentaire, et à l'entretien de la fertilité des sols.

Concernant ce dernier point, des progrès important reste à accomplir pour améliorer la production de fumure organique sur les exploitations et contribuer ainsi significativement à l'entretien de la fertilité des sols. Mais, il y a de bonne raisons d'espérer car les pratiques évoluent assez rapidement dans ce domaine.

En revanche, dans le domaine de l'intensification fourragère tout, ou presque, reste à faire. On commence à seulement voir des parcelles de culture fourragères (dans la province du Tuy, moins de 15 % des producteurs déclarent avoir cultivé au moins une fois du mucuna pour le fourrage, cultures développé par le projet Fertipartenaires).

Bibliographie

BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D., HIEN V., 1987. Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. Coton Fibres Tropicales, XLII (3) : 201-207.

BLANCHARD M., 2010. Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au Mali sud. Paris, France, Université Paris-Est Créteil, PhD, 306 p

BOSMA R, BENGALY M, TRAORÉ M, ROELEVED A, 1992. L'élevage en voie d'intensification. Synthèse de la recherche sur les ruminants dans les exploitations agricoles mixtes au Mali-Sud. Amsterdam, Pays Bas, KIT, 202 p.

CIRAD, 2010. La nature comme modèle. Pour une intensification écologique de l'agriculture. Montpellier, France, CIRAD, 16 p.

CLUB DU SAHEL, 1998. Etudes et perspectives à long terme en Afrique de l'Ouest : pour préparer l'avenir de l'Afrique de l'Ouest une vision à l'horizon 2020. Paris, France, OCDE, 157 p.

COUTY P., 1989. Risque agricole, périls économique. *In* Le risque en agriculture, Eldin M., Milleville P., Paris, France, Orstom, p. 561-568.

DIALLO M. A., 2010. Diagnostics sur la gestion des ressources agro-sylvo-pastorales de la commune de Koumbia. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Projet Fertipartenaires, 79 p.

DONGMO A.L., 2009. Territoires, troupeaux et biomasses: enjeux de gestion pour un usage durable des ressources au Nord-Cameroun. Paris, France, AgroParisTech, PhD, 275 p.

DORE T., MAKOWSKI D., MALEZIEUX E., MUNIER JOLAIN N., TCHAMICHIAN M., TITTONELL P., 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisited methods, concept and knwledge. European Journal of Agronomy, 34 : 197-210.

DUGUE P., VALL E., LECOMTE P., KLEIN H.D., ROLLIN D., 2004. Evolution des relations entre l'agriculture et l'élevage dans les savanes d'Afrique de l'ouest et du centre : un nouveau cadre d'analyse pour améliorer les modes d'intervention et favoriser les processus d'innovation. OCL, 11 (4-5) : 268-276.

FAURE G., 1994. Mécanisation, productivité du travail et risques : le cas du Burkina Faso. Economie rurale, 219 : 3-11.

GRIFFON M., 2009. Pour des agricultures écologiquement intensives. Cotes d'Armor, France, Editions de l'Aube, 110 p.

HERRERO M., *et al.*, 2010. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. Science, 327 : 822-825.

JOUVE P., 2006. Transition agraire : la croissance démographique une opportunité ou une contrainte. Afrique Contemporaine, 1 (217) : 43-54.

LALBA A., VOGNAN G., 2004. Dynamique de l'intensification durable des systèmes de production mixtes « coton-céréales-élevage » dans l'Ouest du Burkina Faso. Atelier sur les bonnes pratiques agricoles dans l'Ouest du Burkina Faso, Bobo-Dioulasso, 18-20 mars 2004. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, INERA, FAO, 29 p.

LANDAIS E., LHOSTE P., 1990. L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités de terrain. Cahiers Sciences Humaines, 26 (1-2) : 217-235.

LANDAIS E., LHOSTE P., GUERIN H., 1991. Systèmes d'élevage et transferts de fertilité. *In* Savanes d'Afrique terres fertiles ?, Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement, p. 219-270.
MILLEVILLE P., SERPENTIER G., 1994. Intensification et durabilité des systèmes agricoles en Afrique Soudano-Sahélienne. *In* Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne, FAO, CTA, CIRAD, Dakar Sénégal, 10-14 janvier 1994 : 33-49.

PETIT M., 2011. Pour une agriculture productive et durable. Versailles, France, Editions Quae, 112 p.

PIRAUX M., BULDGEN A., STEYAERT P., DIENG A., 1997. Intensification agricole en région soudanienne. 2 Productivité et risques économiques. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 1 (3) : 209- 220.

ROOSE E., KABORE V., GUENAT C., 1995. Le zaï; Fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahéliennes (Burkina Faso). Cahiers ORSTOM. In : Spéciale érision : réhabilitation des sols et GCES : 158-173.

TERSIGUEL P., 1995. Le pari du tracteur. La modernisation de l'agriculture cotonnière au Burkina Faso. Paris, France, ORSTOM, à travers champs, 280 p.

TITTONELL, P., RUFINO, M.C., JANSSEN, B.H., GILLER, K.E., 2010. Carbon and nutrient losses during manure storage under traditional and improved practices in smallholder crop-livestock systems—evidence from Kenya. Plant Soil, 328 : 253– 269

VALL E., 2009. Diversité, pratiques agropastorales, relations d'échanges et de conflits, productivité et sécurité alimentaire dans les exploitations agropastorales de la province du Tuy (Burkina Faso). Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Projet Fertipartenaires, 53 p.

VALL É., DUGUE P., BLANCHARD M., 2006. Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton, 1990-2005, Cahiers Agriculture, 15 (1) : 72-79.