

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE	I
REMERCIEMENTS	II
TABLE DES MATIÈRES	V
RÉSUMÉ	VII
ABSTRACT	VIII
SIGLES ET ABRÉVIATION	IX
LISTE DES TABLEAUX	XI
LISTE DES FIGURES	I
LISTE DES ANNEXES	I
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	2
CHAPITRE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	6
1.1 LES SYSTEMES DE PRODUCTION AGROPASTORAUX DANS LA ZONE	6
1.1.1 <i>Les types d'exploitations existantes</i>	6
1.1.2 <i>Les systèmes de production</i>	7
a. Les systèmes de culture	7
b. Les systèmes d'élevage	7
c. Les pratiques d'intégration agriculture élevage	9
1.2 LES TECHNIQUES DE PRODUCTION DE FUMURE ORGANIQUE ET UTILISATION DES ENGRAIS MINÉRAUX	11
1.2.1 <i>Fumure organique</i>	11
a. Techniques de production de fumure organique	11
b. Utilisation de la Fumure Organique	13
1.2.2 <i>Engrais minéraux</i>	14
a. Types d'engrais minéraux	14
b. Mode d'utilisation des engrais minéraux	14
1.3 ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ DES SYSTEMES APPLIQUÉS AUX PRODUCTIONS AGRICOLES.	14
1.3.1 <i>Concept de développement durable</i>	14
1.3.2 <i>Agriculture Durable</i>	15
a. Définition	15
b. Démarche d'évaluation de la durabilité en agriculture	15
c. Différentes méthodes d'évaluation de la durabilité	16
CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES	19
2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE ET SITE D'ÉTUDE	19
2.1.1 <i>Présentation de la zone</i>	19
2.1.2 <i>Site d'étude</i>	19
2.2 DÉFINITIONS DES CONCEPTS	21
2.2.1 <i>Le concept de systèmes innovants et de systèmes hors-normes</i>	21
2.2.2 <i>La recherche active ou traque des systèmes hors-normes</i>	21
2.3 MÉTHODE MOBILISÉE POUR LA TRAQUE DES SYSTÈMES « HORS-NORMES »	22
2.3.1 <i>Démarche générale</i>	22
2.3.2 <i>Choix de l'échantillon des producteurs enquêtés</i>	23

2.4	COLLECTE DE DONNEES.....	24
2.4.1.	<i>Etape 1 : identification des exploitations hors-normes et de références et analyse de la raison des pratiques.....</i>	24
2.4.2.	<i>Etape 2 : Caractérisation du fonctionnement des systèmes de production hors-norme et de références</i>	25
2.4.3.	<i>Etape 3 : Evaluation de la productivité et de la durabilité des systèmes de production.....</i>	25
2.5	CONCEPTION THEORIQUE DE L'ANALYSE DES DONNEES.....	25
2.5.1.	<i>Identification des systèmes de production hors-norme et de référence et analyse de la raison des pratiques.....</i>	25
2.5.2.	<i>Caractéristiques du fonctionnement des systèmes de production</i>	27
a.	Caractérisation des pratiques de production de la fumure organique.....	27
b.	Analyse du fonctionnement des systèmes de production.....	27
2.5.3.	<i>Évaluation des performances des systèmes de production agropastoraux.....</i>	28
a.	Évaluation des performances techniques	28
b.	Évaluation des performances économiques.....	28
c.	Évaluation des performances environnementales	30
d.	Évaluation des performances sociotechniques	32
CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION		34
3.1	RESULTATS DE LA TRAQUE DES SYSTEMES DE PRODUCTION DE LA FUMURE ORGANIQUE HORS-NORME	34
3.1.1	<i>Description générale des exploitations agropastorales enquêtées et identification des systèmes hors-normes.....</i>	34
a.	Description des exploitations agropastorales enquêtées.....	34
b.	Identification des systèmes de production de la FO hors-normes.....	38
3.1.2	<i>Description des systèmes de production de FO des exploitations de référence et hors-normes dans la zone d'étude.....</i>	39
a.	Les exploitations de références.....	39
b.	Les exploitations hors-normes	44
3.1.3	<i>Les raisons des pratiques de production de la fumure organique hors-normes par rapport aux références</i>	57
a.	Objectifs de la production et de l'utilisation de la fumure organique et d'utilisation des engrais minéraux... ..	58
b.	Appuis reçus pour la production de la fumure organique.....	59
c.	Conséquences de fumure organique sur la production agricole	61
d.	Difficultés rencontrées dans la production et utilisation de la fumure organique.....	61
e.	Projets d'amélioration de la production de fumure organique	63
3.1.4	<i>Évaluation de la durabilité des systèmes.....</i>	63
a.	Performance techniques chez les producteurs de références et hors-normes	64
b.	Performances économiques chez les producteurs de références et hors-normes	65
c.	Performances environnementales chez les producteurs de références et hors-normes	67
d.	Performances sociotechniques chez les producteurs de références et hors-normes	68
3.2	DISCUSSION.....	70
3.2.1	<i>Méthode de la traque des systèmes de production hors-normes</i>	70
3.2.2	<i>Pratiques de production et d'utilisation de la FO chez les producteurs hors-normes.....</i>	71
3.2.3.	<i>Evaluation de la durabilité des systèmes de production de fumure organique hors-normes</i>	72
a.	La durabilité des systèmes de production de fumure organique hors-normes.....	72
b.	Limites de l'évaluation de la durabilité des exploitations	73
CONCLUSION.....		76
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		78

RÉSUMÉ

L'intégration agriculture-élevage et la production de fumure organique sont préconisées par la recherche-développement en Afrique de l'Ouest depuis les années 70, pour soutenir la production agricole et assurer l'entretien de la fertilité des sols. Aujourd'hui, les quantités de fumure organique produites restent largement en deçà des recommandations d'application dans la plupart des exploitations de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Cependant, certaines exploitations mettent en œuvre des pratiques leur permettant d'utiliser des quantités très importantes de fumure et de s'approcher des recommandations. Cette étude vise à identifier, caractériser et évaluer les systèmes de production agropastoraux dits « hors-normes » sur le plan de la gestion de la fumure organique, pour déterminer leurs potentialités en termes de durabilité. La démarche utilisée se déroule en trois étapes avec l'identification des systèmes de références et hors-normes, l'analyse de la logique des paysans et du fonctionnement des systèmes de production et enfin l'évaluation de la durabilité de ces systèmes. Les résultats de l'étude montrent qu'il existe effectivement des exploitations qui ont développé des systèmes de production hors-normes leur permettant de disposer de fumure organique en quantité nettement supérieure à la moyenne. Les agriculteurs hors-normes diversifient les modes de production de fumure ou achètent de la fumure à l'extérieur. Les agro-éleveurs, par des collaborations avec les éleveurs bénéficient du parcage direct, maximisent le recyclage des biomasses de l'exploitation ou achètent de la fumure à l'extérieur. Les éleveurs hors-normes maintiennent leurs animaux en toute saison au village afin de collecter les déjections et transforment les résidus et les ordures. De l'analyse de la durabilité, il ressort que les pratiques hors-normes chez les agriculteurs du cas 1 (valorisation des biomasses de l'exploitation), les agro-éleveurs du cas 2 (importation de fumure à l'extérieur) et les éleveurs du cas 2 (valorisation des biomasses de l'exploitation) sont plus durables par rapport aux pratiques de références. Les pratiques hors-normes identifiées pourront servir de guide pour l'amélioration des techniques de production de la fumure organique et de piste pour rendre les systèmes de production durables dans les exploitations agropastorales dans la zone ouest du Burkina Faso.

Mots clefs : Fumure organique, hors-norme, pratique de référence, efficacité énergétique, efficacité azotée.

ABSTRACT

The crop-livestock integration and organic fertilizer production are recommended by research and development in West Africa since the 70s to support agricultural production and improve the soil fertility. Today, the quantities of organic fertilizer produced are well below the recommended application in most farms in the western cotton of Burkina Faso. However, some farmers implement practices to enable them to use very large amounts of organic fertilizer and approach the recommendations. This study aims to identify, characterize and evaluate mixed farming systems called “non-standard” in terms of organic fertilizer management in order to determine if they have the potential in terms of sustainability. The approach involves three steps with the identification of reference and non-standard systems; the analysis of logic of farmers and organic fertilizer production; and the assessment of the sustainability of their farming systems. According to the results, there are farming systems that have developed non-standard practices that helping them to have a large quantity of organic fertilizer (well above the average). Non-standard farmers used to diversify the production of organic fertilizer and sometimes they buy from external actors. Non-standard crop-livestock farmers, through collaborations with cattle breeders benefit from stalling of animals on fields, maximize recycling of crop residues and animal waste from farms or sometimes they buy external actors. Non-standard cattle breeders keep their animals in any season in the village to collect their animal waste and they process crop residues. From the sustainability analysis we realized that non-standard practices in case 1 farmers (valorization of biomass from farm), agro-pastoralists of case 2 (import outside organic fertilizer) and breeders of case 2 (valorization of biomass from farm) are more sustainable compared to reference practices. The non-standard practices identified could serve as a guide to improve the production of organic fertilizer and therefore a good pathway towards a sustainable agro-pastoral farming system in western area of Burkina Faso.

Key word: Organic manure, practice non-standard, reference practice, energizing efficiency, efficiency azote

SIGLES ET ABRÉVIATION

°C	: Degrés Celsius
A	: Agriculteur
ACP	: Analyse en composante principale
AE	: Agro-Eleveur
AE _{HN}	: Agro-Eleveur hors-norme
AE _R	: Agro-Eleveur référence
A _{HN}	: Agriculteur hors-norme
A _R	: Agriculteur de référence
BAA	: Bilan apparent azoté
B _{azoté}	: Bilan azoté
CAH	: Classification ascendante hiérarchique
CCV	: Comité de concertation villageoise
CEDEAO	: Communauté Économique des États de l'Afrique de l'ouest
CI	: Consommation intermédiaire
CIRAD	: Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement
CIRDES	: Centre Internationale de Recherche-Développement sur l'élevage en zone
CMDT	: Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles
CNS -FL	: Centre National de Spécialisation Fruits et Légumes
CSLP	: Cadre Stratégique de lutte contre la pauvreté
D	: Département
DIAGE	: Diagnostic Global d'Exploitation
DIALECTE	: Diagnostic Liant Environnement et CTE
DIALOGUE	: Diagnostic agri-environnemental Global d'Exploitation Agricole
DOS	: Document d'Orientation Stratégique
E	: Éleveur
Eff _{Eng}	: Efficience énergétique
Eff _N	: Efficience azoté
E _{HN}	: Éleveur hors-norme
E _R	: Éleveur de référence
FAO	: Food Agriculture Organisation
FERTIPARTENAIRE	: Partenariat et Innovations Agro-pastorales pour relever la fertilité des sols des zones peuplées de l'Ouest du Burkina Faso (le cas de la province de Tuy) : Projet Fertipartenaires
FO	: Fumure Organique
GPC	: Groupement des producteurs de coton
ha	: hectare
hab.km	: Habitants au kilomètre
IDEA	: Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles
IDR	: Institut de développement rural
INDIGO	: Indicateurs de diagnostic global à la parcelle
INERA	: Institut National de l'environnement et de recherches agricoles
INSD	: Institut Nationale de la Statistiques et de la Démographie

km²	: Kilomètre carré
MARH	: Ministère de l'Agriculture et des Ressources Halieutiques
MJ	: Méga joule
mm	: Millimètre
MRA	: Ministère des ressources animales
MS	: Matière sèche
n°	: Numéro
NPK	: Azote-Phosphore-Potassium
PASA	: Programme d'Ajustement Sectoriel Agricole
PB	: Produit brute
PIB	: Produit intérieure brute
PPAAO	: programme de productivité agricole en Afrique de l'Ouest
PSO	: Plan Stratégique Opérationnel
RN	: Route nationale
SC	: Système de culture
SCV	Semis sous couvert végétal
SDR	: Stratégie de Développement Rural
SE	: Système d'élevage
UBT	: Unité bétail tropical
UP	: Unité de production
UPB	: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso
VAB	: Valeur ajoutée brute

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1. CARACTERISTIQUE DES TYPES D'EXPLOITATION (BLANCHARD, 2005)	7
TABLEAU II. DIFFERENTES METHODES D'EVALUATION DES INDICATEURS D'EVALUATION DE LA DURABILITE DES SYSTEMES	18
TABLEAU III. CARACTERISTIQUES MOYENNES DES EXPLOITATIONS ENQUETÉES	37
TABLEAU IV. NOMBRE DE PRODUCTEURS PAR TYPE ET PAR CATEGORIE DE SYSTEME DE PRODUCTION	39
TABLEAU V. PROFIL MOYEN DES EXPLOITATIONS DE REFERENCE	41
TABLEAU VI. NOMBRE DE FOSSE ET QUANTITÉ DE LA FUMURE ORGANIQUE PRODUITE PAR LES EXPLOITATIONS DE RÉFÉRENCE	41
TABLEAU VII. DOSE MOYENNE DE FUMURE ORGANIQUE UTILISÉE À HECTARE	44
TABLEAU VIII. PROFIL MOYEN DES EXPLOITATIONS HORS-NORMES	46
TABLEAU IX. DIFFERENTES CATEGORIES DE PRODUCTEURS HORS-NORMES	47
TABLEAU X. DESCRIPTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION DE FO CHEZ LES 3 AGRICULTEURS HORS-NORMES	49
TABLEAU XI. DESCRIPTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION DE FO CHEZ LES AGRO-ELEVEURS HORS-NORMES	53
TABLEAU XII. DESCRIPTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION DE FO CHEZ LES ELEVEURS HORS-NORME	55
TABLEAU XIII. DOSES DE FUMURES ORGANIQUES APPLIQUÉES PAR LES EXPLOITATIONS HORS-NORMES	57
TABLEAU XIV. PARTICIPATION A DES FORMATIONS ET APPUI DE PROJET POUR LA PRODUCTION DE FUMURE ORGANIQUE	60

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. LES QUATRE PILIERS DE LA DURABILITÉ DES EXPLOITATIONS AGRICOLES (LANDAIS, 1998)	15
FIGURE 2. CARTE DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	19
FIGURE 3. CARTE DE LA PROVINCE DU TUY ET LOCALISATION DES VILLAGES SITE DE L'ÉTUDE	20
FIGURE 4. SCHEMA DE LA DEMARCHE GENERALE.....	23
FIGURE 5. SCHEMA RECAPITULATIF DES CRITERES D'IDENTIFICATION DES EXPLOITATIONS.....	26
FIGURE 6. SCHEMA DU SYSTEME ENERGETIQUE D'UNE EXPLOITATION AGROPASTORALE (BENAGABOU, 2011)	31
FIGURE 7. SCHEMA DES FLUX AZOTES CONSIDERES SUR UNE EXPLOITATION AGROPASTORALE	32
FIGURE 8. RESULTATS DE LA TRAQUE DES SYSTEMES HORS-NORMES PAR RAPPORT AUX SYSTEMES DE REFERENCE.	39
FIGURE 9. CALENDRIER DE LA PRODUCTION DE FUMIER EN FOSSE	43
FIGURE 10. QUANTITE DE FUMURE ORGANIQUE UTILISEE PAR LES DIFFERENTS TYPES D'EXPLOITATIONS	47
FIGURE 11. CALENDRIER DE LA PRODUCTION DE COMPOST EN FOSSE CHEZ Mr. D.K. AGRICULTEURS HORS-NORMES.....	48
FIGURE 12. CALENDRIER DE PRODUCTION DE FUMIER CHEZ UN AGRICULTEUR HORS-NORME	49
FIGURE 13. MODALITES DE PRODUCTION DE FO CHEZ LES AGRICULTEURS DE REFERENCE ET HORS-NORME	50
FIGURE 14. CALENDRIER DE LA PRODUCTION DE FUMIER EN FOSSE CHEZ Mr. B.M. AGRO-ELEVEURS HORS-NORMES.....	52
FIGURE 15. MODALITES DE PRODUCTION DE FO CHEZ LES AGRO-ELEVEURS DE REFERENCES ET HORS-NORMES	53
FIGURE 16. MODALITES DE PRODUCTION DE FO CHEZ LES ELEVEURS DE REFERENCES ET HORS-NORMES.....	55
FIGURE 17. PRINCIPAUX OBJECTIFS DE PRODUCTION DE LA FO ET D'UTILISATION DES ENGRAIS EXPRIMES PAR LES PRODUCTEURS	58
FIGURE 18. PART DES PRODUCTEURS AYANT REÇU DE L'AIDE POUR LA PRODUCTION DE FO	60
FIGURE 19. CONSÉQUENCES DE L'UTILISATION DE LA FO EXPRIMÉES PAR LES PAYSANS	61
FIGURE 20. PRINCIPALES DIFFICULTÉS EXPRIMÉES PAR LES PAYSANS CONCERNANT LA PRODUCTION DE LA FO	62
FIGURE 21. PERFORMANCE TECHNIQUES DANS LES EXPLOITATIONS	65
FIGURE 22. PERFORMANCES ÉCONOMIQUES DES EXPLOITATIONS.....	66
FIGURE 23. PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES DES EXPLOITATIONS.....	68
FIGURE 24. PERFORMANCES SOCIOTECHNIQUES DES EXPLOITATIONS	69

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1. QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE, ÉTAPE 1	86
ANNEXE 2. QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE ÉTAPE 2 ET 3	91
ANNEXE 3. FACTEURS DE CONVERSION UTILISÉS POUR LES RESIDUS DE CULTURE	100
ANNEXE 4. LISTE DES FACTEURS DE CONVERSION UTILISÉS POUR LA FUMURE ORGANIQUE	100
ANNEXE 5. LISTE DES INDICATEURS UTILISÉS POUR L'ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ	101

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Contexte et justification

Le secteur agricole en Afrique de l'Ouest occupe une place déterminante pour les économies nationales, l'emploi, les revenus des populations et leur sécurité alimentaire (Blein *et al.*, 2008). Il contribue en effet à environ 30 % du produit intérieur brut (PIB) et à 70 % de l'emploi, participe à l'équilibre de la balance commerciale apportant 60 % des recettes d'exportation aux pays (Mazoyer *et al.*, 2008 ; Devèze, 2008). En outre, sur le plan alimentaire, environ 80 % des besoins alimentaires des populations de la région sont satisfaits par les productions agricoles et d'élevage des régions (Salifou, 2008).

Au Burkina Faso, pays soudano-sahélien à vocation agropastorale, le secteur agricole contribue pour 40 % à la formation du PIB, procure au pays plus de 65 % de ses recettes d'exportation et occupe près de 86 % de la population rurale (INSD, 1996). Ce secteur était dominé par une agriculture familiale de subsistance, qui a évolué rapidement, vers une agriculture intégrée aux marchés (Gafsi *et al.*, 2007). Cela a été possible grâce aux modèles de production agricole développés par la recherche-développement et par la génération de programmes de développement du secteur agricole (MARH, 2004 ; CEDEAO, 2008). Les modèles de production agricole proposés visaient une révolution agricole par la motorisation et la mécanisation des exploitations agricoles ainsi que la révolution verte basée sur l'utilisation de variétés améliorées, la fertilisation minérale, l'utilisation de produits phytosanitaires, la mise en culture pure et les cultures de rente (Bazlul, 1986). Malgré les efforts consentis, l'ensemble de ces modèles de production, spécialisés et peu économes, est remis en cause face aux problèmes sociaux, environnementaux et territoriaux qu'ils engendrent.

La zone ouest du Burkina Faso regorge de potentialités naturelles propices au développement de l'agriculture et l'élevage ainsi qu'une stabilité relative des productions agropastorales depuis les années 1980 (Poisot et Zoundi, 2004). De nos jours, la productivité et la durabilité des systèmes de production fait face à des contraintes de nature environnementale, économique et sociale avec les changements climatiques, la dégradation de la fertilité des sols et des ressources naturelles, les difficultés d'accès aux intrants agricoles et aux marchés. De plus, la zone a connu une augmentation des surfaces cultivées consécutive à l'accroissement de la population et l'arrivée de migrants et l'augmentation de la taille du cheptel suite au développement de l'élevage chez les agriculteurs. Ceci engendre une réduction des espaces

pastoraux dans les villages, une forte augmentation de la charge animale sur les pâturages et une dégradation des ressources pastorales (PNSR, 2011 ; Vall *et al.*, 2006) ainsi qu'une mise en culture de plus en plus continue des terres avec un faible recours à la mise en jachère, hypothéquant le recouvrement de la fertilité des sols. Ces contraintes majeures rendent les producteurs vulnérables et induisent des risques de dégradation des ressources naturelles et remettent en cause les modes de gestion de la fertilité des sols réduisant la productivité et la durabilité des systèmes de production. Pour pallier à cela, quels systèmes de production les producteurs doivent ils développer ?

La problématique du développement d'une agriculture plus productive et plus durable a permis de construire le concept de l'intensification écologique (IE) (Chevassus-au-Louis 2006, Chevassus-au-Louis et Griffon, 2007 ; Griffon, 2009). D'après Bonny (2010), l'intensification écologique fait référence à un « *niveau de production par ha (...) assez élevé et (une) production (...) en harmonie et en symbiose avec l'environnement en valorisant les ressources naturelles sans les dégrader et en utilisant les services écosystémiques* ». Elle consiste à concevoir une agriculture productive et durable, plus économe en intrants et moins nocive pour l'environnement en mobilisant les ressources, les savoirs locaux et les services écosystémiques (CIRAD, 2010). Dugué *et al.*, (2012) proposent une mise en pratique de ce concept en Afrique de l'Ouest et considèrent que l'IE doit y permettre une meilleure productivité de la terre par la valorisation des ressources localement disponibles et un recours raisonné et efficient aux intrants extérieurs.

Dans ce contexte, plusieurs techniques de gestion de la fertilité des sols ont été développées et promues dans la zone de l'Afrique de l'Ouest à travers le renforcement de l'intégration agriculture-élevage, la production de fumure organique (FO), l'implantation de légumineuses dans l'assolement, l'installation de jachères améliorées et plus récemment la technique de semi sous couvert végétale (SCV) et le travail minimum du sol. Les techniques de production de FO développées dans les stations expérimentales et adaptées par des expérimentations en milieu paysan permettent une valorisation des déjections animales et des résidus de culture disponibles dans les exploitations et les terroirs agropastoraux. La mise en œuvre de ces pratiques varie selon le type d'exploitation, la taille du cheptel, des moyens humains et financiers et le matériel agricole disponible (Blanchard *et al.*, 2013 ; Delma, 2012 ; Vall *et al.*, 2012). Cependant, les quantités de FO produites restent largement en deçà des besoins nécessaires pour renouveler la matière organique des sols et assurer la durabilité des systèmes de production (Blanchard *et al.*, 2013 ; Vall *et al.*, 2012). Il faudrait que les paysans

appliquent la FO sur toute la surface cultivée en respectant la dose recommandée de 5 t de MS.ha⁻¹.2 ans⁻¹ (Ganry, 1985 ; Berger *et al.*, 1987 ; Hien *et al.*, 2003).

Cependant, les enquêtes sur les pratiques de production de FO montrent que certaines exploitations de la zone mobilisent des quantités de FO bien supérieures à la moyenne (Blanchard, 2010 ; Vall *et al.*, 2012). Les pratiques de production de la FO développées par les paysans, restent peu connues ainsi que les raisons ayant poussées les producteurs à développer ces pratiques. De plus, les impacts de telles pratiques sur la durabilité des exploitations restent à évaluer.

Questions de recherche et hypothèses

Nous posons alors les questions de recherche suivantes :

Quelles sont les pratiques nouvelles de production de la FO mises en œuvre par les producteurs qui leur permettent de mobiliser des grandes quantités de FO ?

Les pratiques de production de FO mises en œuvre par les paysans répondent-elles aux enjeux de développement d'une agriculture durable ? Permettent-elles une amélioration des productions agricoles et des revenus de l'exploitation ? N'impliquent-elles pas une augmentation du temps de travail ? Participent-elles à une préservation de l'environnement ?

Nous formulons une hypothèse principale selon laquelle pour faire face aux contraintes et aux aléas climatiques, certains producteurs adoptent des pratiques de production de FO différentes des pratiques largement répandues dans les exploitations de la zone. Ces systèmes de production sont appelés « *hors-normes* » car ils présentent des écarts importants aux systèmes de production de références sur la base de la norme en terme d'utilisation de la FO (dose de FO recommandée, 5 t de MS.ha⁻¹.2 ans⁻¹ ; Ganry, 1985 ; Berger *et al.*, 1987 ; Hien *et al.*, 2003). Ces systèmes de production de FO « *hors-normes* » peuvent également présenter un atout pour le développement d'une IE de l'agriculture. Pour cela une caractérisation de ces systèmes doit être faite pour comprendre les raisons qui ont poussé les paysans à les adopter, pour analyser et comprendre les modalités de leur mise en œuvre et aussi pour évaluer leur potentialités en termes de productivité et de durabilité afin de préciser les conditions à satisfaire pour un développement de ces pratiques.

Nous formulons trois sous-hypothèses :

- Il existe plusieurs types de système de production de FO « *hors-norme* » ;

- Certains systèmes de production de FO « *hors-normes* » présentent des potentialités en termes de productivité et de durabilité par rapport aux systèmes de référence ;
- Il existe des conditions particulières pour le développement de ces systèmes de production dans les exploitations agropastorales.

Objectifs

L'objectif général de ce travail est d'identifier, caractériser et évaluer des systèmes de production agropastoraux dits « *hors-normes* » sur le plan de la gestion de la FO, pour déterminer s'ils présentent des potentialités en termes de durabilité par rapport aux systèmes de référence.

Les objectifs spécifiques sont :

- Identifier les systèmes de production et d'utilisation de FO « *hors-normes* » dans les exploitations agropastorales ;
- Comprendre les raisons des producteurs à mettre en œuvre ces pratiques « *hors-normes* » ;
- Caractériser ces systèmes de production agropastoraux « *hors-normes* » et les pratiques de production et d'utilisation de la FO ;
- Évaluer les performances économiques, sociotechniques et environnementales de ces systèmes de production afin de définir s'ils représentent une voie pertinente d'IE des systèmes de production dans la zone ;
- Analyser les conditions de développement de ces systèmes de production en termes de production de la FO.

Démarche adoptée

Pour atteindre les objectifs, nous adoptons la démarche de la « *traque des systèmes innovants ou hors-normes* » utilisées dans le bassin de production de soja en Argentine afin d'identifier des systèmes innovants représentant une opportunité de durabilité (Salembier, 2012). Cette méthode s'appuie sur une identification pas-à-pas d'exploitations mettant en œuvre des pratiques hors-normes et d'autres des pratiques de références, puis une série d'entretiens et d'enquêtes semi-structurées de chefs d'exploitations sur les activités menées dans les exploitations.

CHAPITRE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 les systèmes de production agropastoraux dans la zone

Le système de production d'une exploitation, selon Tristan *et al.*, (2009), se définit par la combinaison (nature et proportions) de ses activités productives et de ses moyens de production (terre, capital et travail). Sa compréhension peut être appréhendée grâce aux concepts de système de culture et de système d'élevage. En effet, le système de production est considéré comme une combinaison organisée de différents systèmes d'élevage et de systèmes de culture. Il est ainsi nécessaire de comprendre les fonctionnements de chacun de ces sous-systèmes et les relations qu'ils entretiennent (Cochet et Devienne, 2006). En fonction du niveau de chaque composante du système et l'interaction entre les deux systèmes, il existe une diversité d'unité de production dans la zone ouest du Burkina Faso (Blanchard, 2005; Vall *et al.*, 2006).

1.1.1 Les types d'exploitations existantes

Dans la zone cotonnière ouest trois grands types d'unité de production (UP) ont été caractérisés selon leur mode d'intensification et d'intégration agriculture-élevage. En fonction de la taille du troupeau de bovin et de la surface cultivée, on distingue les agriculteurs, les éleveurs et les agro-éleveurs (Blanchard, 2005 ; Vall *et al.*, 2006). Selon les auteurs, les agriculteurs représentent 85 % des UP pratiquant un élevage limité aux animaux de trait. Ils cultivent surtout du coton et du maïs sur 3 à 15 hectares. Quant aux éleveurs, ils représentent 8 % des UP et cultivent de petites surfaces (3-4 hectares) de maïs et de sorgho recevant de la fumure animale et élèvent des troupeaux de bovins de 10 à 110 têtes. Les agro-éleveurs (7 % des UP) constituent la classe des grandes exploitations (8 à 35 hectares cultivés, 35 bovins en moyenne) les plus intensives. Ils combinent parfois traction bovine et motorisation lorsque la surface cultivée dépasse 40 hectares.

Parmi ces trois grands types d'exploitation, Blanchard (2005) a distingué neuf types d'UP en fonction du nombre de bœuf et de la taille de la surface cultivable. Il s'agit des agriculteurs de type 1, 2, 3 et 4 (A₁, A₂, A₃ et A₄), les éleveurs du type 1,2 et 3 (E₁, E₂ et E₃) et les agro-éleveurs de type 1 et 2 (AE₁ et AE₂). Les caractéristiques de ces UP sont présentées sur le

Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Tableau 1. Caractéristique des types d'exploitation (Blanchard, 2005)

Critères	A1	A2	A3	A4	E1	E2	E3	AE1	AE2
Surface cultivée (ha)	3,2	6,3	9,8	13,8	3,3	3,0	1,8	7,5	34,4
Bœufs d'élevage (UBT)	0	0	4	9	110	42	18	27	25
Bœufs de trait (UBT)	0	2	3	7	2	2	1	4	10

1.1.2. Les systèmes de production

a. Les systèmes de culture

Le système de culture est considéré comme « l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par la nature des cultures et leur ordre de succession et les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés pour les cultures retenues » (Sebillotte, 1990). Le système de culture dépend de plusieurs facteurs que sont les facteurs naturels (sol, climat, topographie, hydrographie et l'environnement), les facteurs techniques (espèces et variétés, maîtrise de l'itinéraire technique, etc.), les facteurs économiques (capital foncier, matériel, main d'œuvre, débouchés et rentabilité) et les facteurs humains (objectifs, technicité, temps de travail et conseils) (Grieu, 2005).

Au Burkina Faso, le système de culture occupe une place très importante dans les exploitations agricoles avec des cultures diversifiées (coton, maïs, sorgho, mil, légumineuses etc). En effet, dans la zone ouest du Burkina Faso, la rotation coton-céréales avec généralement du maïs est très pratiquée. Cette pratique a permis une amélioration sensible de la productivité des céréales parallèlement à celle du coton, les céréales profitant de l'arrière effet des engrais apportés sur le coton (Bainville, 2013). Cette pratique a été largement promue par l'encadrement agricole et mis en œuvre par les producteurs pour pallier aux problèmes de réduction du foncier, de l'appauvrissement des terres cultivables et au détournement des engrais du coton pour les céréales.

b. Les systèmes d'élevage

Un système d'élevage peut être défini comme « *un ensemble des techniques et des pratiques mises en œuvre par une communauté pour exploiter, dans un espace donné, des ressources végétales par des animaux, dans des conditions compatibles avec ses objectifs et avec les*

contraintes du milieu » (Lhoste, 1984). Selon Vallerand cité par Lhoste (1984), les systèmes d'élevage mettent en œuvre un milieu géographique et écologique qui fournit aux animaux l'essentiel de leurs ressources alimentaires, un milieu socio-économique de production (contexte économique, formes de production et d'organisation sociale) et l'ensemble des techniques et pratiques qui font l'activité des éleveurs. Il regroupe tous cela dans un schéma à trois pôles à savoir le territoire, le troupeau, la valorisation et au centre l'éleveur et ses pratiques.

Au Burkina Faso, l'élevage est caractérisé par la coexistence de deux grands types de systèmes d'élevage bovin, ovin ou caprin : les systèmes traditionnels ou extensifs et les systèmes d'élevage modernes ou améliorés (semi intensifs et intensifs) (MRA/PNUD, 2011).

➤ *Systèmes traditionnels ou extensifs*

Très pratiqué au Burkina Faso, ce système est caractérisé par un très faible niveau d'investissement et d'utilisation d'intrants vétérinaires et alimentaires. L'alimentation des animaux dépend presque exclusivement des ressources naturelles accessibles lors du pâturage. Selon les critères de mobilité, on distingue deux sous-groupes : l'élevage transhumant de grande ou petite envergure et l'élevage traditionnel sédentaire partant uniquement au pâturage (MRA, 2000).

L'élevage transhumant est caractérisé par le déplacement saisonnier ou cyclique de la majeure partie des troupeaux sous la garde de quelques personnes, généralement des bergers salariés ou de jeunes hommes de la famille (Lhoste *et al.*, 1993). Cette transhumance permet de sauver les animaux d'une mort certaine pendant la période de « soudure » fourragère. Mais, elle constitue aussi un danger pour l'élevage du pays car les animaux sont exposés à de nombreuses maladies (MRA, 2000).

Les élevages sont qualifiés de sédentaires lorsque les groupes humains et les troupeaux demeurent de façon permanente dans une zone ouverte comme les alentours d'un village, d'un campement permanent ou dans une zone bien délimitée comme une ferme ou un ranch. Dans ce système, les animaux sont gardés en permanence par un membre de la famille ou un berger salarié. Il est plus pratiqué par les agriculteurs qui investissent le surplus de leurs productions sous forme de bétail ou par les pasteurs sédentaires, qui diversifient leurs sources de revenus en pratiquant l'agriculture. Le système sédentaire est aussi caractérisé par l'installation de parcs de nuit hors des zones agricoles en saison des pluies afin d'éviter tous dégâts sur les cultures. Ceci constitue une perte de fumure organique issue des parcs de nuit

pour ces éleveurs, qui généralement ne ramassent pas les déjections animales déposées dans ces parcs éloignés des parcelles cultivées. L'alimentation des animaux est basée sur l'exploitation des pâturages naturels du terroir villageois ou inter-villageois et celle-ci est complémentée avec les résidus de récolte lors de la vaine pâture et des fourrages stockés au cours de la saison sèche (MRA, 2000 ; 2006).

➤ *Systèmes d'élevage améliorés*

Le système d'élevage amélioré est plus pratiqué dans les zones urbaines et périurbaines. Son développement est favorisé d'une part, par une demande élevée en produits animaux et d'autre part par une forte disponibilité de main d'œuvre en ville (MRA, 2000). En effet dans les systèmes d'élevage améliorés, les éleveurs investissent des moyens plus conséquents en intrants vétérinaires et alimentaires, pour les infrastructures et pour le travail afin de permettre aux animaux de mieux extérioriser leurs performances. Ce système regroupe, le système semi-intensifs (6 % des élevages) voire intensifs dans lesquels se retrouvent l'embouche familiale et commerciale et les élevages spécialisés laitiers, porcins et avicoles (0,5 %) (MRA/PNUD, 2011). L'embouche étant définie par Pagot (1985) comme « la préparation des animaux ou la mise en condition des animaux pour la boucherie, quelle que soit la méthode utilisée ». Elle consiste à mettre un animal dans de bonnes conditions d'alimentation en vue d'augmenter son gain de poids ou de l'engraisser dans un temps relativement court avec le minimum de dépenses possibles (PARE, 2010). On note l'existence de plusieurs fermes laitières dans les périphéries ou dans les grands centres urbains tels que, Bobo-Dioulasso, Ouagadougou, Koudougou, Ouahigouya, Fada, Dori (MRA, 2005). Cette forme d'élevage permet aux producteurs de disposer d'une grande quantité de fumier.

c. Les pratiques d'intégration agriculture élevage

Dans les exploitations agropastorales, on note de nos jours une forte intégration agriculture-élevage qui reste en pleine évolution. Selon Lhoste (1987), l'intégration se fait sous trois aspects : la production de la fumure organique, la traction animale et l'utilisation des résidus et des cultures fourragères dans l'alimentation des animaux présents sur l'exploitation.

➤ *La production de fumure organique*

Le transfert de fertilité des zones de pâturage (*saltus*) vers les zones de culture (*ager*) se fait à partir de la production et l'utilisation de FO grâce à la mobilité des animaux et la collecte des déjections animales déposées au parc. Les savoirs techniques locaux des paysans du Mali et

du Burkina Faso sur la production et l'utilisation de la FO ont été étudiés par la recherche (Blanchard, 2010, Vall *et al.*, 2010, Blanchard *et al.*, 2013). Les paysans valorisent tous les types de déjections animales et leur reconnaissent une qualité variable selon les espèces animales. Selon les agriculteurs, les déjections des bovins sont les principales déjections utilisées mais elles sont de qualité moyenne par rapport aux déjections des chauves-souris, de la volaille et de petits ruminants (Vall *et al.*, 2010). Plusieurs projets et instituts accompagnent les producteurs à mieux valoriser les déjections animales (INERA, MARH, CIRDES, PNGT, BKF) à travers des formations techniques, et de l'aide en matériels.

➤ ***La traction animale***

Les animaux de trait fournissent de l'énergie animale utile pour les travaux agricoles et le transport (Lhoste, 2004). En Afrique sub-saharienne, l'énergie animale couvre 10 % des besoins de l'agriculture. Au Burkina Faso, la traction bovine pour le travail du sol est la plus développée (Havard *et al.*, 1996). En outre, la traction animale présente plusieurs avantages en ce sens qu'elle :

- constitue une source d'énergie renouvelable adaptée aux petites exploitations agricoles (culture, transport, exhaure de l'eau, battage des céréales) ;
- permet l'amélioration de la productivité du travail humain et de la terre ;
- réduit la pénibilité et le temps de travail ;
- contribue à la production agricole, la génération de richesses et la réduction de la pauvreté ;
- améliore la sécurité alimentaire et la durabilité des systèmes de production familiaux.

➤ ***Les cultures fourragères et stockage des résidus de culture***

Les pailles de céréales (riz, maïs, sorgho) et les fanes de légumineuses (arachide, niébé) constituent une source d'alimentation pour les troupeaux en saison sèche (Dongmo *et al.*, 2007). Les producteurs après la récolte, stockent une partie de leurs résidus de cultures pour la période de soudure. La quantité stockée est un compromis entre les besoins des troupeaux et la capacité de ramassage et de transport du producteur. Certains producteurs mettent en place également des cultures fourragères de la famille des graminées ou des légumineuses, en améliorant des parcours, dans des banques fourragères, par des dispositifs antiérosifs, des pâturages permanents, ou en culture pure ou associée. L'adoption des cultures fourragères par les exploitations agropastorales reste limitée (Kamuanga, 2002).

1.2 Les techniques de production de fumure organique et utilisation des engrais minéraux

L'augmentation des superficies cultivées et de l'intensification de l'agriculture conduit à un appauvrissement des sols cultivables qui exige des méthodes de gestion de la fertilité des sols (Coulibaly et Keita, 1994), parmi lesquelles, la fertilisation organique et chimique.

1.2.1 Fumure organique

La fumure organique est un facteur important pour une production agricole durable (Azouma *et al.*, 2007).

a. Techniques de production de fumure organique

Il existe différentes techniques de production de fumure organique : le parc de nuit fixe, le parc de nuit mobile, le parc amélioré, les fosses et étables fumières, les fosses à compost et les tas d'ordures.

Le parc de nuit fixe où les animaux sont parqués la nuit.

Ce système est fréquent dans les villages sédentaires où les animaux sont regroupés en troupeau collectif. Le problème de transport des déjections du parc vers les parcelles agricoles se pose alors et la charrette en traction animale est indispensable pour améliorer l'utilisation de la fumure organique dans ces systèmes sédentaires (Landais et Lhoste, 1993). Une formule qui intègre le poids des animaux, le temps de séjour au parc par jour et le nombre de nuitées permet de quantifier la quantité de terre de parc laissée au parc. La quantité déposée est de l'ordre de 50 kg de MS de fèces. $\text{UBT}^{-1} \cdot \text{mois}^{-1}$ (600 kg MS de fèces. $\text{UBT}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$) (Landais et Lhoste, 1993). La difficulté réside dans le maintien des animaux au parc (accessibilité du parc en saison culturale, alimentation des animaux en saison sèche).

Le parc de nuit mobile

On le rencontre généralement chez les éleveurs peulhs. Ils parquent leurs animaux dans de petits enclos sur leurs parcelles de cultures durant l'intersaison agricole ou sur les nouveaux champs défrichés. Le système est basé sur une relation très favorable entre l'effectif du cheptel, la surface pâturée et la surface à fertiliser. On remarque alors un transfert de fertilité très important depuis la zone de pâturage (*saltus*) vers la zone cultivée (*ager*) (Landais et Lhoste, 1993).

Les parcs améliorés ou parc d'hivernage

Ils correspondent à des parcs de nuits dans lesquels le producteur apporte de la litière. Ils ont été vulgarisés respectivement au Mali-Sud par la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT) et au Burkina Faso par l'INERA (Landais et Lhoste, 1993).

Dans le parc d'hivernage, les résidus de culture hachés apportés en litière sont broyés et enrichis par les animaux afin d'obtenir un fumier de bonne qualité sous l'effet de la pluie. Il nécessite un stockage important de résidus de culture à proximité des parcs (soustrait des feux de brousse et des troupeaux divagants). La quantité de résidus à stocker dépend de la disponibilité et de la distance de transport. Les parcs sont construits selon les possibilités en bois, en épineux, avec des murs de banco ou du fil barbelé.

Le dépôt de la litière se fait tous les 7 à 15 jours en couche de résidus en couche uniforme quand la couche précédente est broyée et enrichie par les fèces (Berger, 1996).

Les fosses et étables fumières

Elles permettent de transformer la litière des animaux stabulés et d'augmenter la quantité de fumier de bonne qualité obtenue (Berger, 1996). La technique est la même que celle du parcage amélioré avec un transfert du fumier en fosse afin de compléter la transformation des résidus. Selon la pluviométrie, la fosse est sous le lieu de stabulation des animaux (zone sèche, moins de 600 ml d'eau.an⁻¹) ou juxtaposée à l'étable (zone humide, plus de 600 ml.an⁻¹). La fosse doit être couverte pour éviter l'évaporation, conserver l'humidité et la chaleur et favoriser la maturation du fumier (Berger, 1996).

Dans la fosse à composte la décomposition aérobie des biomasses végétales ou animales par les micro-organismes permet d'obtenir un compost (Ouedraogo, 2012 ; Misra *et al.*, 2005). Cette technique permet d'augmenter la quantité de FO dans les exploitations agropastorales par la transformation de biomasses végétales en plus des déjections animales classiquement utilisées. L'installation de tas ou fosse à compost à proximité des parcelles permet de limiter les temps de transport des résidus de culture puis de la fumure organique (Dugue, 1994 ; Berger, 1996, Blanchard *et al.*, 2011). Cette technique ne nécessite pas la présence d'animaux sur le lieu de transformation.

La qualité du compost est influencée par la température, l'humidité, l'aération, la composition chimique dépendant du retournement, de l'arrosage, de la couverture de la nature et des proportions des matériaux utilisés et du degré de maturation du compost (Zongo, 2011). Le

compostage en fosse est adapté aux milieux à forte évaporation. Les fosses sont creusées aux bords des champs pour faciliter le transport des résidus de culture (Berger, 1996).

Elles sont remplies avec les couches de résidus de cultures accessibles intercalées avec un peu de fumier (Dugue, 1995). Chaque couche est tassée. Elles peuvent être arrosées (800 à 1000 litres d'eau par fosse de 10m³ de manière homogène pour permettre une bonne pénétration du fumier dans les résidus végétaux) (Berger, 1996). Sans arrosage, le processus de compostage ne démarrera pas avant l'installation des pluies et l'humidification des biomasses en fosses (Blanchard, 2010). La durée du compostage dépend de la gestion de l'humidité du compost et varie entre 2 à 3 mois et 8 à 10 mois. La fosse est couverte par une couverture dense mais non imperméable (feuillage, vieux sacs de jute ou bâche plastique perforée). Le retournement sert à relancer la décomposition aérobie de la matière organique par un apport d'air aux micro-organismes. Il est fait quelques semaines après le remplissage. Le compostage peut être réalisé également en tas avec des couches successives de pailles et de fumier. Le tas doit être arrosé et retourné périodiquement jusqu'à décomposition complète. Cette technique n'implique pas de creusement et de construction de fosse, fournit un compost rapidement (2 à 3 mois), mais nécessite de l'arrosage et de la main d'œuvre pour les retournements réguliers (Savadogo, 2011 ; Segda *et al.*, 2001).

Les tas d'ordures ménagères

Ils sont composés des ordures ménagères et des débris végétaux et animaux des alentours des concessions. Le lieu de transformation facilite l'apport des éléments au tas et l'arrosage avec les eaux de rinçage (Blanchard, 2007). Les tas d'ordure sont remplis par les femmes après le balayage des concessions et complétés avec des épluchures, spathes de maïs, rafles, glumes de céréales, son, coques de légumineuse, cendre et les pailles de hangars abîmés. Les ordures non dégradables doivent être triées (pailles, plastiques d'emballages, bouteilles, morceaux de ferrailles, etc.).

b. Utilisation de la Fumure Organique

La FO est utilisée pour renouveler la matière organique minéralisée des terres cultivables. Les quantités apportées dépendent de la capacité de production de l'exploitation. Delma (2012) montre que, dans la Province du Tuy, la FO bénéficie majoritairement aux cultures de maïs (59%) et au sol gravillonnaire (39%) selon trois modes d'épandage : apport concentré (47%), apport uniforme (40%) ou suivant une rotation (13%).

1.2.2 Engrais minéraux

a. Types d'engrais minéraux

Les engrais minéraux sont épandus pour fournir les éléments essentiels aux plantes (azote, N ; phosphore, P et potassium, K ; PNTTA, 2000). Dans l'Ouest du Burkina Faso, les producteurs utilisent des engrais complexe NPK adaptés à la culture du coton (14-23-14), du maïs (15-15-15) et du riz (14-23-14) ainsi que de l'urée (Ouedraogo *et al.*, 2012). Leur usage est limité à cause de leurs coûts élevés (Ndiaye et Sidibé, 2009). Les crédits intrants soulagent les cotonculteurs, mais les crédits intrants pour les cultures vivrières restent rares (Djenontin *et al.*, 2002). Pour les producteurs, l'association d'une application de FO et d'engrais minéraux permet de limiter la dose d'engrais appliquée et de réduire les coûts (Djenontin *et al.*, 2002). Selon leur usage, les engrais azoté peuvent impacter l'environnement (lessivage, lixiviation vers les nappes phréatiques, volatilisation et émission sous forme gazeuses) (Ziadi, 2007).

b. Mode d'utilisation des engrais minéraux

Dans les exploitations de l'Ouest du Burkina Faso, les engrais minéraux sont principalement utilisés sur les cultures de coton et de maïs. Leur usage est limité à cause de leurs coûts très élevés (Ndiaye et Sidibé, 2009). Certes les crédits intrants soulagent les producteurs pour la culture du coton, mais ces crédits ne sont pas systématiques pour les cultures vivrières (Djenontin *et al.*, 2002). Pour les producteurs, l'association d'une application de fumure organique fabriquée à partir des biomasses de l'exploitation et une application d'engrais minéraux permet de diminuer la dose d'engrais minéraux appliquée à l'hectare et ainsi de réduire le coût de la production (Djenontin *et al.*, 2002).

1.3 Evaluation de la durabilité des systèmes appliqués aux productions agricoles.

1.3.1 Concept de développement durable

Le concept de développement durable apparait dans les années 70 suite aux échecs des modèles dominants de développement et les constats d'érosion de la biodiversité et des ressources naturelles qui hypothèquent la durabilité même de ces modèles. Il est défini en 1987, par la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CNUED) dans le rapport Brundtland comme étant un « *développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins* ». Le terme de développement durable est proposé lors du sommet de la terre à Rio de Janeiro en 1992 par la CNUED. La première définition du rapport Brundtland qui visait la préservation

de l'environnement avec une consommation raisonnée des ressources naturelles non renouvelables laisse place à la définition selon les trois piliers à respecter : un développement qui permet un progrès économique, une justice sociale, et une préservation de l'environnement. Ce concept a été utilisé dans différents domaines du développement dont l'agriculture. C'est ainsi qu'est apparu le concept de l'agriculture durable (Planchais, 2008).

1.3.2 Agriculture Durable

a. Définition

Parmi la diversité des définitions de l'agriculture durable, nous retiendrons celle de Francis et Youngberg (1990) pour qui c'est une agriculture écologiquement saine, économiquement viable socialement juste et humaine. Une exploitation agricole est durable si elle est viable, vivable, transmissible et reproductible (Landais, 1998), si elle préserve les ressources naturelles, et renforce le fonctionnement de l'agro-écosystème, si elle assure une production et un revenu suffisant aux paysans avec une répartition des ressources, du pouvoir et des moyens de production et respecte la dignité des hommes. Landais (1998) propose de représenter les liens entre les quatre piliers de la durabilité (Figure 1).

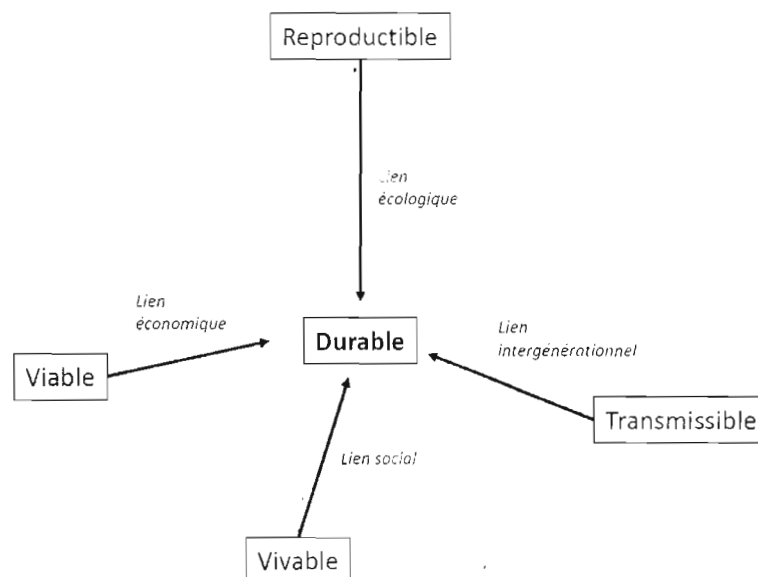


Figure 1. Les quatre piliers de la durabilité des exploitations agricoles (Landais, 1998)

b. Démarche d'évaluation de la durabilité en agriculture

La démarche d'évaluation de la durabilité est composée de plusieurs étapes. Il faut dans un premier temps définir les systèmes à évaluer et délimiter ses frontières, puis formuler des

propositions d'indicateurs de la durabilité suivant les 4 piliers du développement durable et interpréter les résultats (Lamothe, 2012).

La définition des systèmes à évaluer et la délimitation des frontières consistent à préciser le type de système qu'on veut évaluer et définir ce qui sera pris en compte par l'évaluation et ce qui ne le sera pas. Le choix de la définition et du positionnement des frontières dépend complètement de la finalité de l'évaluation.

Les indicateurs permettent de synthétiser les données décrivant l'état d'un système, que les données soient qualitatives ou quantitatives. Ils permettent de communiquer les résultats d'une évaluation (Bockstaller *et al.*, 2013). Peschard *et al.* (2004) décrivent trois grands types d'indicateurs :

- Les indicateurs simples qui sont issus de l'agrégation de données brutes. Ils permettent d'évaluer l'impact d'une pratique agricole sur l'environnement (Bilan Azoté Apparent etc.). Ils permettent une évaluation indirecte s'appuyant sur les pratiques pour définir leurs impacts sur l'environnement (et non sur des paramètres de l'environnement directement).
- Les indicateurs composites synthétiques sont issus de l'agrégation d'indicateurs simples. Ils permettent une évaluation synthétique de l'impact d'une pratique agricole sur plusieurs thématiques de l'environnement (impacts de l'application de la FO sur les sols, l'air et l'eau) ou de toutes les pratiques agricoles sur une thématique de l'environnement (impact du système de production sur les sols). La méthode d'agrégation doit être définie mais influence largement les résultats.
- les indicateurs « systèmes » sont créés en agrégeant des indicateurs composites entre eux. Ils permettent une évaluation des impacts d'un système agricole sur l'environnement en général.

c. Différentes méthodes d'évaluation de la durabilité

Pour accompagner le développement d'une agriculture durable en France, une communauté scientifique interdisciplinaire a élaboré des outils d'évaluation de la durabilité (Vilain *et al.*, 2008, Zahm *et al.*, 2008, Sadok *et al.*, 2008). La durabilité étant un concept holistique et multidimensionnel, les évaluations doivent intégrer une multiplicité d'indicateurs économiques, sociaux, et environnementaux.

Il existe plusieurs outils et méthodes d'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles qui sont consacrés exclusivement à démontrer la performance de l'agriculture durable. Les approches se distinguent selon l'objectif, l'échelle d'analyse, les indicateurs développés, les principes de notation et d'agrégation et l'importance accordée à telle ou telle composante. Le Tableau II présente les caractéristiques des principales méthodes d'évaluation utilisées ces dernières années.

Dans notre étude nous retiendrons la méthode planète pour évaluer l'impact environnementale des pratiques des exploitations agropastorales étudiées associé à une évaluation de l'efficacité azotée et une évaluation économique et sociotechnique. La méthode Planète a été retenue car elle est déjà adaptée aux systèmes agropastoraux de l'Afrique de l'ouest (Bénagabou, 2011).

Tableau II. Différentes méthodes d'évaluation des indicateurs d'évaluation de la durabilité des systèmes

Méthodes d'évaluation	Spécificités	Objectifs	Intérêts	Limites	Auteurs
Indicateurs de durabilité d'une exploitation agricole, IDEA	Autoévaluation de la durabilité d'une exploitation ou système de production 42 indicateurs, agrégation progressive des trois dimensions de la durabilité : socio-territoriale, agro-écologique et économique	Dialoguer sur le concept d'agriculture durable Evaluer la durabilité d'une exploitation Identifier des pistes d'amélioration et mesurer les progrès obtenus sur l'exploitation Aider à la décision pour les politiques publiques orientées vers le soutien à l'agriculture durable	diagnostic de durabilité des exploitations à partir d'enquêtes directes auprès des exploitants Outil d'évaluation et aide à la décision		Vilain <i>et al.</i> , 2008 Zahm <i>et al.</i> , 2008
IDERICA	Repose sur la transposition ou l'adaptation des indicateurs de durabilité de la méthode IDEA	Analyser la durabilité de l'agriculture tant à l'échelle des orientations technico-économiques ainsi que des régions pour la France			Girardin <i>et al.</i> , 2004 Zahm <i>et al.</i> , 2005
INDIGO	Evaluation de système de culture à l'échelle des parcelles	Evaluer, à l'échelle de la parcelle, l'impact de systèmes de production, Simuler l'effet de modifications de pratiques Aider à la mise en place de pratiques plus respectueuses de l'environnement.	Indicateurs sensibles aux pratiques agricoles Transparence des méthodes de construction des indicateurs	Pas de prise en compte de l'élevage, processus hydrologiques, quantité de données nécessaires	Bockstaller, <i>et Rabolin</i> , 2010. Girardin, 2003 cité par Perschard, 2004
MASC	Evaluation multicritère avec agrégation progressive de 39 indicateurs Permet de décomposer tout problème décisionnel complexe en sous-problèmes	Evaluation de la durabilité des systèmes de culture Comparaison des systèmes entre eux Classement des systèmes de culture, en identifiant leurs forces et faiblesses	Critères d'évaluation : valeur qualitative « faible », « moyen », « élevé »	Manque de sensibilité sur le critère « Contribution au développement durable	Craheix <i>et al</i> 2012 Sadok <i>et al.</i> , 2009
DIAGE	évalue les aspects environnementaux des activités agricoles (système de culture) selon l'importance, la maîtrise de l'activité et la sensibilité du milieu environnant.	évaluer les impacts environnementaux sur les différentes activités agricoles de l'exploitation agricole permet une hiérarchisation des impacts.			FRCA Centre, 2002) cité par Perschard, 2004
DIALECTE	Indicateurs simples agrégés	Evalue l'impact du système de production sur l'environnement selon les pratiques et les thématiques environnementales	Note globale de performance environnementale pour l'exploitation agricole		Solagro, 2002 cité par Perschard, 2004
PLANETE	S'applique à Produits, systèmes de production, exploitations agricoles, logique input, output Analyse en cycles de vie, les impacts environnementaux depuis la fabrication des intrants, le transport, leur usage	Quantifier les entrées et les sorties d'énergie, l'efficacité énergétique Evaluer les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'intrants et aux pratiques agricoles	Adapté aux systèmes agropastoraux d'Afrique de l'Ouest	Ne prend pas en compte tous les aspects de la durabilité	Bochu, 2002 ; Bénagabou, 2011

CHAPITRE II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude et site d'étude

2.1.1. Présentation de la zone

La zone Ouest du Burkina (Figure 2), ou zone cotonnière ouest est située entre les latitudes 9°2 et 14°-Nord et entre les longitudes 2° et 5°03-Ouest. Elle couvre une superficie d'environ 84 000 km² soit 1/3 du territoire national (Schwartz, 1991). Cette zone englobe la région des Hauts Bassins, la région des Cascades, la région du sud-ouest et celle de la Boucle du Mouhoun.

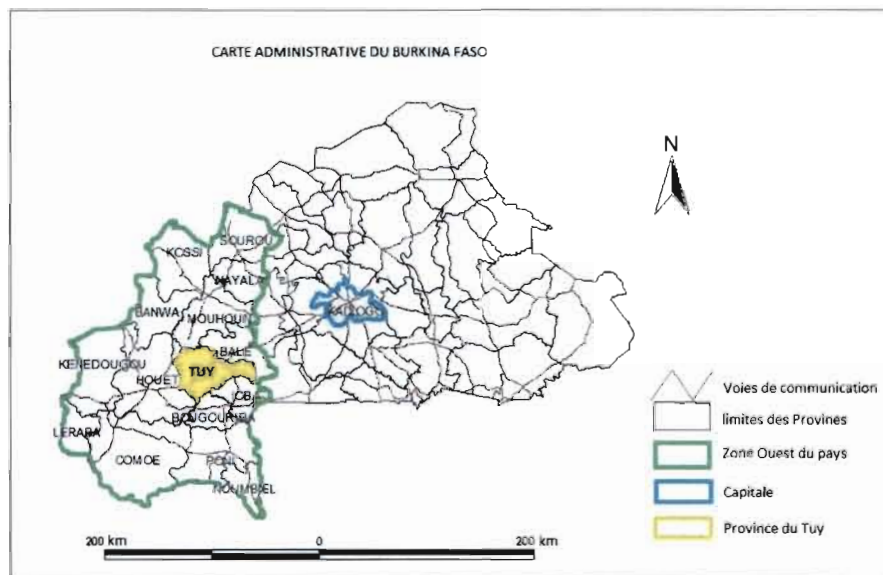


Figure 2. Carte de la zone d'étude

2.1.2. Site d'étude

L'étude s'est déroulée dans la province du Tuy (situé dans la zone ouest du Burkina Faso) pour laquelle il existe une base de données de 350 exploitations couvrant la diversité des exploitations présentes. La province est dominée par un climat tropical de type soudanien avec une courte saison des pluies qui s'étend de juin à septembre, et une longue saison sèche d'octobre à mai. La pluviosité moyenne annuelle varie entre 800 et 1 000 mm. La température moyenne est de 27°C avec une amplitude thermique annuelle moyenne de 5°C (FAO, 2004).

Les sols sont ferrugineux tropicaux peu lessivés et hydromorphes à pseudogley, favorables à l'agriculture (Coulibaly, 2012). Selon INERA (1996), ces sols présentent des teneurs en matière organique comprise entre 1 et 1,5% pour une majorité de sols, moins de 1% pour 20%

des sols et supérieures à 1,5% pour moins de 10% des sols. Les terres cultivables représentent près de 50 % de la superficie provinciale.

Les conditions écologiques de la province sont favorables à l'agriculture (coton, céréales légumineuses), la production fruitière et maraîchère et l'élevage avec la diminution de la prévalence de la trypanosomiose animale et une bonne productivité des parcours (INERA, 1996). Cependant, le chargement animal actuel engendre de fortes contraintes (réduction du disponible fourrager, départ en transhumance, faible contrôle sanitaire, réduction des transferts de fertilité par le bétail). Ces contraintes limitent la productivité animale et affectent la production agricole (Ouédraogo, 2000).

Le système de culture est basé sur la culture de coton en rotation avec du maïs. Les céréales sèches (sorgho et mil) étant réduites à 25% de l'assolement et les légumineuses à moins de 8% (Vall *et al*, 2012). Les terres agricoles reçoivent des amendements organiques limités (moins de 600 kg.ha⁻¹) et des engrais minéraux limités au coton et au maïs. Le système d'élevage est semi-extensif avec des animaux conduits au pâturage ou en vaine pâture sur les champs après les récoltes. Les animaux sont affouragés et quelques fois complémentés en saison sèche chaude pour compenser la faiblesse des apports des pâturages.

L'étude concerne des exploitations des villages de Sara et Dimikuy au nord de la province, Founzan, Lolio et Boni à l'est et Koumbia et Waly à l'ouest (Figure 3 ; Coulibaly *et al.*, 2008 a, b, c et Blanchard *et al.*, 2008 a, b).

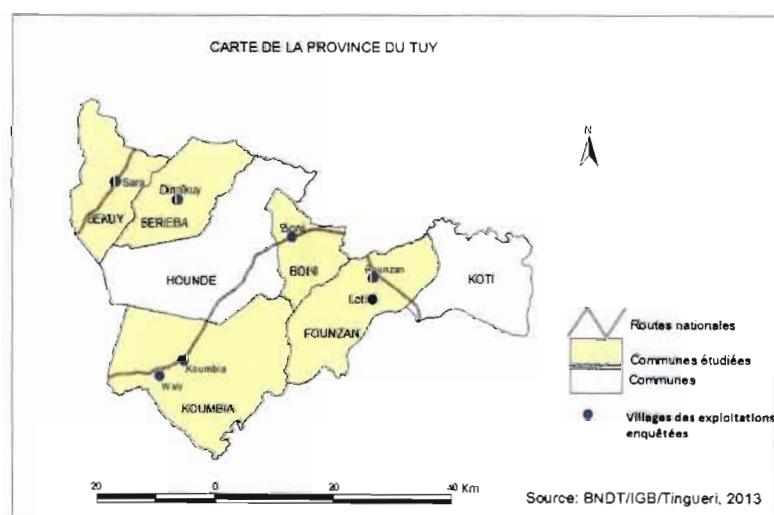


Figure 3. Carte de la province du Tuy et localisation des villages site de l'étude

2.2 Définitions des concepts

2.2.1. Le concept de systèmes innovants et de systèmes hors-normes

Dans le monde, les systèmes agricoles dominants peuvent être qualifiés de productivistes car ayant poussés loin l'intensification des moyens de production (intrants minéraux, complément alimentaire, mécanisation, etc.) par unité de surface et unité produite. En France, ces modèles sont actuellement remis en cause par la société civile, le monde agricole et quelques chercheurs face aux problèmes sociaux, environnementaux, économiques et territoriaux qu'ils engendrent. Ce type de système de production reste cependant considéré comme la norme, ayant fait ses preuves en termes de productivité.

La notion de systèmes de production hors-normes a été utilisée pour illustrer le parcours de paysans ne répondant pas aux normes de ce système dominant, qui ont fait le choix de se mettre en porte-à-faux avec ce modèle par choix raisonné ou en réaction face à des contraintes structurelles. Ces démarches singulières ont été décrites dans le cadre du développement de l'agriculture biologique et de l'agriculture durable (FNCIVAM, 2011). Des organisations de producteurs évaluent les pratiques, expérimentent des changements, définissent de nouvelles références et diffusent des techniques nouvelles. Les producteurs hors-normes sont alors mis en avant. Ils représentent une alternative pour le développement de nouvelles formes d'agriculture plus respectueuses de l'environnement et des objectifs économiques et sociaux assignés à l'agriculture par les acteurs. Ils sont le témoignage que d'autres voies sont possibles (Cordellier, 2001). Nous retiendrons comme définition des systèmes de production hors-normes, des systèmes de production composés des pratiques de production différentes des techniques de références.

2.2.2. La recherche active ou traque des systèmes hors-normes

Face aux limites et aux contraintes de leur environnement ou à leurs propres valeurs et attentes, les paysans conçoivent et mettent en œuvre des systèmes de production hors-normes, s'éloignant des systèmes dominants ne répondant plus à leurs objectifs.

La reconnaissance et l'analyse de ces systèmes hors-normes doit permettre à la recherche agronomique de comprendre la logique des paysans et de définir si ces systèmes de production sont des pistes de durabilité de l'agriculture. Les paysans qui innovent et se mettent en porte-à-faux avec le système dominant ne sont pas identifiables facilement. Ils peuvent expérimenter et développer leur système de production en marge des organisations paysannes et de l'encadrement technique qui ne promeut pas ces changements. Leur

identification nécessite donc une recherche active. C'est pour cela que la démarche a été appelée « *traque des systèmes innovants* » ou « *traque des systèmes hors-normes* » (Salembier, 2012). L'intérêt de la traque des innovations paysannes est l'identification de nouvelles pratiques paysannes, la compréhension des actions mises en œuvre par les producteurs et l'identification des savoir-faire des paysans afin d'aider d'autres producteurs à développer des systèmes de production innovants. Selon Meynard *et al.*, (2012) pour concevoir de nouveaux systèmes de production, il est possible d'adopter une démarche de conception de systèmes innovants « *de novo* » (explorer le champ des possibles, les combinaisons techniques, sans être brider par une dépendance au chemin), de conception « *pas-à-pas* » (adapter progressivement les systèmes de production existants aux nouvelles attentes) ou de développer une démarche de traque de systèmes de production hors-normes source d'innovation. La traque des systèmes hors-normes est une voie de la conception de nouveau système de production.

La traque de systèmes innovants repose sur quelques grands principes : la mise en place d'une démarche d'identification active des paysans hors-normes, la caractérisation et l'évaluation des systèmes hors-normes. Ces trois étapes permettent de décrire la richesse des pratiques paysannes et de leur capacité d'innovation. Elles permettent d'évaluer ces pratiques selon les critères des chercheurs mais aussi des paysans et ainsi définir des connaissances actionnables pour la promotion d'une IE des systèmes de production. Cette démarche revalorise les savoirs des paysans, trop souvent considérés comme de simples récepteurs de l'innovation (Salembier, 2012).

Nous nous focalisons dans cette étude sur la traque de systèmes de production de FO hors-norme, en entendant par-là, la mise en œuvre d'un ensemble de pratiques de production et d'utilisation de FO par les producteurs leur permettant de disposer d'une grande quantité de FO et de l'utiliser selon une dose au-dessus de la moyenne.

2.3 Méthode mobilisée pour la traque des systèmes « hors-normes »

La démarche générale adoptée pour cette étude est présentée dans un premier temps puis nous présentons l'échantillon des producteurs qui ont participé à ce travail. Enfin, les différentes étapes de la collecte et de l'analyse des données sont par la suite développées.

2.3.1. Démarche générale

Afin d'identifier, de caractériser et d'évaluer la durabilité et la productivité des systèmes de production agropastoraux hors-normes et de références, nous adopterons une démarche en

trois étapes : (1) identification des systèmes de production hors-normes et analyse de la raison des pratiques ; (2) caractérisation du fonctionnement des systèmes agropastoraux hors-norme et de références ; (3) évaluation des potentialités en termes de productivité et de durabilité de ces systèmes agropastoraux (Figure 4).

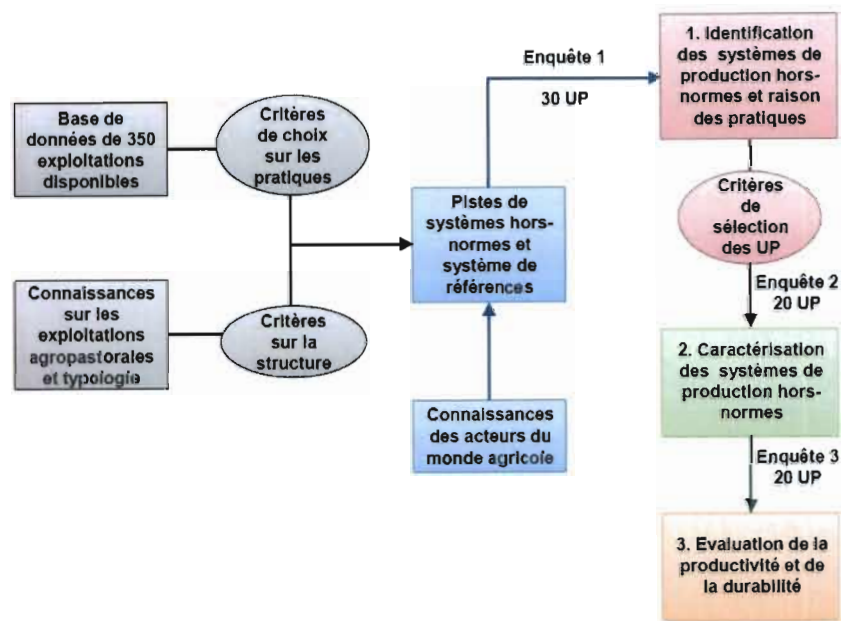


Figure 4. Schéma de la démarche générale

2.3.2. Choix de l'échantillon des producteurs enquêtés

L'échantillonnage est fait à partir d'une base de données pré- existante de 350 exploitations agropastorales de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso composée de plus de 40 variables (Vall et *al.*, 2012) : la structure des exploitations, les pratiques de gestion de la fertilité des sols et quelques pratiques de conduites des élevages.

A partir de cette base de données, nous avons identifié parmi les types d'exploitations agropastorales reconnus dans la zone (Vall et *al.*, 2006 ; agriculteurs, agro-éleveurs et éleveurs), des exploitations pouvant représenter des pistes de systèmes de production hors-norme en terme de production et d'utilisation de la FO et des exploitations qui correspondaient plutôt à des exploitations mettant en place des systèmes de production de références.

Nous avons raisonné notre échantillon de sorte que chaque type d'exploitation soit représenté, au détriment de la représentativité numérique afin d'étudier la diversité des pratiques des producteurs et d'analyser les logiques de ces producteurs. Nous avons ainsi choisi 30 exploitations composés d'agriculteurs, d'agro-éleveurs et d'éleveurs. Les exploitations

représentatives de chaque type ont été choisies dans la même gamme de structure (surface agricole, et taille du troupeau) respectant la clef typologique proposée dans la zone (Vall *et al.*, 2006). Chaque exploitation du même type dispose donc en théorie de capacités de production comparables. Les critères retenus pour cette pré-identification sont la quantité de FO produite dans les exploitations, la quantité ramenée à la surface cultivée ou à la taille du troupeau, illustrant des efforts particuliers des paysans pour produire et utiliser de grandes quantités de FO.

Ce premier échantillon de producteurs a évolué au cours des différentes étapes de la démarche, comme cela est présenté dans la Figure 4. .

2.4 Collecte de données

Les données ont été collectées grâce à des entretiens individuels du chef d'exploitation. La collecte de données a suivi les trois étapes de la démarche. Les supports utilisés étaient constitués de guide d'entretien et de questionnaires d'enquête, remplis avec les chefs d'exploitation au cours de trois passages.

2.4.1. Etape 1 : identification des exploitations hors-normes et de références et analyse de la raison des pratiques.

Cette première étape avait pour but de vérifier si les 30 exploitations pré-identifiées répondaient aux critères définis, qu'elles appartenaient au type d'exploitations (agriculteurs, éleveurs, agro-éleveurs) et au système de production de FO définis (système de référence ou hors-norme). Cette étape a permis de comprendre les raisons de la mise en œuvre de telles pratiques par les acteurs. La collecte des données s'est faite à l'aide d'un questionnaire d'enquête (Annexe 1) aux questions ouvertes et fermées permettant aux chefs d'exploitation de s'exprimer librement sur les raisons qui l'on amenées à développer ces pratiques de production et d'utilisation de la FO mais également à l'enquêteur de disposer de données quantitatives tout en recherchant à comprendre une logique au-delà de la collecte de données standard. A l'issue de cette étape, les exploitations hors-normes et de références qui correspondaient aux types d'exploitations recherchées (agriculteurs, éleveurs et agro-éleveurs) et qui mettaient en place des pratiques hors-normes ou de références de production et d'utilisation de FO ont été retenues pour la suite de l'étude.

2.4.2. Etape 2 : Caractérisation du fonctionnement des systèmes de production hors-norme et de références

Cette étape a consisté à collecter des données pour comprendre et caractériser les systèmes de production hors-norme et de référence. Un questionnaire d'enquête, soumis à chaque chef d'exploitation nous a permis de collecter les données nécessaires pour la compréhension des systèmes de production (Annexe 2). Les thématiques abordées concernaient les objectifs globaux de l'exploitation ; les pratiques de production de FO, de stabulation et de parage des animaux et la gestion des FO produites ; les itinéraires techniques des cultures avec la production et la gestion des résidus de culture produits sur l'exploitation et la gestion de l'alimentation des animaux.

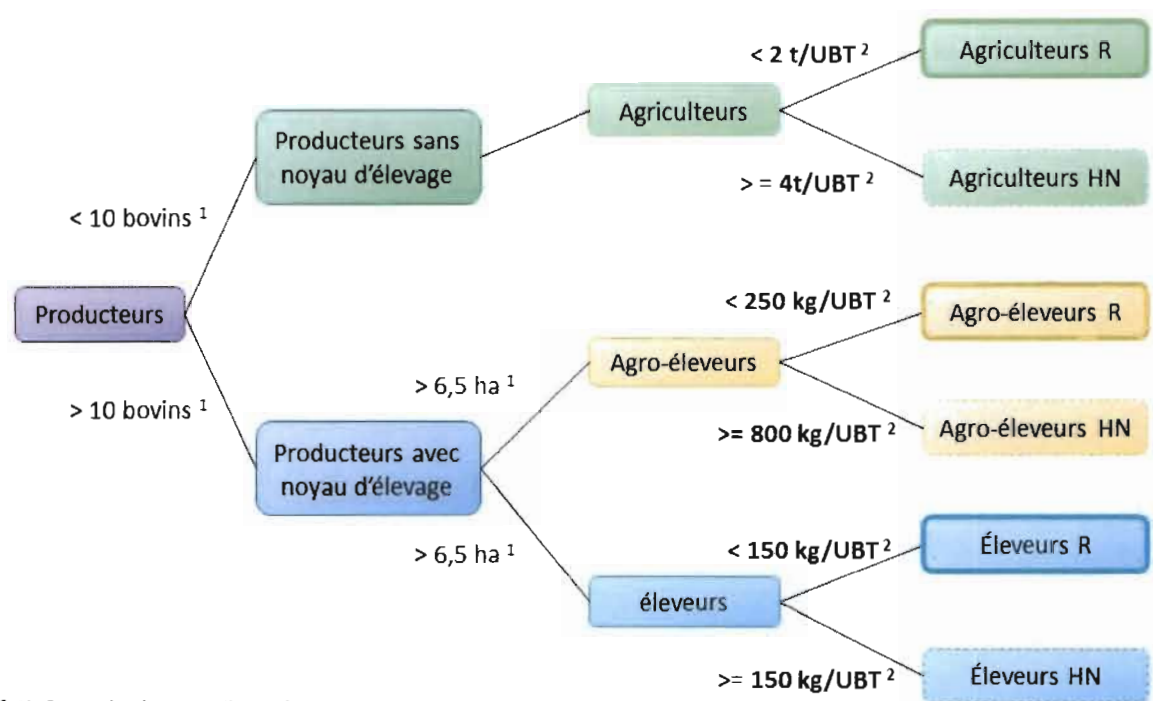
2.4.3. Etape 3 : Evaluation de la productivité et de la durabilité des systèmes de production

La dernière étape consistait à disposer des éléments nécessaires pour réaliser une évaluation des performances économiques, environnementales et sociotechniques des systèmes de production. Pour cela nous avons utilisé le même questionnaire d'enquête que précédemment, mais en complétant les données sur la structure de l'exploitation (bâtiments, équipement, et consommation d'énergie) ; les intrants agricoles (engrais, herbicides, insecticides utilisés, aliments, fourrages et soins vétérinaires) ; la main d'œuvre mobilisée pour les travaux agricoles et d'élevage et les productions agricoles et d'élevage et leur devenir (autoconsommation, vente).

2.5 Conception théorique de l'analyse des données

2.5.1. Identification des systèmes de production hors-norme et de référence et analyse de la raison des pratiques

A partir des données collectées, les exploitations ont été classées comme exploitations d'agriculteurs, d'agro-éleveurs ou d'éleveurs, respectant la clef typologique développée par Vall *et al.*, (2006). Les exploitations hors-normes et de références ont été identifiées sur la base de la quantité de FO produite et utilisée ramenée à la surface cultivée ou la taille des animaux (Figure 5). Ce classement avait pour objectif de vérifier si le type d'exploitation défini lors de la pré-identification était correct.



¹ Clef typologique Vall *et al.*, 2006

² Critères d'identification des producteurs hors-normes

Figure 5. Schéma récapitulatif des critères d'identification des exploitations

Nous avons fait une Analyse en Composantes Principales (ACP) afin de séparer les exploitations hors-normes des exploitations de références quel que soit le type de producteur. Nous avons utilisé des variables descriptives des systèmes de production (quantité de FO produite rapportée à la surface cultivée à partir de tas d'ordures, de fosse fumière, de fosse à compost, de parc à bétail ou de parage directe). Nous avons ajouté à ces variables, le pourcentage de la FO utilisée qui est importée de l'extérieur de l'exploitation pour illustrer le cas des exploitations qui importent de grande quantité de FO.

L'ACP permet d'obtenir un résumé pertinent des données initiales, répondant au triple objectif (i) d'évaluer les ressemblances et différences entre exploitations agropastorales enquêtées ; (ii) de réaliser un bilan des liaisons entre les variables décrivant les systèmes de production ; (iii) et déterminer les relations entre les exploitations agropastorales enquêtées et les variables décrivant leurs systèmes de production.

Par la suite, nous avons analysé les justifications des -chefs d'exploitations sur la mise en œuvre de systèmes de production hors-normes ou de référence, le contexte et les conditions de développement des pratiques, les raisons des pratiques innovantes, les difficultés rencontrées et les appuis reçus concernant la production de FO.

2.5.2. Caractéristiques du fonctionnement des systèmes de production

a. Caractérisation des pratiques de production de la fumure organique

La caractérisation des pratiques de production et d'utilisation de FO a consisté dans un premier temps à identifier les techniques de production de FO mise en œuvre par les exploitations (tas d'ordures, fosse à compost, fosse fumière, parc à bétail).

Elle a nécessité de comprendre les pratiques de gestion des résidus de culture après les récoltes, des déjections animales et des ordures ménagères au cours de l'année. L'enquête s'est intéressée aux éléments utilisés pour la production de FO ainsi qu'à leur quantité et leurs origines (champ, concession, parc à bétail, exploitation extérieure, etc.). Les travaux menés sur les lieux de production de FO ont été renseignés (arrosage, retournement, couverture, vidange...). Enfin, les pratiques d'utilisation de la FO produite par les exploitations agropastorales ont été reconnues (champ d'épandage, dose d'épandage).

Pour comprendre la logique et le fonctionnement du système de production dans son ensemble, le travail a intégré le système de culture (qui reçoit la FO) et le système d'élevage (qui participe à produire la FO et utilise les biomasses).

b. Analyse du fonctionnement des systèmes de production

Les **systèmes de culture** ont été identifiés pour chacune des exploitations enquêtées à travers les espèces cultivées, les techniques culturales mises en place (association, succession culturale, rotation ou assolement), les itinéraires techniques appliqués à chaque culture et les modes de gestion de la fertilité des sols (fertilisation minérale et application de FO). La production agricole a été renseignée ainsi que l'utilisation des produits (vente, autoconsommation) et des sous-produits (stockage comme fourrage, compostage).

L'analyse **des systèmes d'élevage** s'est appuyée sur les critères définis par Moulin (2007) : les espèces d'animaux élevées, les ressources alimentaires mobilisées, les pratiques d'abreuvement, et les pratiques d'élevage telles que la conduite de la reproduction, le mode d'exploitation du troupeau, l'affouragement et les pratiques sanitaires. La production des systèmes d'élevage a été reconnue avec les produits de l'élevage (vente d'animaux, naissance, lait) et leur devenir (autoconsommation, stockage dans le troupeau ou vente).

L'intégration agriculture-élevage a été analysée à travers les flux de biomasses et d'énergie passant de l'un à l'autre des systèmes. En effet, le système d'élevage fournit des déjections

animales et du travail avec les animaux de trait pour le transport, le labour et le sarclage. Le système de culture fournit des résidus de culture et des fourrages pour l'affouragement en saison sèche et de la litière et des résidus de culture pour la production de FO.

2.5.3. Évaluation des performances des systèmes de production agropastoraux

Les performances des systèmes de production ont été évaluées par le biais d'indicateurs quantitatifs qui nous permettent de comparer leurs performances techniques, économiques, sociotechniques et environnementales, et d'analyser les déterminants des divergences observées.

a. Évaluation des performances techniques

Les performances techniques des systèmes de production étudiés ont été évaluées à partir des indicateurs de performances agronomiques comme les rendements des principales cultures (maïs, coton).

b. Évaluation des performances économiques

Nous avons pris en compte comme indicateur d'évaluation des performances économiques, la Valeur Ajoutée Brute (VAB) qui reflète les revenus tirés par les producteurs des activités agropastorales. Elle correspond à la différence de valeur entre les biens ou services que les producteurs utilisent et consomment au cours du cycle de production (consommation intermédiaire, CI) et ce dont ils disposent pour la vente ou la consommation après le processus de production (produit brut, PB).

$$VAB = PB - CI$$

avec : $PB = \sum (\text{volume des produits} \times \text{prix unitaire des produits})$

et $CI = \sum (\text{quantités de biens} \times \text{prix unitaire des biens}) + \sum (\text{quantités de services} \times \text{prix des services})$

Appliqué au cas d'une exploitation agropastorale, la VAB est égale à la somme de la VAB du système de culture (VAB_{SC}) et la VAB du système d'élevage (VAB_{SE}).

➤ Le cas du système de culture

Tout d'abord, nous avons fait l'hypothèse que le système de culture de l'année d'enquête représente le système de culture moyen sur la rotation.

Les consommations intermédiaires du système de culture (CI_{SC}) ont été calculées à partir des biens et des services consommés par le système de culture : des semences achetées, des engrais, des produits phytosanitaires, du carburant et de la main d'œuvre extérieur ou location de matériel (Ferraton et Touzard, 2009).

Le produit brut du système de culture (PB_{SC}) a été calculé à partir du volume de chaque production agricole et des prix de vente de ces produits indiqués par les paysans. Nous avons pris en compte les produits vendus, autoconsommés ou donnés. La particularité des produits autoconsommés est que les paysans auraient dû acheter ces produits s'ils ne les avaient pas produits. Cela constitue pour eux une richesse que nous évaluons.

Ces indicateurs ont été ramenés à la surface cultivée afin de pouvoir faire des comparaisons entre les exploitations et évaluer la productivité de la terre. Ils ont été ramenés au temps de travail investi afin d'évaluer la productivité du travail.

➤ *Le cas du système d'élevage*

Pour appliquer cette méthode aux systèmes d'élevage, nous avons retenu la méthode qui permet, à partir d'une enquête ponctuelle de l'éleveur de définir avec lui les produits issus du troupeau et les consommations intermédiaire sur l'année écoulée (Ferraton et Touzard, 2009).

Les consommations intermédiaires du système d'élevage (CI_{SE}) comprennent les coûts annuels d'achat de fourrage et d'aliment bétail non produit sur l'exploitation, les coûts d'achat des intrants pour la production de fourrage, les coûts des produits et soins vétérinaires et les coûts liés à la main d'œuvre engagée sur le système d'élevage.

Le produit brut du système d'élevage (PB_{SE}) a été calculé à partir de la valeur des produits issus du système d'élevage (hors renouvellement). Il s'agissait de la vente d'animaux, de la production de lait, du fumier vendu ou donnés, de la location des animaux de trait et de la consommation des animaux. L'autoconsommation d'animaux du troupeau par la famille a été considérée comme des productions, considérant que les animaux autoconsommés par les éleveurs auraient dû être achetés s'ils ne les avaient pas produits.

Ces indicateurs ont été ramenés à l'unité de surface travaillée (hectare), à l'unité de travail (temps de travail en homme. jour) ainsi qu'à la taille du cheptel (nombre d'UBT) afin de permettre une comparaison entre les exploitations étudiées.

c. Évaluation des performances environnementales

Les performances environnementales ont été évaluées par le biais de deux indicateurs : l'efficacité énergétique et l'efficacité azotée.

➤ *Évaluation de l'efficacité énergétique*

L'efficacité énergétique (Eff_{Eng}) correspond au rapport de la somme des sorties d'énergie du système étudié sur la somme des entrées d'énergie.

$$Eff_{Eng} = \sum (\text{sortie d'énergie}) / \sum (\text{entrées d'énergie})$$

Elle a été évaluée à l'aide de la méthode PLANETE adaptée aux systèmes agropastoraux d'Afrique de l'Ouest par Bénagabou (2011 ; Figure 6).

Cette méthode permet de quantifier à l'échelle de l'exploitation agricole les entrées et les sorties d'énergie, d'établir l'efficacité énergétique liées à la consommation d'intrants et aux pratiques agricoles (Bochu, 2002). Cette méthode basée sur une analyse en cycle de vie, comptabilise les impacts environnementaux depuis la fabrication des intrants, leur transport, et leur usage sur l'exploitation, « *du berceau à la tombe* ».

Les entrées d'énergie pris en compte correspondaient à la consommation d'énergie non renouvelable de l'exploitation : les carburants, l'électricité et le gaz et les énergies indirectes constituées de la quantité d'énergie non-renouvelable consommée pour la production et le transport des différents intrants de l'exploitation (Dollé, 2007). Les intrants de l'exploitation correspondent aux engrais minéraux ou organiques, aux aliments bétail, aux produits phytosanitaires, aux semences, aux jeunes animaux, à l'amortissement énergétique des matériels agricoles, ainsi que celui des bâtiments (Bochu, 2002).

Les sorties d'énergie d'une exploitation correspondent aux produits issus de l'exploitation (grains, coton, lait, viande etc.).

L'ensemble de ces flux d'énergie ont été établi à partir de la quantité de chaque produit entrant ou sortant des exploitations et sa conversion en quantité d'énergie utilisant des coefficients énergétiques (Nguyen et Haynes, 1995). Ces coefficients permettent de transformer les données monétaires (francs Cfa) ou physiques (UBT, kg de MS, km, litre ou heure) en quantité d'énergie exprimée en MJ. Les coefficients énergétiques adaptés aux intrants utilisés dans la zone et à leur mode de fabrication et de transport ont également été établis (Bénagabou, 2011).

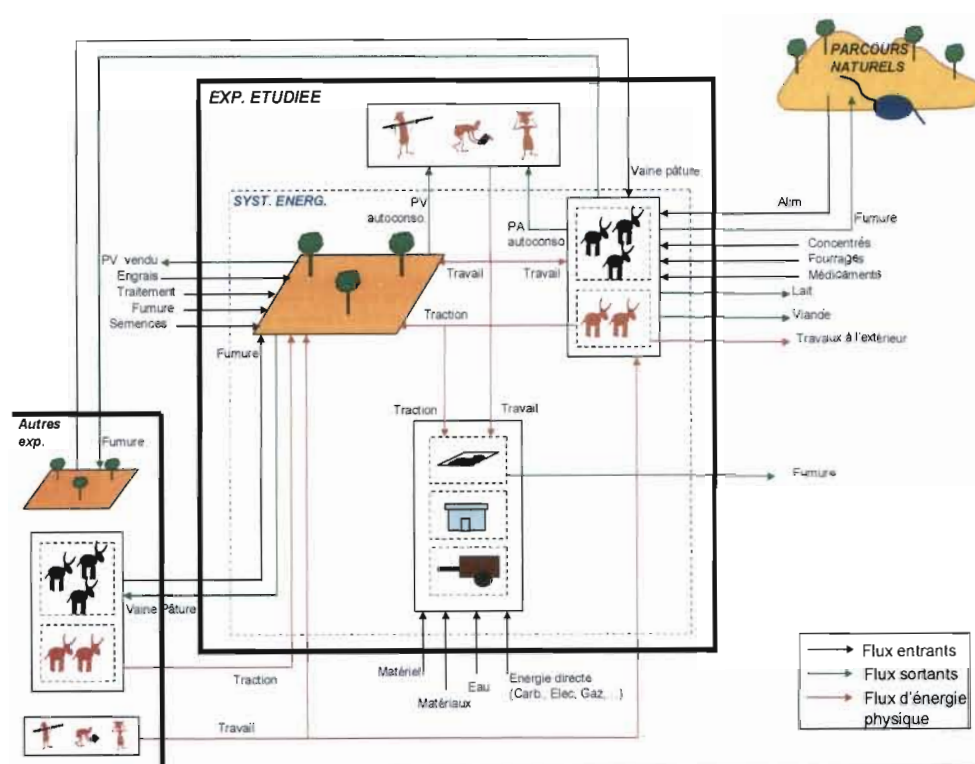


Figure 6. Schéma du système énergétique d'une exploitation agropastorale (Bénagabou, 2011)

➤ *Evaluation de l'efficience et de la balance azotée*

Le Bilan apparent azoté (BAA) de l'exploitation (Simon et Le Corre, 1992) et l'efficience azotée (Eff_N) se définissent à partir de la somme des flux d'azote sortant et de la somme des flux d'azote entrant dans le système étudié. Les flux ont été établis en convertissant les quantités de biomasses entrant ou sortant du système en flux d'azote à partir des teneurs en azote pour chaque type de biomasse.

Les flux entrants qui ont été pris en compte dans les exploitations agropastorales regroupent l'achat d'engrais minéraux, la fumure organique importée ou achetée, les résidus de cultures consommés par les animaux lors de la vaine pâture sur des champs extérieurs, les fourrages et aliments bétails importés ou achetés, l'achat des semences agricoles, l'achat d'animaux et la fixation symbiotique de azote atmosphérique par la sole de légumineuse (Figure 7). Les flux sortants du système de production pris en compte ont été établis en considérant, la production et la vente de produits animaux (lait, animaux), les productions agricoles vendues (grains de céréales, coton, graines de légumineuses), les coproduits vendus ou exportés avec la vente de fourrage, les fourrages cédés en vaine pâture à d'autres animaux, la vente de FO et les déjections animales déposées par les animaux à l'extérieur de l'exploitation.

L'efficacité azotée (Eff_N) a été calculée par le rapport de la somme des sorties azotées du système étudié sur la somme des entrées d'azote du système.

$$Eff_N = \sum (\text{sortie d'azote}) / \sum (\text{entrées d'azote})$$

Le bilan apparent azotée (BAA) a été calculé par la différence entre la somme des entrées azotées et la somme des sorties azotées.

$$BAA = \sum (\text{entrées d'azote}) - \sum (\text{sortie d'azote})$$

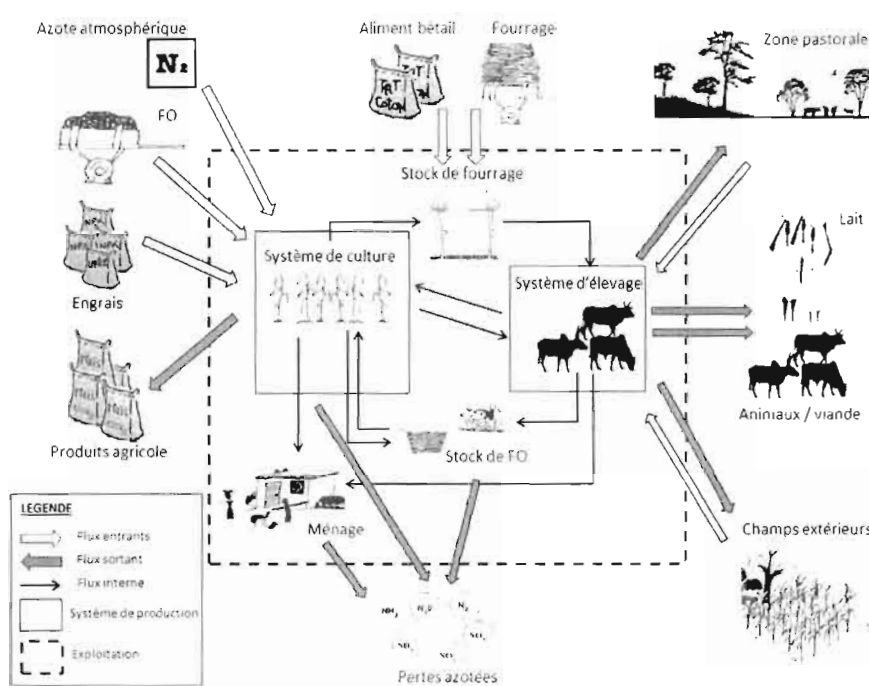


Figure 7. Schéma des flux azotés considérés sur une exploitation agropastorale

d. Évaluation des performances sociotechniques

Les performances sociotechniques ont été évaluées à partir des indicateurs liés au travail investi pour conduire le système de production, en temps de travail investi (en homme.jour) et en énergie liée aux activités humaine et animale (en kcal).

L'énergie liée au travail des animaux et des hommes pour la conduite d'un système de production a été évaluée avec la méthode PLANETE adaptée aux exploitations agropastorales de la zone (Bénagabou, 2011). La démarche consiste à évaluer les différents temps de travaux des hommes et des animaux fournis sur l'exploitation et à convertir ces temps en flux d'énergie (kcal) à l'aide de coefficients énergétiques spécifiques de l'activité menée, du type de main d'œuvre utilisée (âge, sexe) et de l'espèce animale utilisée.

Les différents travaux pris en compte sont pour le système de culture : le transport des intrants, le dépôt de la fumure au champ, le labour, le semis, le désherbage manuel, le sarclage, le buttage, le traitement herbicide, l'apport de NPK et d'urée, la récolte et le transport des produits récoltés. Pour le système d'élevage, les travaux pris en compte sont la traite du lait, le nettoyage des parcs, l'abreuvement des animaux, la distribution d'aliments, le gardiennage du troupeau et les déplacements du troupeau. Les travaux liés à la production de fumure organique (ramassage des résidus de culture, remplissage des fosses, arrosage, retournement, vidange etc.) seront présentés séparément des deux systèmes de production.

Les temps de travaux et l'énergie liée au travail ont été ramenés à la surface cultivée, à la taille du troupeau et au volume de FO produit dans les exploitations afin de permettre des comparaisons entre les exploitations étudiées.

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats de la traque des systèmes de production de la fumure organique hors-norme

Au total 30 chefs d'exploitations ont été enquêtés en tant que pistes de systèmes hors-normes ou de références, et 20 ont été retenues pour la caractérisation des systèmes hors-normes et de référence et l'évaluation de leur productivité et durabilité. Nous présentons les résultats de la traque des systèmes hors-normes avec une description des exploitations de référence et des exploitations hors-normes puis une description de leurs pratiques de production et d'utilisation de la FO. Ensuite, nous exposons la raison de la mise en place de ces pratiques par les exploitations. Pour finir, nous présentons les résultats de l'évaluation de la durabilité de ces systèmes de production de référence et hors-normes.

3.1.1 Description générale des exploitations agropastorales enquêtées et identification des systèmes hors-normes

a. Description des exploitations agropastorales enquêtées

➤ Structure des exploitations agropastorales enquêtées

La structure des exploitations varie d'un type de producteur à un autre (Tableau III). Les agro-éleveurs ont des familles plus grandes avec en moyenne 38 personnes contre 15 et 11 personnes respectivement chez les éleveurs et les agriculteurs. De même, ils disposent de davantage d'actifs que les éleveurs et agriculteurs (26,5 actifs contre respectivement 5,9 et 6,5).

Les agro-éleveurs sont mieux équipés que les autres types de producteurs. Ils disposent de plus d'une charrette pour le transport contre une charrette chez les agriculteurs et moins d'une charrette chez les éleveurs. Les agro-éleveurs sont également mieux équipés en outils de traction, au moins deux charrues et sarcleur par exploitation.

En moyenne, le chef d'exploitation chez les agro-éleveurs est plus âgé (50 ans) que chez les éleveurs (44,5 ans) et les agriculteurs (43,5 ans). Le taux d'alphabétisation en langue locale (dioula, moré, fulfuldé) est supérieur au niveau de scolarisation quel que soit le type de producteurs. En effet, respectivement 100 %, 83 % et 50 % des agro-éleveurs, des agriculteurs et des éleveurs sont alphabétisés contre seulement 25 %, 50 % et 16 % qui ont été scolarisés. Des programmes d'alphabétisation des adultes en zone rurale de l'Ouest du Burkina Faso

permettent à certains adultes de lire et écrire en langue locale, leur donnant accès à des informations écrites (fiches techniques, campagne de communication etc.). Le niveau de scolarisation chez les agriculteurs est plus élevé sans doute car les chefs d'exploitation sont sensiblement plus jeunes. Le niveau d'alphabétisation chez les agro-éleveurs est le plus élevé, sans doute car ces paysans sont impliqués dans la vie sociale des villages, bénéficient de l'appui des projets d'alphabétisation et dégagent du temps pour ces formations.

➤ *Système de culture*

Les agriculteurs et les agro-éleveurs possèdent 3 champs en moyenne mais avec des superficies totales différentes (respectivement 14,5 et 30,1 ha). Les éleveurs ne possèdent en moyenne qu'un unique champ (4,1 ha). Les producteurs ne mettent pas en culture la totalité de la surface de leur champ. Les agriculteurs cultivent 10,1 ha gardant 30 % de la surface de leur champ en jachère. Les agro-éleveurs valorisent une plus grande part de la surface de leur champs avec 27,6 ha cultivé et seulement 8 % en jachère. Les éleveurs cultivent des surfaces plus réduites (4,0 ha) mais ne disposent pas de beaucoup de jachère (2 % de la surface de leur champ).

Les cultures emblavées sont différentes selon les types de producteurs. Chez les agro-éleveurs et les agriculteurs, le coton et le maïs sont les cultures les plus cultivées alors que chez les éleveurs, il s'agit du mil et du sorgho. En dehors de ces principales cultures, les producteurs cultivent sur des petites surfaces du sésame, du riz, du niébé, de l'arachide et des pastèques. Seulement deux éleveurs cultivent des cultures fourragères (mucuna) pour palier à l'alimentation de saison sèche de leurs animaux.

Les producteurs utilisent des engrais minéraux et de la FO pour fertiliser leurs champs, à des doses cependant très diverses. Ils produisent de la FO dans des fosses, sur des tas d'ordures ménagères, dans des parcs ou par parcage directe sur les parcelles.

➤ *Système d'élevage*

Le système d'élevage remplit de nombreuses fonctions dans les exploitations agropastorales avec la traction, le transport et la production de la FO. Le cheptel est composé de bœufs d'élevage, de bœufs de trait, de petits ruminants (ovins, caprins), d'ânes et de porcs chez les non musulmans (Tableau III).

Les bœufs de trait et les ânes assurent le transport des intrants agricoles, des récoltes, des résidus de récolte et de la FO. Les bœufs de traits permettent également de réaliser les travaux

de labour et d'entretien des cultures (sarclage, buttage). Ces travaux sont particulièrement importants pour les producteurs qui ne possèdent pas de tracteur.

En outre, le cheptel est situé au cœur des pratiques de production de FO grâce aux déjections animales qu'il procure. Une partie des fèces des animaux est mise dans les fosses fumières et à compost pour accélérer la décomposition des autres éléments (résidus de culture, refus de fourrage et ordures ménagères) pour ainsi fournir de la FO en quantité et en qualité. Les fèces peuvent être déposés dans des parcs à bétail, permettant de produire du fumier (avec litière) ou de la terre de parc (sans litière) qui seront également utilisés dans les champs comme fertilisants.

Une partie de certains résidus de culture est utilisée pour nourrir les animaux en saison sèche chaude, lorsque les ressources pastorales sont insuffisantes. Ce sont entre autre les pailles de maïs, de mil, de sorgho et de riz et les fanes de légumineuse (niébé et arachide). Les producteurs qui cultivent des cultures fourragères (*Mucuna*) dispose également de ces fanes pour l'affouragement. En plus de ces fourrages, quelques producteurs achètent des concentrés (tourteau et graines de coton, son de maïs et drêche de dolo). Les concentrés sont distribués aux animaux de trait, aux animaux malades et aux vaches allaitantes.

Le suivi sanitaire des animaux se fait à travers différentes vaccinations, des déparasitages (internes et externe) et souvent la distribution des vitamines aux animaux affaiblis et aux bœufs de trait. Les chèvres, ânes et porcs ne sont pas concernés par les vaccinations, car les producteurs estiment qu'ils résistent aux maladies. La vaccination est faite par les agents d'élevage de la zone et le déparasitage par les producteurs eux même.

Le système d'élevage en plus de son rôle dans le travail agricole, le transport, la production de FO, constitue une source de produits d'élevage (lait, viande) et une source de revenu pour les producteurs. En période de soudure, les animaux peuvent être vendus pour survenir aux besoins de la famille. Les ovins et les caprins sont d'avantage destinés à des fins sociales; ils sont tués lors des baptêmes, des mariages ou des fêtes religieuses.

Tableau III. Caractéristiques moyennes des exploitations enquêtées

Type de producteur		Agriculteurs	Agro-éleveurs	Éleveurs
	nb	6	8	6
Structure de l'exploitation				
Nombre de personne	nb	11	38	15
Nombre d'actif agricole	nb	6,5	26,5	5,9
	Charrue	1,1	2,4	0,8
Équipement en traction	Sarcleur	1	2,4	0,6
	Semoir	0	0,1	0
	Bulleur	1,1	2,4	0,6
Équipement pour le transport	Charrette	0,8	1,1	1
	Tracteur	0	0,2	0
Âge du chef d'exploitation	an	43,5	50,0	44,5
Taux d'alphabétisation	%	83	100	50
Taux de scolarisation	%	50	25	16
Système de culture				
Nombre de champs	nb	3	3	1
Surface totale cultivée	ha	10,1	27,6	4,0
Surface en jachère	ha	4,4	2,5	0,1
Assolement	%	Coton (46%) Maïs (28%) Mil et Sorgho (13%) Légumineuses (11%) Autres (2%)	Coton (46%) Maïs (30%) Mil et Sorgho (16%) Légumineuses (5%) Autres (3%)	Coton (10%) Maïs (31%) Mil et Sorgho (45%) Légumineuses (13%) Autres (1%)
Production de FO	tonne	Fosses à compost (2,9) Fosse fumière (4,9) Tas d'ordures (1,4) Parc (1,6) Parcage directe (0)	Fosses à compost (2,2) Fosse fumière (10,7) Tas d'ordures (0) Parc (11,2) Parcage directe (1,6)	Fosses à compost (0,6) Fosse fumière (1,5) Tas d'ordures (0,4) Parc (2,4) Parcage directe (6,7)
Système d'élevage				
Taille du troupeau	nb UBT	6,5	46	129,6
Bœufs d'élevage	nb de tête	1,5	36	63,4
Bœufs de trait	nb de tête	3	5,5	3,3
Petits ruminants	nb de tête	20,5	29	48,5
Âne	nb de tête	0,5	1	0,6
Porcins	nb de tête	4,0	2,0	0,0
Types d'alimentation	% des fourrages	Paille maïs (16,5%)	Paille maïs (55,8)	Paille maïs (35,3%)
		Paille sorgho (72,9%)	Paille sorgho (30,7)	Paille sorgho (35,5)
		Paille mil (4,5%)	Paille de riz (1,04%)	Paille mil (5,4%)
		Paille de riz (1,7%)	Fanes niébè (1,8%)	Paille de riz (4,5%)
		Fanes niébè (1,5%)	Fanes arachide (3,9%)	Fanes niébè (8%)
	Concentré	Fanes arachide (2,4%)	Paille soja (6,0%)	Fanes arachide (3,4%)
		Fanes mucuna (0,3%)	Foin de brousse (0,5%)	Fanes mucuna (8,1%)
		Tourteau coton (34,2)	Tourteau de coton (40,5%)	Tourteau de coton (30,3%)
		Son de céréales (54,2)	Graine de coton (59,5%)	Son de céréales (66,7%)
		Drèche (6,8%)		Drèche (2,9%)

b. Identification des systèmes de production de la FO hors-normes

Les résultats de l'ACP réalisée sur 20 exploitations et 6 variables décrivant la production et l'utilisation de la FO (FO produite par tas d'ordures, fosse fumière, fosse à compost, parc à bétail ou parage direct, la proportion de la FO utilisée qui est importée) permettent de distinguer les pratiques des exploitations de référence des pratiques des exploitations hors-normes.

Le premier plan factoriel (axe 1 et 2) prend en compte 49,8 % de la variabilité. Les valeurs propres relatives de l'axe 1 et 2 sont respectivement de 27,6 % et 22,2 %. L'axe 3 présente une valeur propre de 18,9 %. Nous retenons pour l'analyse les 3 premiers axes qui permettent de représenter 68,7 % de variabilité des données.

Le premier axe décrit les pratiques de **production et d'utilisation de compost** par les tas d'ordures et des fosses à compost (Figure 8). Les contributions des variables à la constitution de l'axe 1 sont de 34 % pour la production de compost des tas d'ordures et 25,1 % pour la production de compost en fosse à compost. L'axe 1 permet de discriminer les exploitations qui produisent de grandes quantités de compost ramenées à leur surface cultivée de celles qui produisent peu de compost vers la gauche.

Le second axe décrit la pratique de **parage directe des animaux sur les parcelles** qui contribue à 49,2 % à la constitution de l'axe. Enfin l'axe 3 permet de distinguer les exploitations qui **importent une part importante de la FO qu'ils utilisent** (contribue à 47,4 % à la constitution de l'axe 3) et les exploitations qui produisent de grande quantité de la FO utilisée dans des parcs à bétail (contribue à 35,7 % constitution de l'axe 3).

Cette première analyse nous permet de distinguer les systèmes de production de référence qui sont caractérisés par une faible production de FO par hectare et les systèmes de production - hors-normes qui se caractérisent par une production et une utilisation importante de la FO par hectare. Nous distinguons ainsi pour chaque type d'exploitations reconnues dans la zone des exploitations de référence et des exploitations hors-normes. Elles sont représentées sur le second plan factoriel sur la Figure 8.

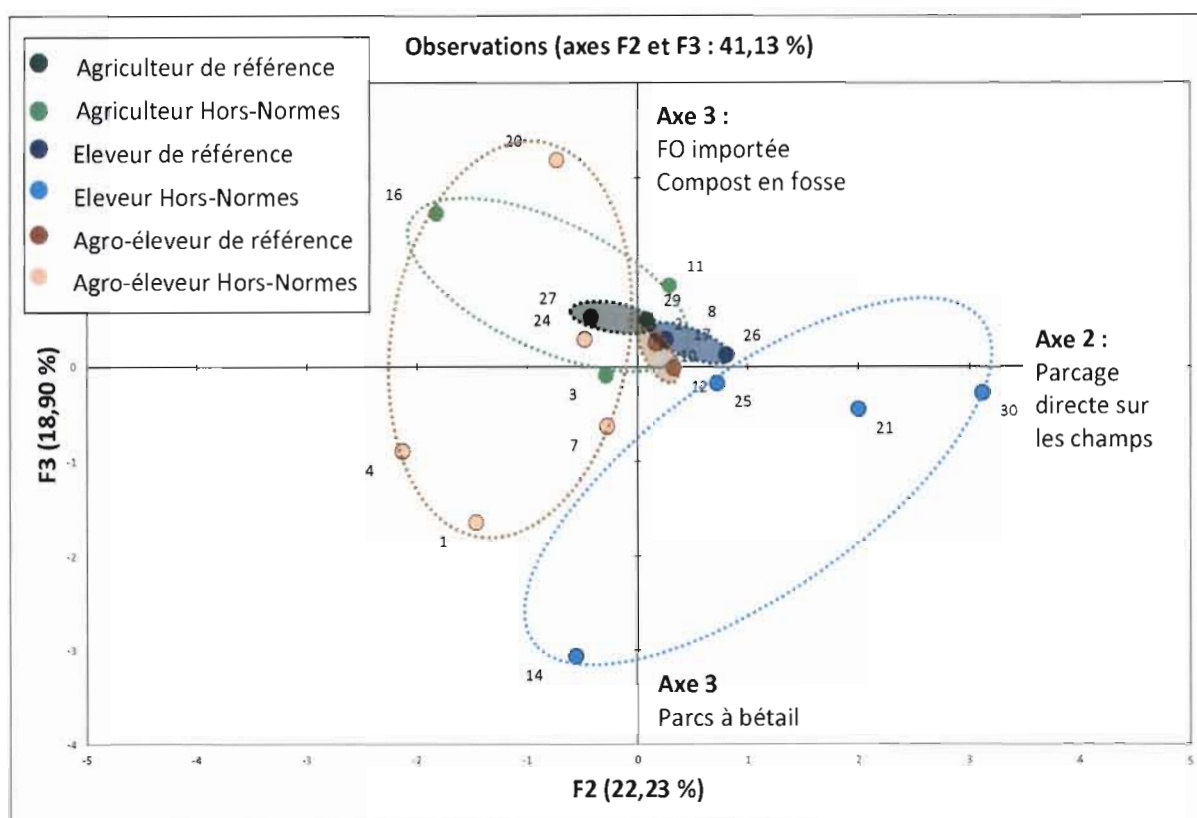


Figure 8. Résultats de la traque des systèmes hors-normes par rapport aux systèmes de référence.

Suite à cette analyse, l'échantillon d'exploitation enquêtées se trouve composé de : 3 agriculteurs, 5 agro-éleveurs et 4 éleveurs hors-normes et 3 agriculteurs, 3 agro-éleveurs et 2 éleveurs décrivant les exploitations de références (Tableau IV).

Tableau IV. Nombre de producteurs par type et par catégorie de système de production

	Agriculteurs	Agro-éleveurs	Eleveurs	Totale
Référence	3	3	2	8
-Hors-normes	3	5	4	12

3.1.2 Description des systèmes de production de FO des exploitations de référence et hors-normes dans la zone d'étude

a. Les exploitations de références

➤ Profil des exploitations

L'analyse des données d'enquête a permis de connaître la structure des exploitations de référence de l'échantillon qui varie d'un type d'exploitation à un autre.

Chez **les agriculteurs**, les données montrent que l'âge moyen des chefs d'exploitations est de 37 ans avec un taux de scolarisation élevé (67%) et aucun chef d'exploitation alphabétisés en

langue locale (dioula, moré etc. ; 0%). Une grande partie de ces producteurs appartiennent à des groupements de producteur de coton (GPC, 67%). Ils possèdent en moyenne 3 champs avec un minima de 1 et un maxima de 5 champs. Ces champs ont une surface totale moyenne de 19,7 ha dont seulement 12,1 ha est mise en culture. Les producteurs ont en charge 12 personnes et sur cet effectif, seul 6 personnes sont actifs sur l'exploitation. Les charrettes conditionnent une bonne production de la FO car elle permet de lever en partie les contraintes de transport des exploitations agricole. Les paysans disposent en moyenne d'une charrette. Les agriculteurs disposent d'un cheptel réduit avec deux à trois paires de bœufs de trait, 1,7 bœuf d'élevage et un cheptel total d'environ 8 UBT.

L'âge moyen des **agro-éleveurs** est de 44 ans. Aucun des agro-éleveurs n'est scolarisé par contre ils sont tous alphabétisés en langue locale et appartiennent à un GPC. Une partie des agro-éleveurs appartient à un autre groupement de producteurs (70 % ; semenciers, producteurs de maïs etc.). Ils disposent en moyenne de 3 champs avec une superficie de 30,7 ha. Ces producteurs mettent en jachère environ 5 ha. Sur ces exploitations travaille une main d'œuvre familiale constituée en moyenne de 18 personnes et ont en charge une trentaine de personnes. Les agro-éleveurs en plus d'une grande superficie cultivable, possède un cheptel important (52 UBT). Ce troupeau est composé de bœuf d'élevage (42,3 têtes), de deux à trois paires de bœufs de trait et de petits ruminants (environ 33) et des ânes (2 têtes).

Les **éleveurs** sont des producteurs qui ont comme activité principale l'élevage. Les éleveurs de référence ont un âge moyen de 46 ans. Aucun éleveur de l'échantillon n'est scolarisé et seul un tiers est alphabétisé en langue locale (fulfuldé). Tous les éleveurs appartiennent à un groupement d'éleveur et seul un tiers appartient à un GPC. Ils disposent d'un champ avec une petite superficie (4 ha) qu'ils cultivent presque en totalité. Dans ces exploitations, il y a environ 3 personnes actives et 13 personnes à nourrir. Ils possèdent un cheptel important (86,7 UBT) composé de bœufs d'élevage (76,3 têtes), de bœufs de trait (4,7 têtes), des petits ruminants (53,7 têtes), un âne et de la volaille (pintades et poules). Ces éleveurs ne possèdent pas de charrette nécessaire au transport des biomasses.

Tableau V. Profil moyen des exploitations de référence

Systèmes	Variables	Unité	Agriculteurs	Agro-éleveurs	Éleveurs
Structure de l'exploitation	Age	an	37	44	46
	Taille famille	nb	12	34	12
	Actifs agricoles	nb	6	18	6
	Scolarisation	%	67	0	0
	Alphabétisation	%	0	100	50
	GPC	%	67	100	50
Système de culture	Nombre de champs	nb	2,7	3,3	1
	Surface totale des champs	ha	19,7	30,7	3,8
	Surfaces totale cultivées	ha	12,1	25,6	3,5
	Matériels transport (charrette)	nb	1,3	1,3	0
Système d'élevage	Cheptel	UBT	8,5	52,0	86,7
	Bœufs élevage	nb	1,7	42,3	76,3
	Bœuf de trait	nb	4,7	5,3	4,70
	Petits ruminants	nb	18,7	33,0	53,7
	Anes	nb	0,7	2,00	0,7
	Porcs	nb	3,0	0	0

➤ **Pratique de production de la fumure organique**

Les producteurs du système de référence sont caractérisés par une faible production de FO (Tableau VI), largement en deçà des recommandations d'application formulées par la recherche développement dans la zone (2 500 kg/ha, Berger et *al.*, 1987).

Tableau VI. Nombre de fosse et quantité de la fumure organique produite par les exploitations de référence

	Variables	Unités	Agriculteurs	Agro-éleveurs	Éleveurs
Nombre de fosse et de parcs	Fosse à compost	Nb	1,0	0	0
	Fosse fumièrè	Nb	0 à 1	3,0	0 à 1
	Tas d'ordure	Nb	0 à 1	0	0 à 1
	Parcs fixes	Nb	1 à 2	1 à 2	1,0
Production de fumure organique	Fosse à compost	kg de MS	1 933	0	0
	Fosse fumièrè	kg de MS	2 000	6 637	908
	Tas d'ordure	kg de MS	1 020	0	165
	Parcs fixes	kg de MS	1 770	550	0
	Parcage tournante	kg de MS	0	2 200	1 890
Fumure organique achetée		kg de MS	0	0	0

La faible production de fumure organique chez les **agriculteurs de référence** est issue de différents systèmes de production. En effet, ils produisent de la FO à partir d'une fosse fumièrè (2,0 t de MS) en valorisant les biomasses disponibles au niveau des concessions (spathe de maïs, ordures ménagères, refus d'affouragement des bœufs de traits et déjections des animaux stabulés à la concession). Ils produisent également du compost dans une fosse à

compost (1,93 t de MS). La production de compost dans les tas d'ordures est plus faible car ils mettent directement les ordures ménagères dans les fosses fumières sans les entasser en tas d'ordures. Ils ne disposent pas d'un troupeau d'élevage et ne pratiquent donc pas le parcage direct.

Les fosses fumières, construites à la concession, sont remplies entre mai et octobre. Les producteurs utilisent les refus d'affouragement, les déjections animales et les ordures ménagères pour remplir les fosses. Quelques producteurs arrosent leur fosse fumière (janvier). Les fosses fumières sont vidées début mai avant que le fumier soit épandu. Les fosses à compost, construites aux bords des champs, sont remplies entre février et avril avec des résidus de culture (pailles des céréales, tige de coton, les spathes de maïs etc.). Quelques producteurs arrosent leur fosse à compost (entre octobre et janvier). Les fosses à compost ne sont pas vidées chaque année. Quand elles le sont, elles sont vidées en avril avant que le compost soit épandu.

Les **agro-éleveurs de références** produisent leur FO à partir de fosses fumières (6,63 t de MS) et de parcs fixes (0,55 t de MS). En plus de ces modes de productions, certains agro-éleveurs réalisent le parcage direct des animaux sur leurs champs, ce qui leur permet de disposer de FO directement dans les champs (2,2 t de MS). On constate qu'aucun des agro-éleveurs de référence ne produit de la FO dans des fosses à compost ni dans des tas d'ordures.

Les fosses fumières sont situées dans les concessions, ce qui permet aux agro-éleveurs de récupérer les ordures ménagères et les cendres. Les quantités de cendres peuvent être particulièrement importantes chez certains agro-éleveurs dont les femmes font du dolo. Ceci peut contribuer à la décomposition de biomasses difficilement décomposables et enrichir en potassium le fumier produit. Les agro-éleveurs de référence utilisent de petites quantités des résidus de cultures (pailles de maïs, de sorgho ou tiges coton), les refus de l'affouragement et la litière issu des parcs. Dans ces exploitations également, les tiges de coton sont peu utilisées. Nous avons rencontré un seul agro-éleveur de référence qui valorise une quantité élevée de tiges de coton dans ses fosses fumières grâce à un arrosage de la fosse. Le remplissage des fosses se fait entre juin et septembre. La vidange se fait en mai, juste avant l'épandage et le labour. Un schéma présentant le calendrier de production de fumier en fosse dans une des exploitations enquêtée est présenté dans la Figure 99.

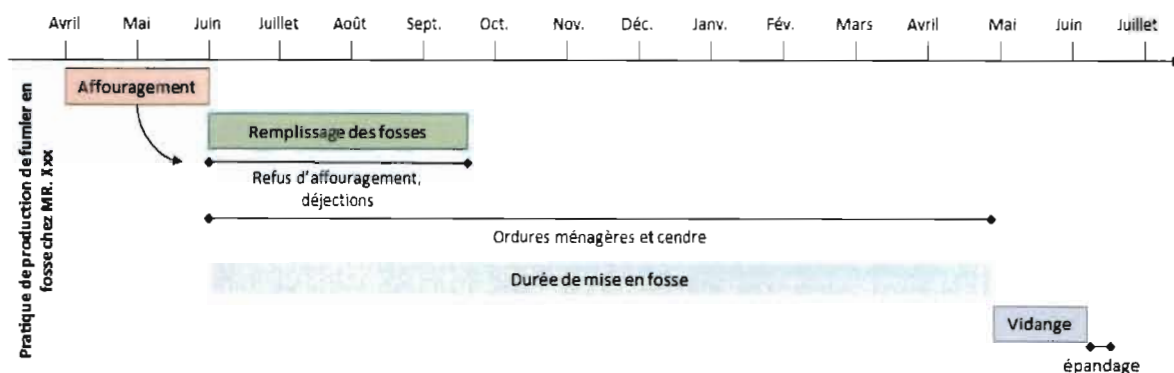


Figure 9. Calendrier de la production de fumier en fosse

Les **éleveurs de références** utilisent le parage direct pour fertiliser leur champ ce qui leur permet de disposer de FO (1,89 t de MS) sans travail de vidange, de transport et d'épandage. Cette pratique traditionnelle chez les éleveurs s'accompagne aujourd'hui d'autres modes de production de FO comme les fosses fumières (0,90 t de MS) et les tas d'ordures (0,16 t de MS).

Les fosses fumières sont de petite dimension et ne dépasse pas une fosse par producteur. Les fosses sont remplies à partir de mai et jusqu'en avril de l'année suivante avec des ordures ménagères, les déjections des animaux parqués à la concession et les refus de l'affouragement à base de pailles de céréales. La vidange se fait en avril et l'épandage en mai, à l'image des pratiques des agro-éleveurs de références (Figure 99).

Rapporté à la taille du troupeau, la quantité de FO déposée par le parage direct sur les champs reste faible (1,89 t de MS pour 68,7 UBT). L'absence de parcs fixes et cette faible quantité de déjections déposée par parage tournant s'explique par le départ en transhumance (février à juin) des troupeaux car les éleveurs n'arrivent pas à stocker une quantité suffisante de fourrage pour alimenter les animaux en saison sèche. Le départ en transhumance est également possible en hivernage, c'est alors une manière pour les éleveurs de limiter les dégâts causés par les animaux sur les champs mis en culture.

➤ *Modalité d'utilisation de la fumure organique*

Les agriculteurs, les agro-éleveurs et les éleveurs de références utilisent les FO produites sur leur exploitation pour fertiliser les principales cultures. Les agriculteurs utilisent la FO produite sur leurs champs de coton et de riz. Les agro-éleveurs l'utilisent sur les champs de coton et de maïs et les éleveurs sur les champs de maïs et de sorgho. On remarque que les

paysans appliquent une dose de FO plus forte sur les champs de maïs, car ils reconnaissent des besoins nutritionnels plus élevée au maïs.

Tableau VII. Dose moyenne de fumure organique utilisée à hectare

	Variables	Unités	Agriculteurs	Agro-éleveurs	Éleveurs
Dose de FO / ha par spéculation	Dose FO coton	kg/ha	100,0	628,8	0
	Dose FO maïs	kg/ha	444,4	1 249,2	2 634,0
	Dose FO sorgho	kg/ha	0	0	393,0
	Dose FO riz	kg/ha	990,0	0,0	0,0

b. Les exploitations hors-normes

L'analyse des enquêtes des 12 exploitations hors-normes a permis de connaître la structure de ces exploitations, et d'identifier différentes pratiques de production et d'utilisation de FO spécifiques. .

➤ Profils des exploitations

La structure des exploitations varie selon le type de producteur -hors-normes comme chez les producteurs de références.

Les agriculteurs -hors-normes sont plus âgés que les agriculteurs de références (50 contre 37 ans). La taille de la famille (10,3 personnes) ainsi que le niveau de scolarisation (33%) des agriculteurs hors-normes sont légèrement inférieur à ceux des agriculteurs de références. Tous les agriculteurs hors-normes sont alphabétisés et appartiennent à un GPC contre respectivement 0% et 67% pour les agriculteurs de référence. Cela illustre la volonté des agriculteurs hors-normes de s'engager dans des démarches d'apprentissage. :

Les agriculteurs -hors-normes possèdent en moyenne 3 champs avec d'une surface totale de 9,2 ha contre 19,6 ha pour les agriculteurs de référence. Sur ces surfaces, 8 ha ont été cultivées durant la campagne 2012-2013 contre 12,1 par les agriculteurs de références. Les agricultures -hors-normes sont mal équipés en matériels de transport (0,6 charrette en moyenne contre 1 chez les agriculteurs de référence). Les agriculteurs hors-normes possèdent une surface cultivée réduite avec une main d'œuvre identique, cela représente un atout pour la production de FO.

Les agriculteurs hors-normes sont propriétaires d'un cheptel de taille réduite légèrement inférieur à celui des agriculteurs de référence (7,1 contre 8,5 UBT). Les effectifs des animaux sont différents avec d'avantage de bœufs d'élevage (2,7 contre 1,7 chez les agriculteurs de

référence), moins de bœufs de trait (une paire contre deux chez les agriculteurs de références) et moins d'ânes (0,3 contre 0,6 têtes).

Les **agro-éleveurs hors-normes** sont légèrement moins âgés que ceux de références (42 contre 44). Les familles sont légèrement plus grandes (36 contre 34 personnes) avec d'avantage d'actifs (26,7 contre 18 actifs). Beaucoup d'agro-éleveurs hors-normes ont été scolarisés (44% contre 0%) mais peu ont bénéficié d'alphabétisation en langue locale (40 % des agro-éleveurs hors-normes contre 100% chez les agro-éleveurs de référence). Les agro-éleveurs hors-normes comme ceux de références appartiennent tous à un GPC.

Les agro-éleveurs hors-normes disposent de surface cultivée comparable aux agro-éleveurs de références avec 3 champs d'une surface totale de 29,4 ha et ils cultivent 24,2 ha. Ces producteurs sont équipés en moyen de transport avec en moyenne une charrette par exploitation.

Les agro-éleveurs ont un troupeau important (46,3 UBT) composé de bœufs de trait (plus de 3 paires) et d'un troupeau d'élevage (36,8 têtes). Comparé aux agro-éleveurs de références, le cheptel est légèrement plus petit. La production davantage de FO chez les agro-éleveurs hors-normes ne s'expliquent donc pas directement par un cheptel plus important, mais par un mode de conduite des animaux différents permettant de collecter une quantité de déjection plus élevée que dans les exploitations de références.

Les **éleveurs hors-normes** ont en moyenne 45 ans, le même âge que les éleveurs de références. La taille de la famille de ces exploitations est de 18 personnes avec 5,8 actifs. 25% de ces éleveurs sont scolarisés contre aucun éleveur de référence. La moitié des éleveurs hors-normes est alphabétisé et appartient à un groupement comme les éleveurs de références.

Les éleveurs hors-normes possèdent 1,8 champ d'une superficie de 4,4 ha entièrement mis en culture, ce qui est comparable à la surface cultivée des éleveurs de références. Ils ont mis en culture une superficie de 4,4 ha. La charrette est un moyen de transport qui intervient beaucoup dans la production et l'utilisation de la FO puisqu'elle permet de transporter les résidus de culture pour l'affouragement et la litière puis la FO produite. Les éleveurs hors-normes ne disposent pas de charrette, comme les éleveurs de références. Ils s'organisent pour produire et utiliser de la FO avec un transport réduit.

Les éleveurs possèdent un troupeau important car l'élevage est leur activité principale. Ils ont 75,4 UBT principalement composé de bœufs d'élevage (69,7 têtes) avec une paire de bœufs

de trait. Ce troupeau est légèrement plus petit que chez les éleveurs de références qui disposent de 86,7 UBT avec 76,3 têtes de bovins d'élevage. Le niveau de production et d'utilisation de FO chez les éleveurs n'est donc pas directement lié au nombre d'animaux du troupeau.

Tableau VIII. Profil moyen des exploitations hors-normes

Systèmes	Variables	Unité	Agriculteurs	Agro-éleveurs	Eleveurs
Structure de l'exploitation	Age	an	50	42	45
	Taille famille	nb	10,3	36,8	18
	Actifs agricoles	nb	6,7	26,6	5,8
	Scolarisation	%	33	44	25
	Alphabétisation	%	100	40	50
	GPC	%	100	100	50
Système de culture	Nombre de champs	nb	3,3	3	1,8
	Surface totale des champs	ha	9,2	29,4	4,4
	Surfaces totale cultivées	ha	8	24,2	4,4
	Matériels transport (charrette)	nb	0,7	1,8	0
Système d'élevage	Cheptel	UBT	7,1	46,3	75,4
	Bœufs élevage	nb	2,7	36,8	69,7
	Bœuf de trait	nb	2,0	6,5	1,3
	Petits ruminants	nb	22,3	22,5	42,7
	Anes	nb	0,3	1,5	0,3
	Porcs	nb	2,3	0	0

➤ Les pratiques de production de la fumure organique

Les résultats de la traque indiquent une diversité de pratiques de production et d'utilisation de la FO chez les producteurs hors-normes leur permettant de disposer d'une grande quantité de FO pour s'approcher des doses recommandées d'épandage de FO (Figure 10).

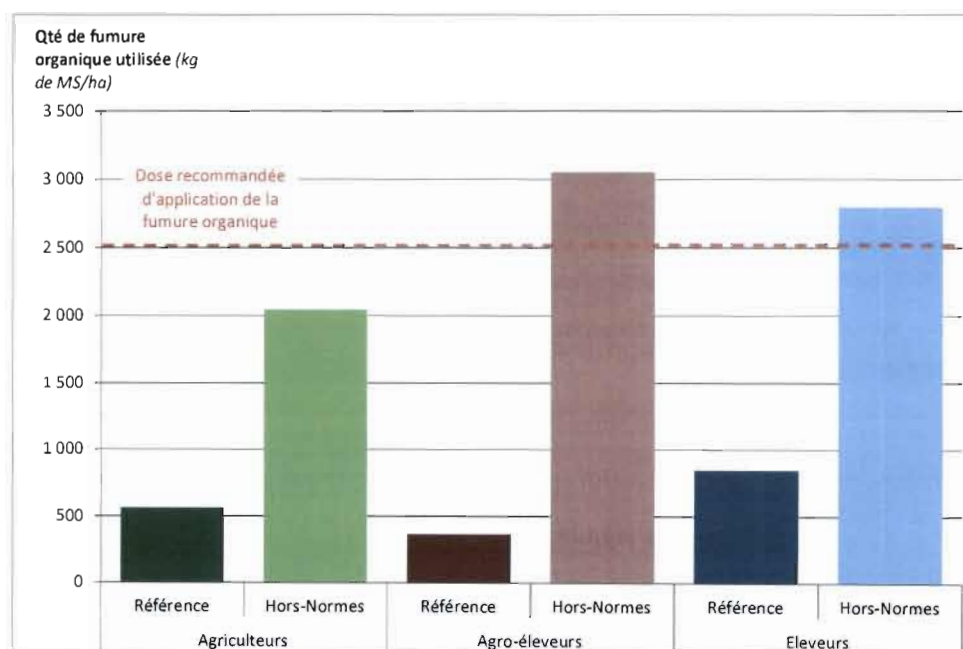


Figure 10. Quantité de fumure organique utilisée par les différents types d'exploitations

Parmi les producteurs hors-normes, nous distinguons les producteurs qui mobilisent et recyclent les biomasses disponibles sur leur exploitation et ceux qui ont recours à des biomasses produites à l'extérieur de l'exploitation (achat ou importation de fumure organique). Cette analyse nous a permis de différencier différents cas d'exploitation hors-normes (Tableau IX).

Tableau IX. Différentes catégories de producteurs hors-normes

	Agriculteurs	Agro-éleveurs	Éleveurs
Cas 1	Valorisation des biomasses de l'exploitation	Collaboration avec les éleveurs : parcage directe	Valorisation des déjections animales
Cas 2	Production et achat de fumure à l'extérieur	Importation de fumure à l'extérieur	Valorisation des biomasses de l'exploitation
Cas 3	-	Valorisation des biomasses de l'exploitation	-

✓ **Agriculteurs**

Nous distinguons deux cas d'agriculteurs hors-normes selon la provenance de la fumure organique produite (Tableau X).

Cas 1 : valorisation des biomasses de l'exploitation

Le premier cas d'agriculteur -hors-norme est représenté par un agriculteur qui produit la totalité de la FO qu'il utilise en valorisant les biomasses (résidus de culture, ordures ménagères, déjections animales, refus d'affouragement et la litière) de son exploitation et en répartissant sa production entre les champs et la concession. Il transforme ses ordures ménagères sur un tas d'ordures (4 t de MS) et produit du fumier en fosse à la concession à partir des refus de fourrages, de vieilles pailles, et les déjections animales des bœufs de trait (5,6 t de MS), des ordures ménagères, la biomasse obtenue après décorticage (spathe, coque de niébé) et de l'herbe (Figure 11). Le remplissage de cette fosse se fait durant le mois d'avril, la vidange début mai de l'année suivante et l'épandage à la fin du mois de mai. Il dispose d'une fosse à compost au champ qu'il remplit de tiges de coton et de pailles de maïs (2,4 t de MS), d'herbes, des ordures ménagères en très faible quantité (produites durant l'hivernage quand sa famille réside au champ). La fosse est remplie entre le mois de mars et mai, il effectue la vidange en avril de l'année suivante et l'épandage au mois de mai.

Ce type d'agriculteur remplit ses fosses, juste après les récoltes (avril) de telle sorte qu'il profite des eaux de pluies pour arroser ses fosses et ainsi accélérer la décomposition.

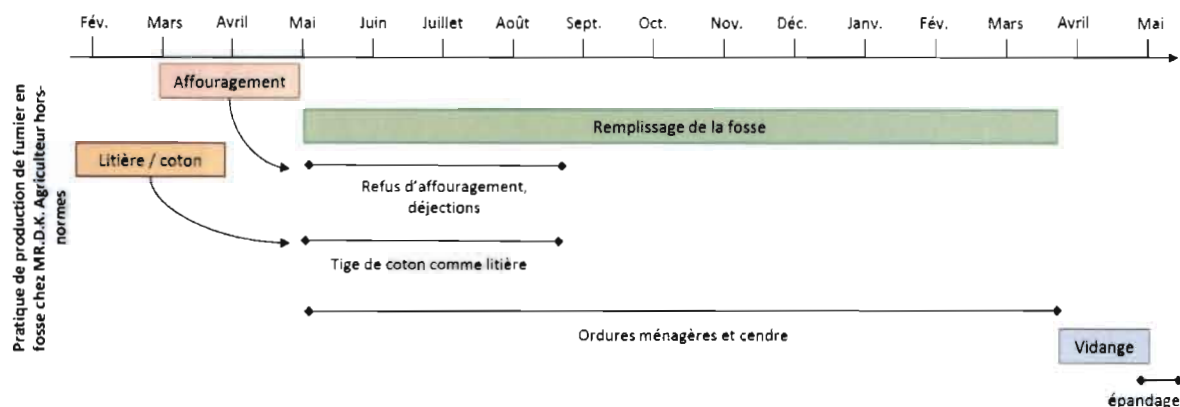


Figure 11. Calendrier de la production de compost en fosse chez Mr. D.K. Agriculteurs hors-normes

Cas2 : production et achat de FO à l'extérieur

Le second cas d'agriculteurs hors-norme correspond à deux agriculteurs qui utilisent de la FO produite sur l'exploitation mais aussi issue de l'extérieur. Ces producteurs achètent de la terre de parc auprès de bergers en transhumance ou collecte du fumier auprès d'agriculteurs contre le transport de la FO (deux charrettes transportées pour le propriétaire du fumier contre une charrette pour le prestataire). Ces agriculteurs importent ainsi 11 à 16 % de la FO utilisée. La FO produite au sein de l'exploitation est issue des fosses fumières, des fosses à compost et des parcs à bétail. Les ordures ménagères sont transformées sur un tas d'ordures (1,2 t de MS) ou mis dans les fosses.

Un des deux paysans transforme les déjections animales et les refus de l'affouragement dans une fosse fumière (18 t MS). Il adopte la technique de la fosse fumière sur le lieu de stabulation des animaux. Il creuse un trou peu profond et long qu'il utilise comme un parc à bétail. À la période des récoltes, il met dans le parc creusé le reste du fourrage abimé par la pluie qu'il utilise comme litière. Lors de l'affouragement, les refus de fourrage sont également garder dans le parc. En octobre de l'année suivante, avant la récolte, il vide le trou, et met la fumure dans la fosse qui contient déjà des ordures ménagères. La mise en fosse dure 5 mois (octobre à février). Il arrose et retourne la FO de sa fosse en décembre et en février. La vidange est faite en mars et l'épandage au mois de mai avant les labours. Puisqu'il ne possède pas beaucoup de bœufs, ce producteur dit utiliser cette technique pour accélérer la décomposition des résidus de récolte malgré le manque de déjections animales. Le calendrier de production du fumier dans le parc puis la fosse fumière est présent dans la Figure 12.

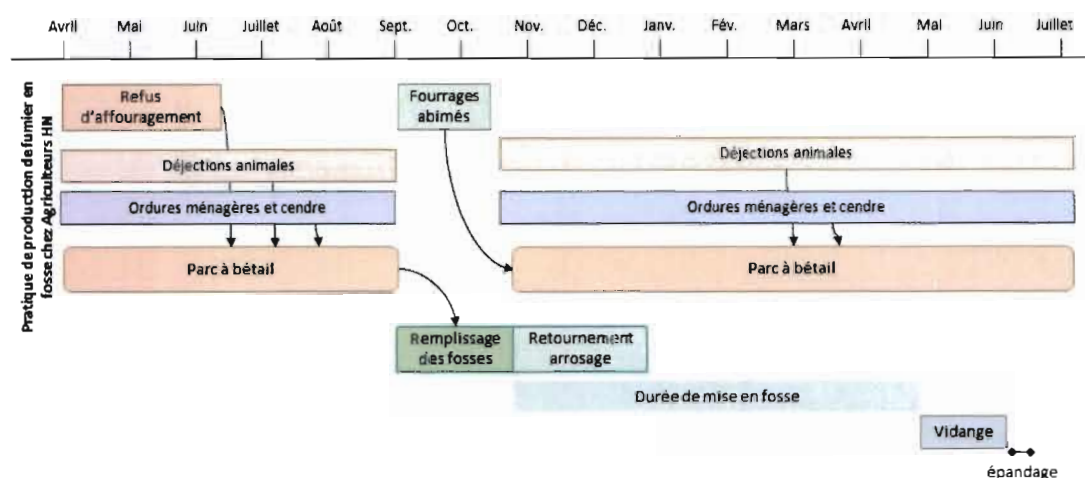


Figure 12. Calendrier de production de fumier chez un agriculteur hors-norme

Le deuxième agriculteur hors-norme possède deux fosses à compost au champ où il valorise une partie de ses résidus de culture (pailles de mil, fanes d'arachide, tiges de sésame). Il utilise également les refus de décorticage du mil et les feuilles d'un tamarinier proche de la fosse. Le remplissage de ses fosses à compost se fait entre février et avril. La vidange d'une de ses fosses est faite en avril ou mai et la deuxième au mois de juin. La fosse fumièrre est remplie entre mai et décembre à partir des tiges de coton, des fanes d'arachides, les refus de l'affouragement et des déjections des animaux. Cette fosse étant située dans la concession, elle est arrosée avec l'eau de la lessive et du lavage de la vaisselle. La fosse est vidée début mai. L'épandage des différentes FO commence à la fin du mois de mai et fini à la fin du mois de juin.

Tableau X. Description des systèmes de production de FO chez les 3 agriculteurs hors-normes

Variables	Unité	Cas 1. Valorisation des biomasses de l'exploitation	Cas 2. Production et achat de fumure à l'extérieur
Nombre d'exploitation	nb	1	2
Surface cultivée	ha	7,75	6,75 – 9,5
Cheptel	UBT	2	3,7 – 4
FO utilisée	t de MS	12	17-20
FO utilisée	t de MS /ha	1,5	2,1-2,5
Production de FO à partir de :			
Fosse fumièrre	t de MS	5,6	0-18
Fosse à compost	t de MS	2,4	0-9
Tas d'ordures	t de MS	4,0	0-1,2
Parc à bétail et hangar	t de MS	0	0-4,2
Parcage direct	t de MS	0	0
Importation de FO	t de MS	0	1,9-2,7

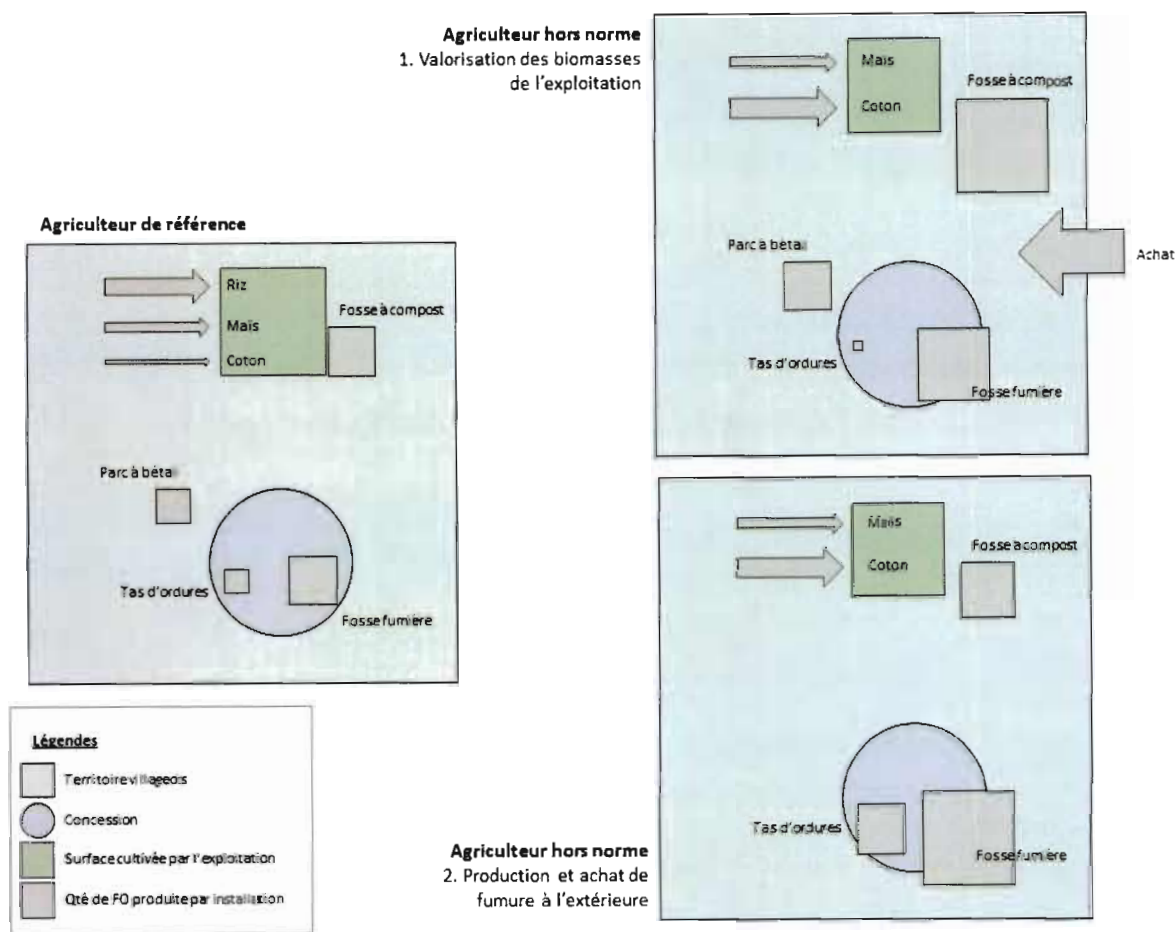


Figure 13. Modalités de production de FO chez les agriculteurs de référence et hors-norme

✓ Agro-éleveurs

Chez les agro-éleveurs, nous distinguons trois cas d'exploitation hors-normes selon les modalités de production de FO, la provenance de la FO et l'origine des biomasses utilisées pour la production (Figure 15).

Cas 1 : parcage tournante et valorisation des biomasses

Le premier cas d'agro-éleveurs hors-norme correspond à deux paysans qui produisent leur FO à partir des biomasses de leurs exploitations et du parcage direct en saison sèche. Ces paysans s'organisent avec des bergers pour parquer de grand troupeau (300 à 500 têtes) durant deux ou trois mois sur leurs champs en saison sèche contre la vaine pâture des pailles de céréales (14 à 65 % de la fumure organique utilisée). Le nombre de bœuf est souvent fonction des ressources alimentaires disponible dans les champs et aux abords. Une certaine quantité des déjections animales ainsi déposées est ramassée, concassée, mouillée et remise en fosse pour faciliter la décomposition des résidus. Tout cela est rendu possible grâce à la bonne collaboration qui

existe entre les bergers peulhs et ces agro-éleveurs mais aussi grâce à la situation géographique des différents champs qui sont souvent proches des retenus d'eau permettant l'abreuvement des animaux.

Ils possèdent chacun une fosse fumière à la concession qu'ils remplissent (juin-octobre et février-avril) avec des ordures ménagères, des déjections animales et les refus de l'affouragement (7 à 18 t de MS). Le remplissage des fosses se fait entre février et avril et entre juin et octobre. Un des paysans possède une fosse à compost où il valorise des résidus de culture dont des tiges de coton (0 ou 13 t de MS), les pailles de maïs et de l'herbe. Le remplissage se fait donc après les récoltes entre octobre et mars. La FO produite bénéficie d'un arrosage en février. Cette fosse est vidée deux fois en mars et en mai. Le deuxième paysan a deux fosses à compost située à côté de la concession. Ces fosses sont remplies en juin ou entre janvier et mai à partir des ordures ménagères, des résidus de cultures (fanés d'arachide et épis de maïs). Il met du Burkina Phosphate dans sa 2^e fosse et l'arrose toutes les deux semaines. En outre, les producteurs disposent de parcs à bétail où ils valorisent les déjections animales de leurs animaux (17 à 32 t de MS). Les vidanges des différentes FO se font aux mois de mai et juin suivie de l'épandage entre la fin du mois de mai et début juin.

Cas 2 : Achat de FO et valorisation des biomasses

Le 2^e cas d'agro-éleveurs hors-norme correspond à un paysan qui en plus de la FO qu'il produit importe de la FO de l'extérieur (Figure 14). Il produit sa FO dans une fosse fumière (14,7 t de MS) et dans deux fosses à compost au champ (16,8 t de MS) à partir de déjections animales en faible quantité, d'ordures ménagères et de refus d'affouragement. Les fosses à compost sont remplies en mars puis arrosées et retournées trois fois. La fosse fumière est remplie au mois de mars avec des graines de coton (déchet de la SOFITEX) mélangées à part égale avec des déjections animales. L'arrosage se fait au mois de mars et la vidange au mois de mai. Il ne pratique pas le parcage direct en saison sèche et vide son parc à bétail dans une de ses fosses fumières. Il obtient du fumier auprès d'éleveurs qui souhaitent en vendre et d'agriculteurs qui sont confrontés à des problèmes de transport (82 % de la FO épandue). La FO importée sur l'exploitation doit être triée pour enlever les sachets avant d'être utilisée dans les champs. L'épandage se fait en juin au moment du labour. Le producteur explique que l'achat de FO permet de disposer de fumure à faible coût par rapport au coût de production. En effet, il trouve que la production demande beaucoup de main d'œuvre, beaucoup d'énergie (effort physique) et un temps de travail important.

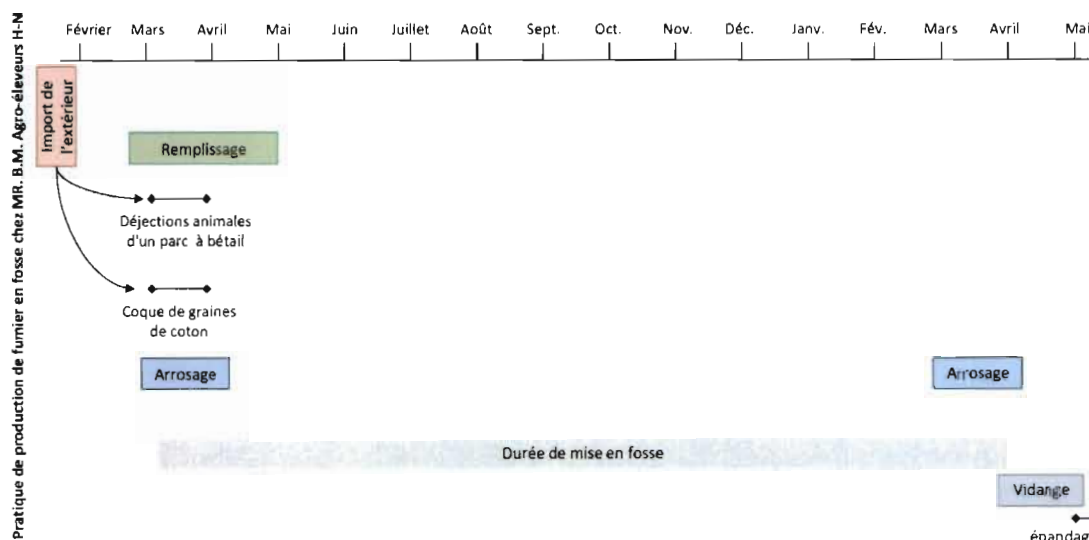


Figure 14. Calendrier de la production de fumier en fosse chez Mr. B.M. Agro-éleveurs hors-normes

Cas 3 : valorisation des biomasses

Le 3^e cas regroupe les agro-éleveurs hors-normes qui essaient de valoriser au maximum les résidus de cultures et d'autres biomasses produits sur l'exploitation. En outre, ils développent des stratégies leur permettant d'accélérer la décomposition des éléments, surtout de certains résidus de cultures tels que les tiges de coton, plus long à se dégrader. Pour cela, ils laissent les tiges de coton sous la pluie avant de les apporter en litière sous les animaux (cas d'un producteur) à l'image de ce que font les paysans dans la zone de Koutiala au Mali-Sud (Blanchard, 2010). Ils pratiquent le parage direct de leurs animaux sur les parcelles mais avec un effectif faible. Ils disposent de fosses fumières, de fosses à compost et de parcs à bétail qu'ils déplacent au cours de l'année entre les champs et la concession. La répartition de la production entre la concession et les champs et la production à différentes saisons leur permet de répartir le temps de travail sur l'année.

Les éléments utilisés pour le remplissage des fosses fumières sont les déjections des petits ruminants, les déjections des bovins, la litière, de petites quantités de résidus de culture et des ordures ménagères. Le remplissage se fait entre juin et septembre. Le remplissage des fosses à compost commence en novembre (après les récoltes des champs) et prend fin en février avec des arrosages (en février et en mai). Les éléments utilisés sont les résidus de cultures (pailles de céréales, fanes d'arachide). La vidange des fosses à lieu début mai suivit de l'épandage à la fin du mois de mai.

Tableau XI. Description des systèmes de production de FO chez les agro-éleveurs hors-normes

Variables	unités	Cas1. Collaboration avec les éleveurs : parcage directe	Cas 2. Importation de fumure à l'extérieur	Cas 3. Valorisation des biomasses de l'exploitation
Nombre d'exploitation	nb	2	1	2
Surface cultivée	ha	6,75-45	40,5	14- 14,5
Cheptel	UBT	32-51	38	29 -38
FO utilisée	t de MS	44-75	178	33 – 40
FO utilisée	t de MS/ha	1,6-6,4	4,4	2,2 - 2,8
Production de FO à partir de :				
Fosse fumièr	t de MS	7-18	14,7	8 -18
Fosse à compost	t de MS	0-1,3	16,8	0
Tas d'ordures	t de MS	0	0	0
Parc à bétail et hangar	t de MS	17 - 32	0	9 – 32
Parcage direct	t de MS	0	0	0 - 6
Importation de FO	t de MS	19 - 25	147	0

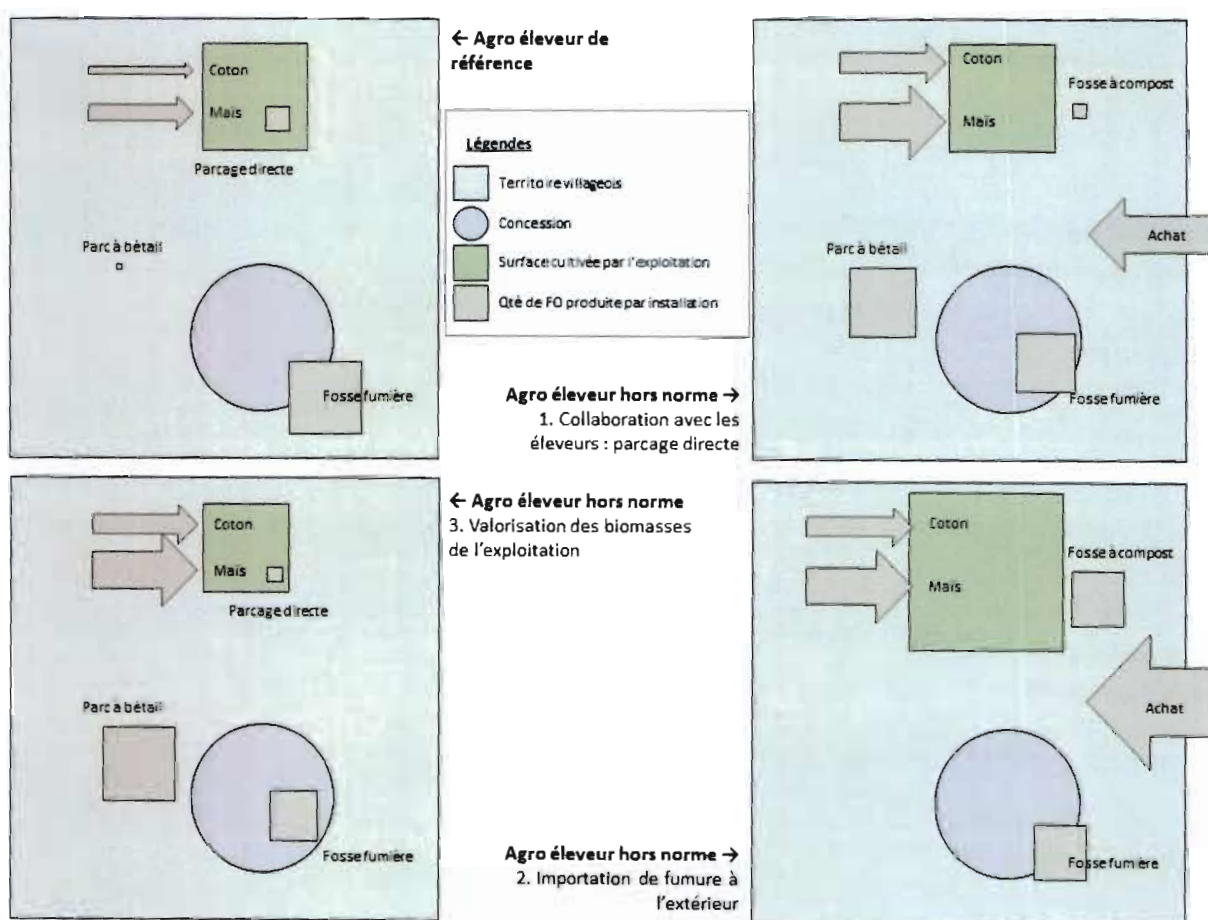


Figure 15. Modalités de production de FO chez les agro-éleveurs de références et hors-normes

✓ Éleveurs

Les éleveurs hors-normes maintiennent leurs animaux toute l'année au village, leur permettant de bénéficier des déjections animales. Nous distinguons en fonction du mode de

production de la FO, deux cas d'éleveurs hors-normes, ceux qui produisent la FO à partir des déjections animales de leurs animaux et ceux qui diversifient la production en utilisant des tas d'ordures, des fosses fumières et des fosses à compost (Figure 16).

Cas 1 : Valorisation des déjections animales

Les éleveurs du premier cas sont au nombre de deux. Ils disposent de grande quantité FO à partir de déjections animales par le parage direct de leurs animaux sur leur champ (estimée à 4,5 et 16,6 t de MS) et une petite quantité à partir de fosses fumières (2,4 à 3,3 t de MS) dans laquelle ils recyclent leurs ordures ménagères, des cendres, des refus d'affouragement, de la litière et un peu de déjections animales (grands et petits ruminants). La durée de parage direct des animaux sur les parcelles en saison sèche est d'environ 5 mois. La technique du déplacement des parcs varie entre les producteurs. Chez certains les animaux ne sont déplacés que quand il commence à pleuvoir. Les autres cherchent à mieux gérer la répartition de la FO sur le champ. Pour cela, ils divisent la parcelle en quatre et parquent leurs animaux sur chaque sous parcelle, les faisant changer de sous parcelle régulièrement. La fosse fumière est remplie entre août et mai de l'année suivante, la vidange et l'épandage se font en juin.

Cas 2 : Valorisation des biomasses de l'exploitation

L'éleveur hors-norme représentant le cas 2 diversifie sa production de FO en valorisant les biomasses de son exploitation. Ce sont des éleveurs qui produisent en plus du fumier issu des parcs à bétail et du parage direct dans les champs, du compost à partir des tas d'ordures et de fosses (compost et fumière). En effet, il produit de la FO sur un tas d'ordures (1,2 t de MS), dans des fosses à compost (3,3 t de MS) et dans une fosse fumière (1,3 t de MS) à partir de déjections de petits ruminants. Le parage direct de ses animaux en saison sèche ne dure que 2 mois, mais lui permet de disposer de déjections animales en quantité (5,0 t de MS). Les animaux sont déplacés tous les 15 jours sur la parcelle afin de répartir les déjections. La première fosse à compost est remplie en saison sèche avec des pailles de mil et de maïs, quelques fanes, les ordures ménagères et de vieilles graines de coton. Il l'arrose en mars et en avril. La deuxième fosse est remplie en début de saison sèche uniquement avec des résidus de culture (pailles de mil et de maïs). La vidange de ses fosses se fait début mai avant l'épandage à la fin du mois de mai. L'éleveur est mal équipé pour le transport, donc il vend l'équivalent de la FO accumulée dans son parc à bétail (13,6 t de MS) contre le transport du reste de la FO produite.

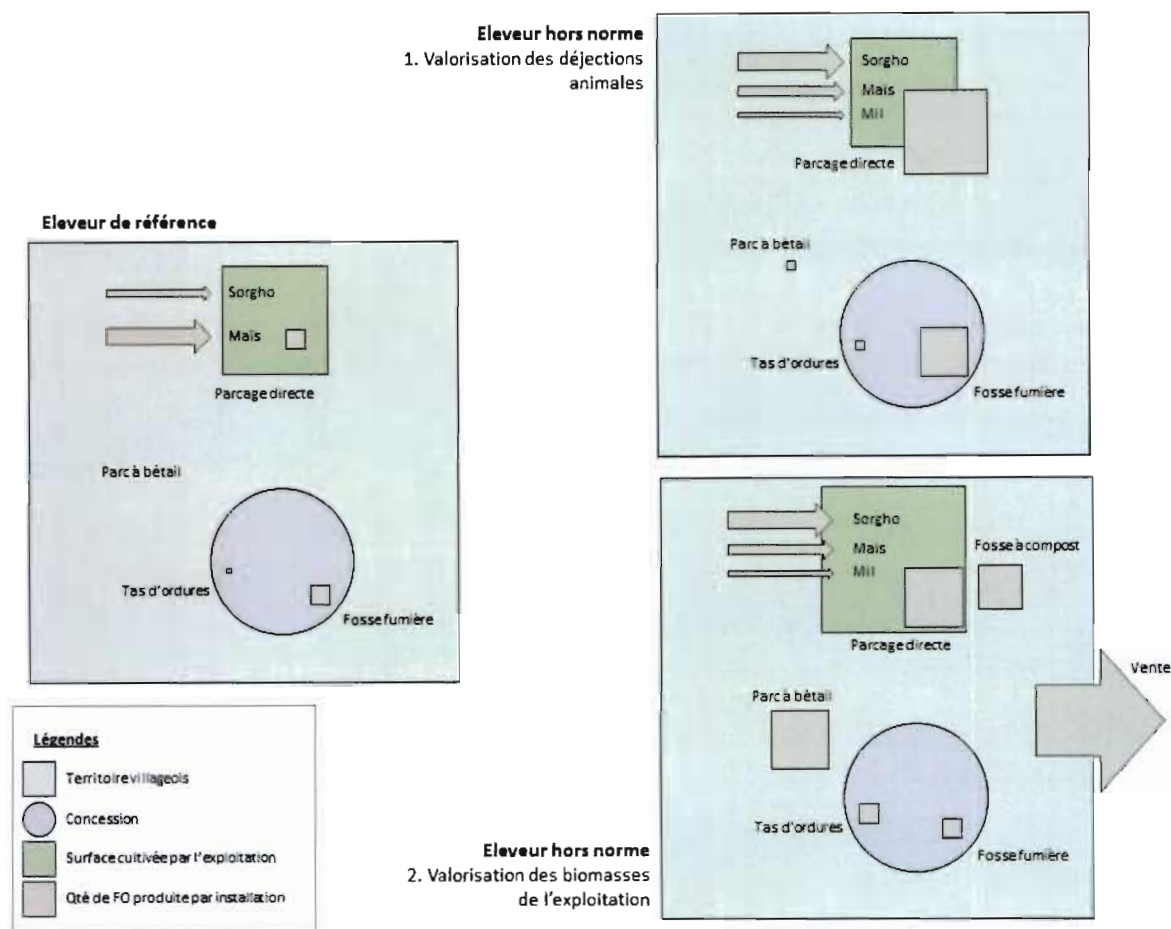


Figure 16. Modalités de production de FO chez les éleveurs de références et hors-normes

Tableau XII. Description des systèmes de production de FO chez les éleveurs hors-norme

Variables	Unités	Cas 1. Valorisation des déjections animales	Cas 2. Valorisation des biomasses de l'exploitation
Nombre d'exploitation	nb	3	1
Surface cultivée	ha	3- 3,5	8
Cheptel	UBT	25 – 120	127
FO utilisée	t de MS	7,8 – 18,1	10,8
FO utilisée (t/ha)	t de MS/ha	2,2 – 5,1	1,3
Production de FO à partir de :			
Fosse fumière	t de MS	2,4-3,3	1,3
Fosse à compost	t de MS	0	3,3
Tas d'ordures	t de MS	0 - 0,9	1,2
Parc à bétail et hangar	t de MS	0 – 0,6	13,6
Parcage direct	t de MS	4,5 – 16,6	5,0
Importation de FO	t de MS	0	- 13,6

➤ **Modalité d'utilisation de la fumure organique**

La plus part des producteurs épandent la FO au moment des labours. Mais la FO vidée des fosses est préalablement déposée en tas dans les champs. Des actifs de l'exploitation épandent

la FO sur la surface fumée souhaitée juste avant qu'un autre groupe ne laboure. Les producteurs utilisent cette technique pour éviter que l'eau de pluie n'emporte la FO.

✓ **Agriculteurs**

Les spéculations généralement cultivées sur les parcelles ayant bénéficié de la FO sont le coton (2,9 t de MS/ha) et le maïs (1,0 t de MS/ha). Les doses appliquées sont fortes comparées aux agriculteurs de référence qui appliquent leur FO sur trois cultures à des doses très faible (0,1 t de MS/ha sur le coton, 0,4 t de MS/ha sur le maïs et 0,9 t de MS/ha sur le riz).

Les agriculteurs hors-normes qui valorisent les biomasses de l'exploitation (cas 1) utilisent la FO sur les parties de leurs champs où ils observent un déficit de fertilité et avant d'emblaver en coton à une dose moyenne (3,0 t de MS/ha). Les agriculteurs hors-normes qui produisent et achètent de la FO à l'extérieur de l'exploitation (cas 2) appliquent la FO selon un plan pluriannuel pour couvrir l'ensemble de la surface cultivée. La parcelle emblavée en coton est largement amendée (4 à 7,2 t de MS/ha). Un producteur amende également sa parcelle de maïs (3,0 t de MS/ha).

✓ **Agro-éleveurs**

La FO produite au niveau de l'exploitation et celle importée sont épandues presque à la même période au moment du labour.

Les FO produites ou importées sur l'exploitation hors-norme servent à améliorer la fertilité des parties les plus pauvres des champs quelques soit le cas des agro-éleveurs hors-normes. Ils détectent généralement « *cette pauvreté des sols* » à partir de la production et du port des cultures de l'année précédente. Les parcelles fumées reçoivent de fortes doses de FO, proche des recommandations de la recherche développement. La FO est préférentiellement appliquée sur les champs de maïs (7,1 t de MS/ha) et les champs de coton (2,4t de MS/ha). Les agro-éleveurs expliquent que la culture de maïs nécessite une forte dose de FO. On note également que la parcelle de niébé a bénéficiée de FO. Les doses mises sur les parcelles sont plus importante que chez les agro-éleveurs de références qui disposent de moins de FO (0,6 t de MS/ha sur le coton et de 1,2 t de MS/ha sur le maïs).

✓ **Éleveurs**

Les éleveurs hors-normes utilisent d'une manière générale la FO pour amender leurs parcelles de maïs (1,50 t de MS/ha), de sorgho (2,3 t de MS/ha) et de mil (1,1 t de MS/ha). Tandis que

les éleveurs de références utilisent leurs FO pour fumer en premier lieu le maïs (2,2 t de MS/ha), ensuite le sorgho (1,4 t de MS/ha) et enfin le mil (0,2 t de MS/ha).

Chez les éleveurs du cas 1 qui valorisent les déjections animales de l'exploitation, une partie de la FO est utilisée sur une parcelle de coton.

Tableau XIII. Doses de fumures organiques appliquées par les exploitations hors-normes

Doses de FO	Unités	Agriculteurs		Agro-éleveurs		Éleveurs	
		Référence	Hors-normes	Référence	Hors-normes	Référence	Hors-normes
sur le coton	kg/ha	100	2 893	629	2 365	0	400
sur le maïs	kg/ha	444	1 000	1 249	7 050	2 256	1 508
Sur le riz	kg/ha	990	0	0	0	0	0
sur le sorgho	kg/ha	0	0	0	0	1 443	2 298
sur le mil	kg/ha	0	0	0	0	256	1 120
sur le niébé	kg/ha	0	0	0	694	0	400

3.1.3 Les raisons des pratiques de production de la fumure organique hors-normes par rapport aux références

Les raisons ayant poussées les paysans de références et hors-normes à adopter certaines pratiques de production et d'utilisation de FO sont multiples. L'analyse de ces raisons nous aide à comprendre la logique des pratiques de chaque producteur mais aussi de chaque catégorie de producteurs (référence et hors-norme).

Pour comprendre les raisons des pratiques de production et d'utilisation de FO nous avons abordé avec les paysans enquêtés cinq thèmes : (1) leurs objectifs attendus vis-à-vis de la production et l'utilisation de FO et leurs attentes par rapport à l'utilisation des engrais minéraux ; (2) une description des conditions de développement de ces pratiques et des appuis reçus pour leur mise en œuvre (formation, appui matériel, participation à des projets) ; (3) les conséquences observées de l'utilisation de la FO sur leurs parcelles et sur la production agricole ; (4) une explication des difficultés rencontrées actuellement, ou par le passé concernant la production et l'utilisation de la FO et enfin, (5) une description des projets d'amélioration de la production de la FO qui sont envisagés pour palier à ces difficultés. Ces éléments de compréhension des pratiques des producteurs de références et hors-normes sont présentés ci-dessous.

a. Objectifs de la production et de l'utilisation de la fumure organique et d'utilisation des engrais minéraux.

Les paysans visent plusieurs objectifs par la production et l'utilisation de FO et l'utilisation des engrais chimiques selon l'orientation de l'exploitation vers l'agriculture ou l'élevage (agriculteurs, agro-éleveurs, et éleveurs) et selon que les paysans adoptent des pratiques de références ou des pratiques hors-normes. Quel que soit le type d'exploitation et de leur catégorie hors-normes ou référence, les paysans font référence aux mêmes objectifs pour la production et l'utilisation de FO mais à des niveaux différents (Figure 17). Les principaux objectifs de la production et l'utilisation de la FO sont d'améliorer la fertilité des sols agricoles, de réaliser des économies sur les engrais minéraux achetés, d'augmenter la production agricole ou de viser une utilisation complémentaire aux engrais minéraux.

Les exploitations hors-normes produisent et utilisent de grande quantité de FO principalement pour améliorer la fertilité de leur sol et augmenter la production agricole. Par contre, les exploitations de références recherchent plus une économie sur l'achat des engrais minéraux, à l'exception des éleveurs de références qui recherchent une augmentation de la production agricole. Les éleveurs de références produisent et utilisent de la FO pour améliorer la fertilité de leur sol, mais principalement pour augmenter la production agricole.

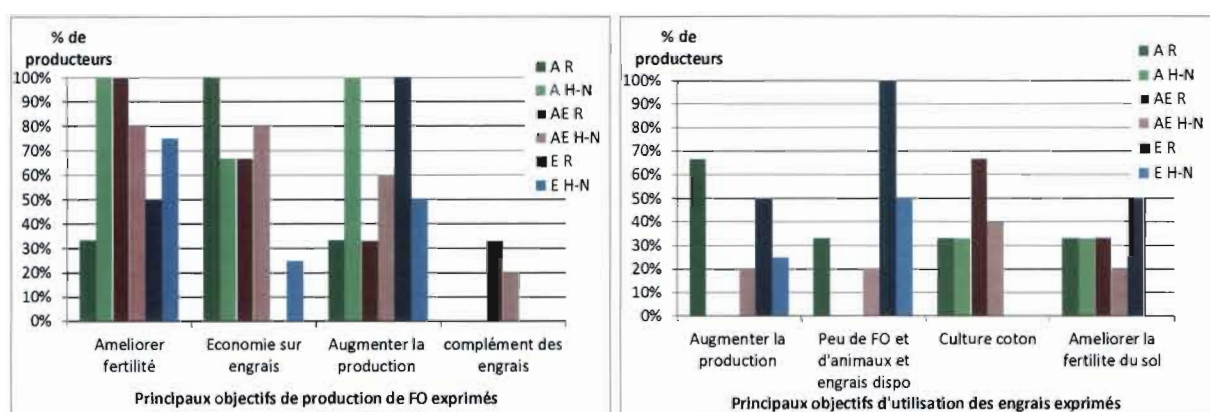


Figure 17. Principaux objectifs de production de la FO et d'utilisation des engrais exprimés par les producteurs

Les exploitations agropastorales utilisent des engrais minéraux selon différents objectifs (Figure 13) : augmentation de la production agricole, faire face à une insuffisance de FO ou à la difficulté d'accéder aux engrais minéraux, mise en place de culture du coton exigeante en éléments minéraux ou amélioration de la fertilité des sols.

Les agriculteurs et agro-éleveurs hors-normes et de références utilisent les engrais minéraux à cause de la culture du coton qui demande un bon niveau de fertilisation. Ces exploitations expliquent également que les engrais minéraux sont facile d'accès ce qui favorise leur utilisation (ils sont engagés dans la culture du coton et perçoivent donc des engrais à crédit). Les agriculteurs de référence, en plus de ces deux objectifs, utilisent les engrais minéraux car ils disposent de peu de FO et souhaitent augmenter leurs productions agricoles. Les éleveurs hors-normes et de référence utilisent des engrais minéraux pour augmenter la production agricole et faire face à une insuffisance de FO. Ces éleveurs disposent de grands troupeaux, mais ne peuvent collecter toutes les déjections animales produites car les animaux ne sont pas maintenus toute l'année au village.

b. Appuis reçus pour la production de la fumure organique

La plus part des producteurs ont bénéficié de l'appui de projets de recherche et/ou de développement pour améliorer la production de FO. Les appuis ont pris la forme de formations sur la production et l'utilisation de la FO ou de don d'outils et de matériaux pour la construction de fosse (pioche, ciment), le ramassage des éléments à mettre en fosse (pelle, râteau), le retournement (fourche) et la vidange des fosses (brouette).

A travers la Figure 18, on remarque que tous les agriculteurs hors-normes, tous les agro-éleveurs de références et la majorité des agro-éleveurs hors-normes ont bénéficié des formations sur la production et l'utilisation de la fumure organique. Les agriculteurs de références n'ont reçu aucune formation. Les éleveurs de références et hors-normes étaient moins ciblés par ces formations, seule la moitié d'entre eux ont pu y participer. En effet, les éleveurs disposent de beaucoup de FO à travers les déjections de leurs animaux et ne sont donc pas les exploitations prioritairement ciblées par ce type de projets.

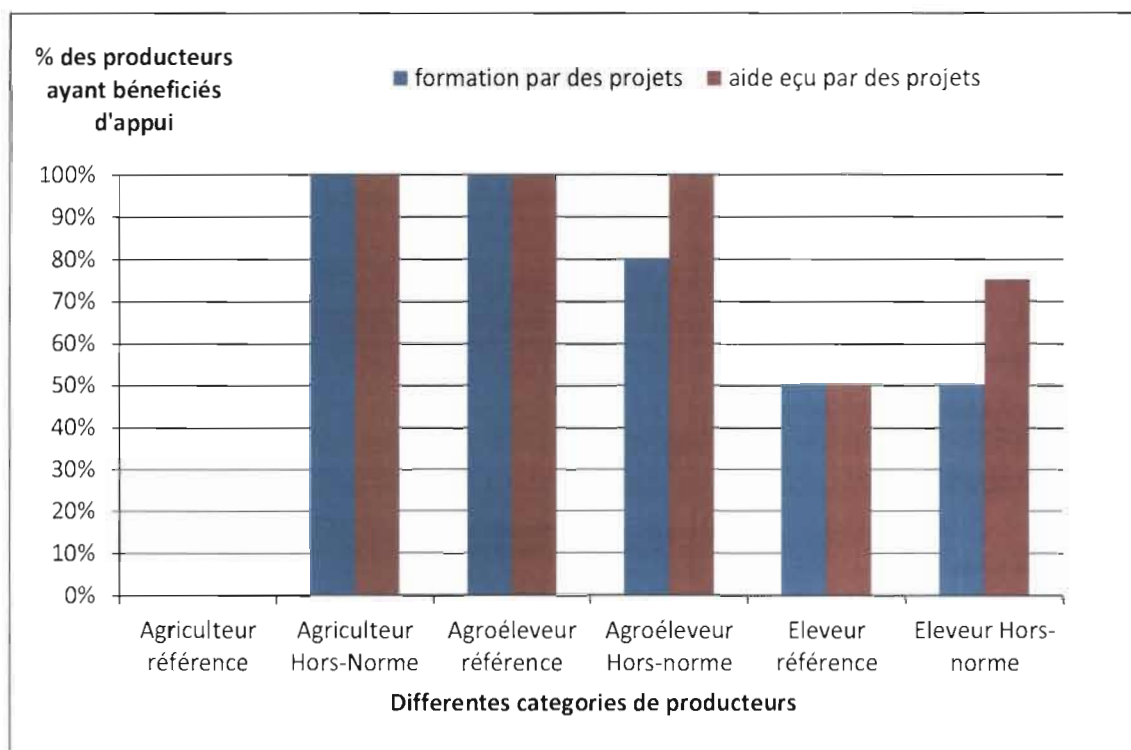


Figure 18. Part des producteurs ayant reçu de l'aide pour la production de FO

Tous les agriculteurs hors-normes, tous les agro-éleveurs de références et hors-normes ont bénéficié de l'appui de projet. Les agro-éleveurs sont davantage ciblés par les projets d'appui à la production de FO et s'engagent plus facilement dans ces démarches car ils disposent de main d'œuvre pour faire les travaux, de moyens à investir pour la construction des infrastructures (Tableau XIV). Ils ont ainsi été appuyés par une diversité de projet. Les agriculteurs de références ne sont pas ciblés par les projets d'appui à la production de FO. Les éleveurs hors-normes, qui produisent et utilisent de grande quantité de FO, semblent avoir été davantage appuyés par des projets que les éleveurs de références.

Tableau XIV. Participation à des formations et appui de projet pour la production de fumure organique

Type de producteurs	Référence	Hors-normes
Agriculteurs	Pas de formation Pas d'appui de projet	PNGT, Fertipartenaires Pelle, fourche, pioche, ciment
Agro-éleveurs	Formation et projet : PNGT, Fertipartenaires, Projet BKF Apport de ciment, pelle, pioche, râteau	INERA, Sofitex, PNGT, Fertipartenaires, CREPA, Union départementale Ciment, pioche, brouette, ciment, biodigesteurs, râteau
Éleveurs	Fertipartenaires, Pioche, pelle, ciment	PNGT, Fertipartenaires Pelle, pioche, brouette, ciment

c. Conséquences de fumure organique sur la production agricole

Selon les paysans, l'utilisation de la FO a des conséquences positives sur le fonctionnement des exploitations (Figure 19) : augmentation des rendements, réduction des crédits ou amélioration de la fertilité des sols. Tous les producteurs enquêtés disent que l'utilisation de FO permet une amélioration de la production agricole, à l'exception de quelques agro-éleveurs hors-normes. Pour ces exploitations, l'utilisation de FO engendre surtout une amélioration de la fertilité des sols. Pour les agriculteurs de références, l'utilisation de FO permet une diminution du crédit d'achat d'engrais minéraux. Ces exploitations qui ont un capital plus faible, cherchent à diminuer le crédit pour améliorer leur marge annuelle.

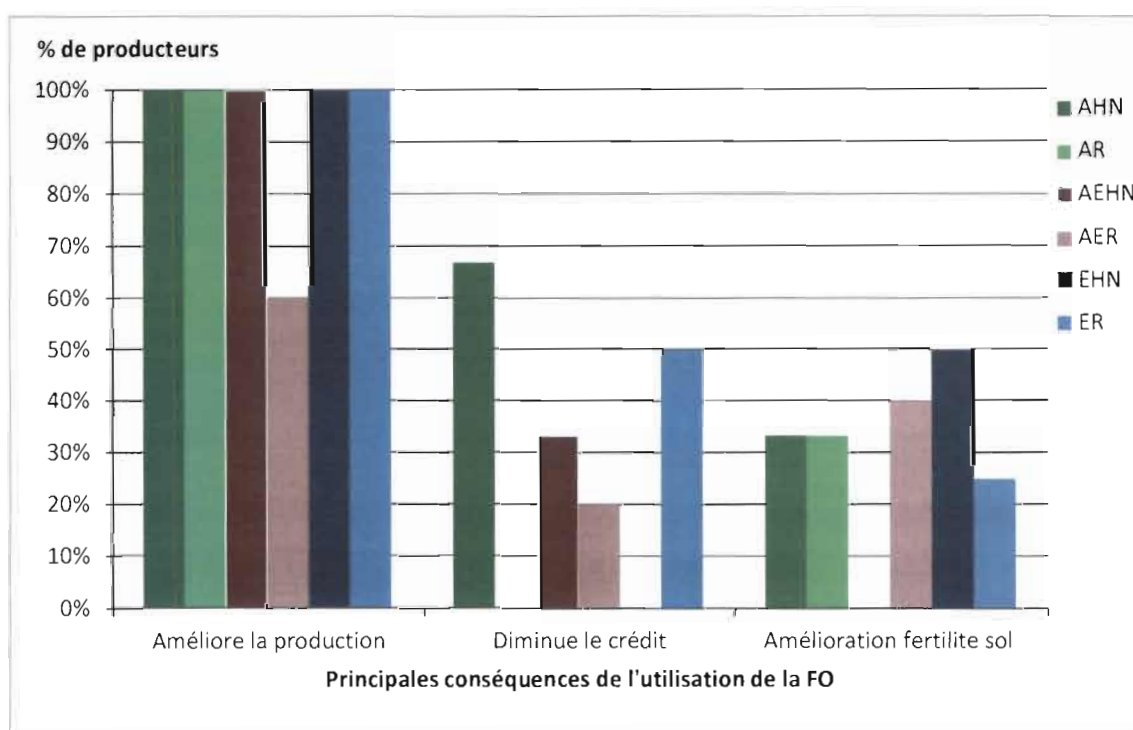


Figure 19. Conséquences de l'utilisation de la FO exprimées par les paysans

d. Difficultés rencontrées dans la production et utilisation de la fumure organique

Les producteurs rencontrent des difficultés lors de la production et l'utilisation de FO pour le transport des matières à transformer (résidus de culture, déjections animales) puis de la FO produite, le manque de main d'œuvre pour réaliser les travaux de ramassage des éléments à transformer, de remplissage, de retournement des fosses puis de vidange de la FO, des difficultés d'accès aux matières premières pour la production de FO (résidus de culture, déjections animales, etc.), un manque de matériel de construction pour les installations de production de FO (fosse fumière, à compost, parc à bétail, etc.) et des problèmes d'accès à

l'eau pour l'arrosage. Le type de difficulté varie en fonction du type d'exploitation (Figure 20).

Le problème de transport des biomasses à transformées ressort chez les agriculteurs hors-normes et chez les éleveurs de références et hors-normes. Les agriculteurs hors-normes, produisent et utilisent des grandes quantités de FO alors qu'ils ne disposent pas de beaucoup de charrette et attelage pour le transport. Ils ressentent donc la difficulté du transport. Les agriculteurs de références mobilisent moins de FO, leur attelage réalise le transport avec moins de difficulté. Les éleveurs de références et hors-normes sont mal équipés en charrette (1 éleveur sur 6 dispose d'une charrette). Certains éleveurs hors-normes développent des pratiques de production et d'utilisation de FO qui leur permettent de réduire cette difficulté (échange FO contre transport ou parage sur les champs).

Les agro-éleveurs de références et hors-normes et les agriculteurs de références manquent de main d'œuvre pour réaliser les travaux de production de FO. Les agriculteurs disposent peu de main d'œuvre alors que les agro-éleveurs disposent de plus de main d'œuvre mais en inadéquation avec les quantités de matière à mobiliser. Les problèmes de non maîtrise des conditions de décomposition des produits (manque d'accès à l'eau, à l'activateur « compost + » etc.) se rencontre chez tous les types d'exploitation.

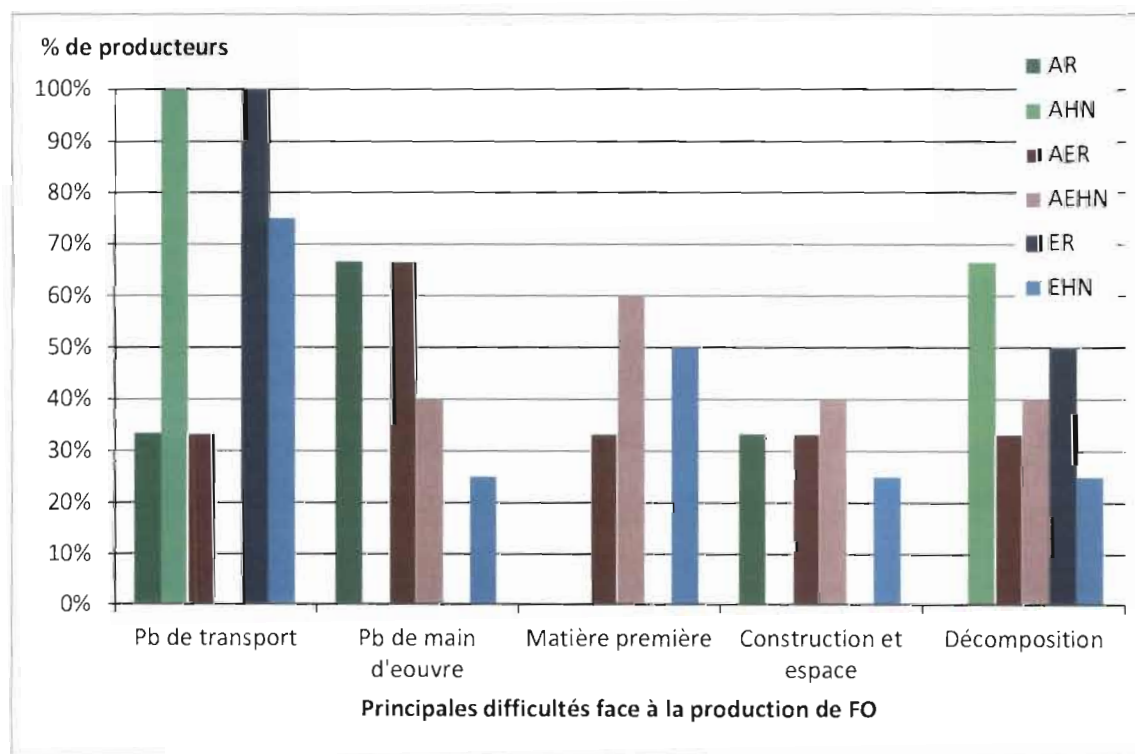


Figure 20. Principales difficultés exprimées par les paysans concernant la production de la FO

e. Projets d'amélioration de la production de fumure organique

Face aux contraintes rencontrées, les producteurs imaginent des projets d'amélioration de la production de FO dans leur exploitation. Le type de projet décrit est relatif au type d'exploitation et selon qu'il s'agisse d'exploitations de références ou hors-normes. Le projet évoqué le plus souvent par les exploitations est de s'organiser pour disposer de plus de déjections animales pour la production de FO. Différentes stratégies sont évoquées avec le maintien des animaux dans des étables, une amélioration de leur alimentation, l'achat d'animaux ou encore un meilleur accès à l'eau.

Le second type de projet évoqué tourne autour du renforcement de l'équipement des exploitations. Ce projet n'est pas évoqué par les agro-éleveurs de références qui se pensent déjà suffisamment équipés. Pour les autres exploitations, il s'agit d'acheter une charrette, d'utiliser de la main d'œuvre extérieure pour le travail, vidanger les fosses fumière et compostière plus tôt (avant les pluies qui alourdissent la FO à transporter) ou acheter des outils.

Les agriculteurs de références souhaitent augmenter leur nombre de fosse et adopter de nouvelles techniques de production de FO afin d'augmenter les quantités produites (réduire la taille des tiges de coton mise à composter et produire de la fumure en tas).

Les agro-éleveurs hors-normes envisagent de construire de nouvelles fosses pour augmenter leur capacité de production et de mettre en place des biodigesteurs afin de disposer de biogaz mais aussi de lisier (des installations sont en cours chez deux des agro-éleveurs hors-normes). Les agro-éleveurs de références comptent utiliser des activateurs de compostage pour accélérer la décomposition des produits.

3.1.4 Évaluation de la durabilité des systèmes

La durabilité des pratiques mises en œuvre dans les différentes exploitations enquêtées a été évaluée à travers une diversité d'indicateurs permettant d'aborder les performances attachées aux 4 piliers de la durabilité : les performances techniques, économiques, environnementales et sociotechniques. Cette évaluation doit permettre d'identifier les exploitations qui mettent en œuvre des pratiques ayant des bons indicateurs de durabilité, sources d'innovations pour le développement d'une agriculture durable.

a. Performance techniques chez les producteurs de références et hors-normes

Les performances techniques ont été évaluées à partir du taux de couverture des besoins en FO et de la productivité des cultures ayant bénéficié de la FO.

D'une manière générale, les exploitations hors-normes présentent une meilleure performance technique que les exploitations de références. Le taux de couverture des besoins en FO est supérieur dans les exploitations hors-normes quel que soit le type d'exploitation. Ceci était attendu puisque le critère du niveau de production de FO avait été retenu pour l'identification des exploitations hors-normes. La production de FO permet d'assurer entre 65 et 70% des besoins de cultures chez les producteurs hors-normes contre 16% pour les agro-éleveurs de références, 30% chez les agriculteurs de références et 45% chez les éleveurs de références.

Les agriculteurs et les agro-éleveurs hors-normes en plus de la FO produite au sein de l'exploitation importent de la FO (achat, prestations de services, parcage). Ces importations contribuent également à la couverture des besoins en FO (59 % des besoins chez les agro-éleveurs hors-normes et 8,1 % des besoins chez les agriculteurs hors-normes). Les techniques développées par les agro-éleveurs hors-normes représentent une forte dépendance vis-à-vis de l'extérieur. La durabilité de cette pratique pose question. Dans le futur, les exploitations agricoles qui auront acquis des moyens de transport et de la main d'œuvre souhaiteront disposer de leur propre FO sans vouloir la céder à une autre exploitation. Les échanges de FO risquent d'être plus rares ou plus coûteux.

Les performances techniques sont présentées sur des graphiques radars pour chaque type d'exploitations agropastorales hors normes et de références dans la Figure 21. Dans ces graphiques, les meilleures performances sont créditées de la valeur 1. Les performances moins bonnes sont proportionnellement comprises entre 0 et 1.

Les agriculteurs et agro-éleveurs de références présentent des bons rendements en coton, meilleurs que les producteurs hors normes. Le coton est rarement cultivé par les éleveurs hors-normes, ce n'est pas un objectif de production principal. Par contre, chez tous les producteurs de hors-normes les rendements en maïs sont meilleurs que chez les producteurs de références, exceptés chez les agro-éleveurs hors-normes de type 1. Les pratiques de production et d'utilisation de grande quantité de FO permettent à ces producteurs d'avoir des rendements en maïs supérieur à la moyenne des producteurs de références de la zone. Cette différence est très marquée chez les agriculteurs avec des rendements de 1 460 kg.ha⁻¹ chez les agriculteurs de références contre 1 800 et 2 200 kg.ha⁻¹ chez les agriculteurs hors-normes.

Chez les agro-éleveurs de références, les rendements en maïs plus élevés ($2\,500\text{ kg.ha}^{-1}$) sont dépassés chez les agro-éleveurs de hors-normes (3400 kg.ha^{-1}). Les éleveurs de références présentent des rendements maïs comparables à ceux des agriculteurs hors-normes ($1\,700\text{ kg.ha}^{-1}$), mais qui peuvent être plus élevés chez les éleveurs hors-normes particulièrement dans le cas des exploitations produisant de la FO à partir des biomasses de l'exploitation (jusqu'à $2\,400\text{ kg.ha}^{-1}$). La pratique de produire de la FO dans des parcs à bétail et des fosses fumières permet à ces producteurs de disposer de FO à épandre là où ils le souhaitent, à la différence du parage direct des animaux sur la parcelle qui entraîne une application de la FO sur une partie étendue du champ, sans contrôle.

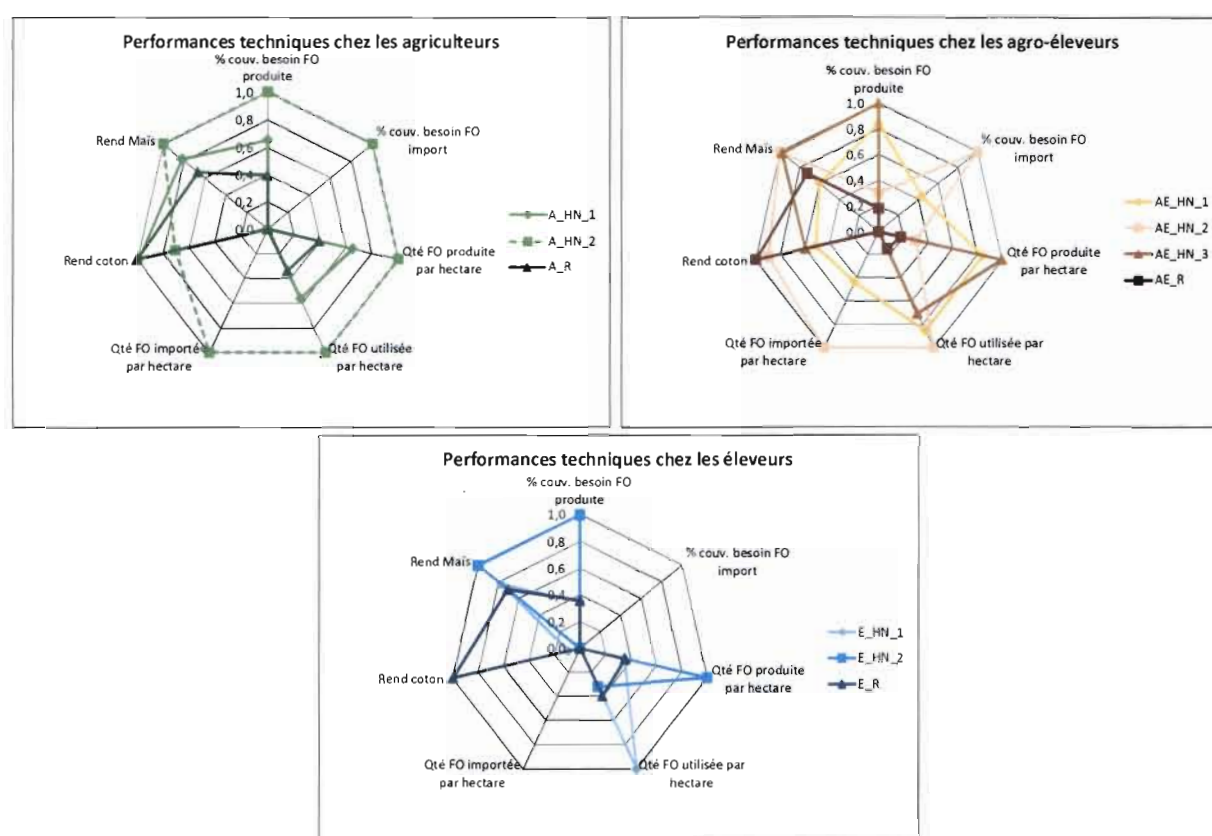


Figure 21. Performance techniques dans les exploitations

b. Performances économiques chez les producteurs de références et hors-normes

Les performances économiques ont été évaluées au niveau de chaque types d'exploitations à travers six indicateurs : la valeur ajoutée brute (VAB) à l'échelle de l'exploitation et des systèmes de production (agriculture et élevage), et rapportée à la taille du troupeau, la taille de la surface cultivée et le nombre d'actif. La Figure 22 présente les graphiques radars pour les indicateurs des performances économiques chez les 3 types d'exploitations (agriculteurs,

agro-éleveurs et éleveurs) pour les exploitations de références et pour les types d'exploitations hors-normes.

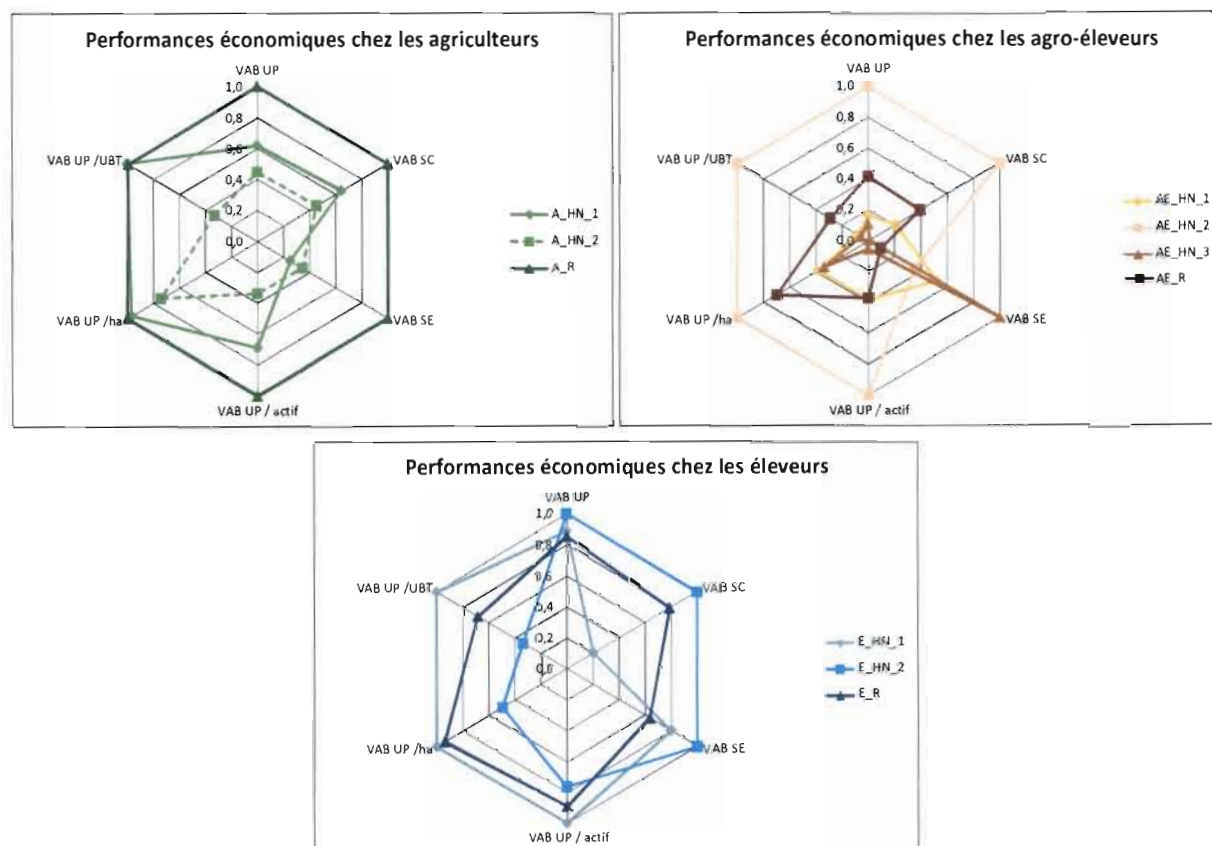


Figure 22. Performances économiques des exploitations

Les meilleures VAB des exploitations se retrouvent chez les agro-éleveurs (de 1,2 à plus de 11 millions de Fcfa), chez les éleveurs (800 milles à plus de 1 millions de Fcfa) alors que chez les agriculteurs la VAB varie de 550 milles à 1,2 millions de Fcfa. Cette VAB est obtenue sur le système de culture principalement chez les agriculteurs et les agro-éleveurs alors qu'elle provient du système d'élevage chez les éleveurs.

A travers la Figure 22, on observe que la VAB est plus élevée chez les agriculteurs de références que chez les hors-normes, cette tendance reste la même lorsqu'on s'intéresse à la VAB du système de culture ou du système d'élevage et quand on la rapporte au nombre d'actifs, à la surface cultivée ou au nombre d'UBT. Même si, la VAB obtenue par surface cultivée ou par UBT est sensiblement identique entre les agriculteurs de références et les agriculteurs hors-normes 1. Les pratiques de production et d'utilisation de la FO chez les agriculteurs hors normes 2 impliquent des achats de FO de l'extérieur, ce qui augmente les coûts de production, qui ne sont pas compensés par une augmentation suffisante des revenus pour améliorer la valeur ajoutée brute. À l'inverse, chez les agro-éleveurs, ce sont les

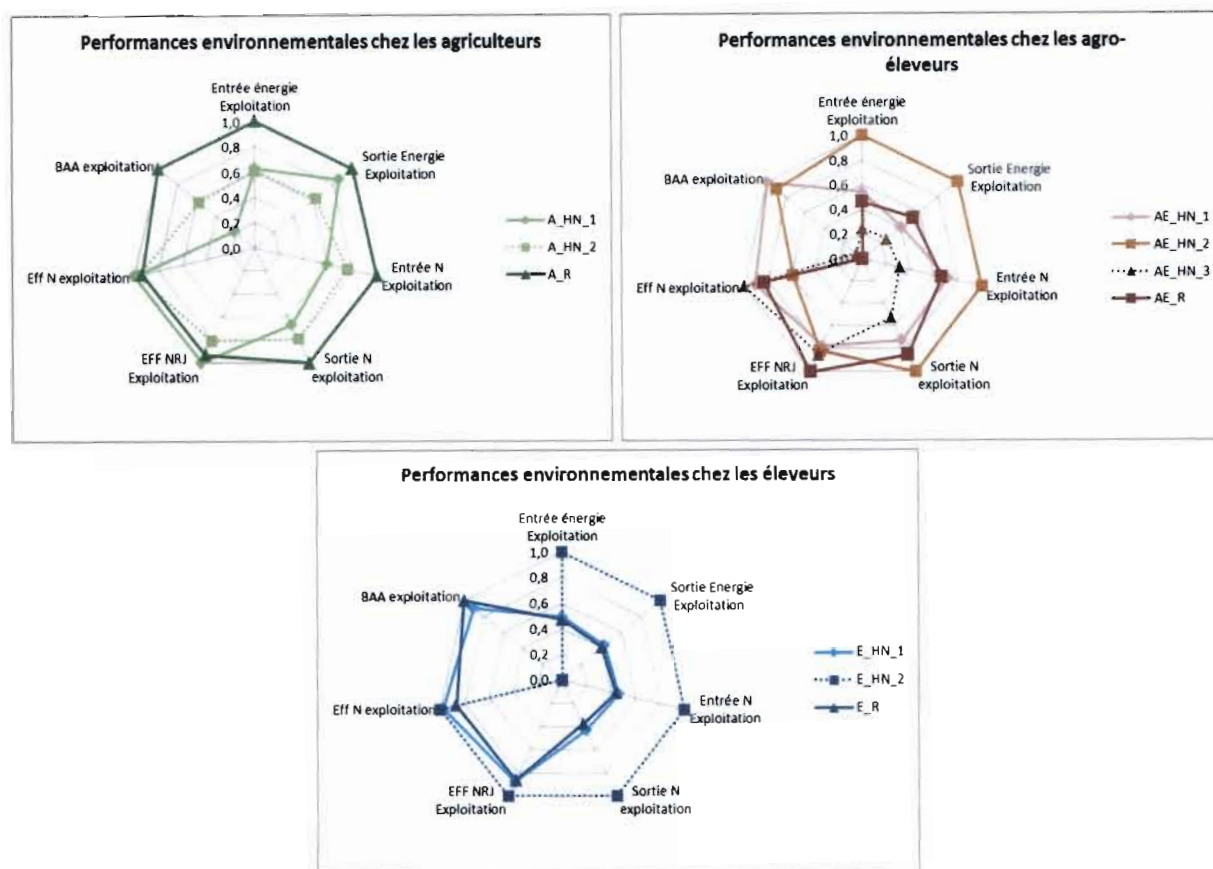
exploitations hors-normes qui présentent les meilleures VAB à l'échelle de l'exploitation et pour les différents systèmes de production. Les agro-éleveurs hors-normes 3 (qui valorisent les biomasses de leur exploitation) présentent une bonne VAB du système d'élevage et les agro-éleveurs 2 (qui importent de la FO de l'extérieur) présentent une bonne VAB de l'exploitation et du système de culture. Chez les éleveurs, la VAB des exploitations de références est légèrement inférieur à celle des éleveurs hors-normes 2 (qui produisent de la FO à partir des biomasses de l'exploitation et vendent de la FO).

c. Performances environnementales chez les producteurs de références et hors-normes

Les performances environnementales des exploitations agropastorales étudiées ont été appréhendées à travers les consommations, les productions et l'efficacité énergétique et les inputs, les outputs, l'efficacité et le bilan apparent azoté (Figure 23). L'efficacité énergétique des agriculteurs de références est intermédiaire, comprise entre l'efficacité énergétique des agriculteurs hors-normes des deux types mais très proche du type 1. En effet, les agriculteurs de références présentent des entrées d'énergie importantes (engrais, herbicides, ...) alors que les agriculteurs hors-normes présentent des entrées plus limitées, même dans le cas des agriculteurs qui importent de la FO. Par ailleurs, les sorties d'énergie sont moyennes à faibles chez les agriculteurs hors-normes et fortes chez les agriculteurs de références (illustrant une production agricole meilleure). L'efficacité énergétique est donc intermédiaire chez les agriculteurs de références, bonne chez les agriculteurs hors-normes 1 qui recyclent les biomasses de l'exploitation pour produire de la FO et soutenir leur production agricole et faible chez les agriculteurs hors-normes 2 qui importe de la FO de l'extérieur.

Chez les agro-éleveurs, les exploitations qui importent de la fumure organique (cas 2) présentent des entrées et sorties d'énergie nettement plus importantes que les autres types agro-éleveurs hors-normes et de références. Ces agro-éleveurs de références présentent cependant des sorties d'énergie plus élevées et des entrées d'énergie égales à celles des agro-éleveurs qui collaborent avec des éleveurs pour un parage direct des troupeaux sur les champs (cas 1) et supérieur à celle des agro-éleveurs qui valorisent des biomasses de l'exploitation (cas 3). Les agro-éleveurs de références ont une efficacité énergétique meilleure que les agro-éleveurs hors-normes.

Figure 23. Performances environnementales des exploitations



Les éleveurs de références et hors-normes 1 (qui utilisent les déjections animales de l'exploitation) présentent les mêmes niveaux d'entrée et de sortie d'énergie. Les éleveurs hors-normes 2, qui diversifient la production de la FO avec une utilisation de biomasse de l'exploitation et vend de la FO à l'extérieur présentent des entrées d'énergie très fortes (correspondant aux fourrages consommés par les animaux qui restent toute l'année sur les pâturages du village). Les sorties de ces exploitations sont également importantes avec la vente de FO en plus des productions agricoles et d'élevage. Les 3 types d'exploitations d'éleveurs présentent une efficacité énergétique finalement comparable.

d. Performances sociotechniques chez les producteurs de références et hors-normes

Les performances sociotechniques sont appréhendées à travers des indicateurs décrivant l'énergie liée au travail fourni par les exploitations. Cette énergie est établie à partir des difficultés physiques des travaux et selon le temps des travaux réalisés pour le système agricole, le système d'élevage et la production et l'utilisation de la FO. Les énergies liées au travail ont été évaluées pour la main d'œuvre familiale, la main d'œuvre salariée et la traction animale. La Figure 24 présente pour chaque type d'exploitation cet ensemble d'indicateur

La production de FO n'engendre pas à l'échelle des travaux réalisés sur l'exploitation une augmentation de la charge en travail. Le travail consacré à la production de FO reste limité par rapport aux travaux investis sur les exploitations sauf chez les éleveurs hors-normes 2 qui doivent collecter et transporter une partie de leur biomasse pour produire de la FO alors que les éleveurs de références ne réalisent pas du tout ces travaux.

Chez les agriculteurs hors-normes, l'investissement en énergie lié au travail est fait dans le système d'élevage. En effet, ces agriculteurs pour produire de la FO collectent des biomasses pour l'affouragement de leurs animaux et indirectement produire du fumier. Chez les agro-éleveurs, nous pouvons noter que les stratégies des agro-éleveurs 2 qui importent de la FO de l'extérieur leur imposent d'investir du travail familial (ramassage, transport de la FO). Alors que les agro-éleveurs 1 qui produisent à partir des biomasses de l'exploitation et achètent la FO, investissent du travail dans la production de la FO (ramassage des résidus, remplissage des fosses, retournement et vidange). Chez les éleveurs la production de FO n'impliquent pas de surplus en travail chez les éleveurs hors-normes 2 qui maximisent sur la valorisation des biomasses de l'exploitation.

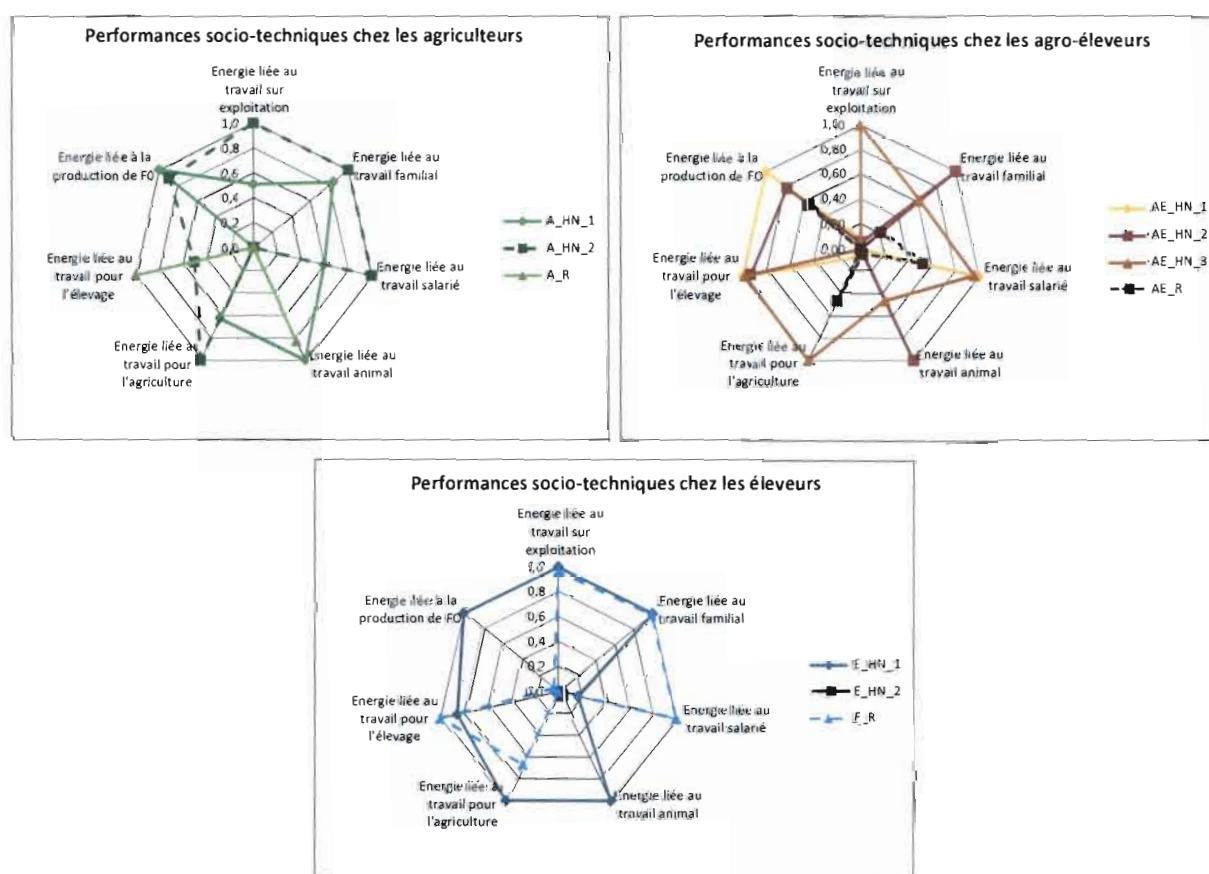


Figure 24. Performances sociotechniques des exploitations

3.2 Discussion

3.2.1 Méthode de la traque des systèmes de production hors-normes

La traque des systèmes de production hors-normes s'appuie sur une identification de systèmes de production hors-normes, une caractérisation des systèmes de production identifiés, et une évaluation de la productivité et de la durabilité de ces systèmes, tel que défini par Salembier (2012) dans son étude des systèmes de culture innovants à base de soja en Argentine.

Afin d'identifier les systèmes de production hors-normes, il a été nécessaire de définir des pistes de systèmes de production hors-normes. Il s'agissait d'exploitations agropastorales que l'on considérait comme étant potentiellement hors-normes. Ces pistes ont été définies à partir d'une base de données existante sur la structure et les pratiques agricoles et d'élevage d'exploitations agropastorales de la région. Nous avons défini des critères décrivant des systèmes hors-normes que l'on recherchait (niveau de production de FO très importante, au-delà de la norme). Cette présélection a été enrichie sur le terrain par les connaissances des acteurs. Les paysans leaders, les agents techniques et les paysans mettant en œuvre des systèmes de production hors-normes ont par la suite identifié également des individus de leur territoire qu'ils reconnaissaient comme mettant en œuvre des systèmes de production au-delà de la norme.

Cette recherche active, organisée et pas-à-pas a été très efficace dans la mesure où elle nous a permis d'identifier des systèmes de production de FO hors-normes, qui adoptent des pratiques peu courantes donc pas facilement identifiables à partir d'un échantillonnage classique. Cette méthode nous a permis de débusquer des systèmes de production autrement passés inaperçus.

Les entretiens en plusieurs fois auprès des producteurs ont permis d'appréhender les pratiques mises en œuvre et décrites par les producteurs sur le terrain, dans les exploitations et dans les champs; de constater les faits, permettant de valider (voir de corriger) les réponses des producteurs sur leurs pratiques de production de FO. Ces allers-retours ont également permis de gagner la confiance des producteurs et de faciliter le dialogue autour des raisons des pratiques.

Enfin, l'utilisation d'une base de données préexistante nous a cependant causé quelques difficultés en début d'entretien. Les paysans identifiés à partir de cette base avaient bénéficié de formations et d'aide pour la production de FO par le Projet Fertipartenaires, un projet qui est intervenu dans la province du Tuy sur la production de la FO. En début de l'entretien les

paysans croyaient que l'étude visait à évaluer le projet. Ils donnaient donc des informations fausses par craintes de n'être pas bénéficiaire de l'appui d'un projet à venir. Il a fallu expliquer et réexpliquer le cadre de notre étude et avec les différents entretiens gagner la confiance des enquêtés.

3.2.2 Pratiques de production et d'utilisation de la FO chez les producteurs hors-normes

L'hypothèse initiale selon laquelle il existe, dans la zone d'étude, des exploitations hors-normes qui ont développé des systèmes de production innovants leur permettant de disposer de FO en quantité nettement supérieure à la moyenne a été vérifiée. En effet, les paysans enquêtés mettent en œuvre une diversité de pratiques de production de FO comme celles décrites dans la zone cotonnière du Sud-Mali (Kanté, 2001; Blanchard *et al.*, 2013) où la production de grande quantité de FO est répandue.

Dans notre étude, le parcage direct en saison sèche se maintient alors qu'il a disparu dans les zones où il n'y a pas assez de disponible fourrager pour maintenir les animaux au village. Les éleveurs hors-normes maintiennent en effet leurs animaux au village en saison sèche et en hivernage grâce à des stocks de fourrages et de concentrés pour améliorer l'alimentation des animaux en saison sèche chaude.

De plus, les paysans hors-normes amendent les champs de coton, de maïs ou de sorgho selon leurs objectifs de production (culture de rente avec le coton, culture alimentaire et de rente avec le maïs). Les doses de FO suivent les recommandations voire les dépassent largement (plus de 7 t.ha⁻¹ dans certains cas), comme cela a été décrit chez les producteurs du Mali-Sud (Kanté, 2001; Blanchard *et al.*, 2013).

Cependant, les systèmes de production de FO hors-normes étudiés à travers les exemples d'agriculteurs, d'éleveurs ou d'agro-éleveurs ne correspondent pas au concept d'exploitations hors-normes tel qu'il a été imaginé dans les études précédentes (Salembier, 2012). Ces études conçoivent des systèmes de production hors-normes en opposition à un système dominant. Effectivement, les paysans enquêtés dans notre étude ne semblent pas se mettre totalement en porte-à-faux vis-à-vis d'un système de référence mais au contraire, semblent plutôt avoir saisi des opportunités pour mettre en œuvre une diversité de pratiques de production de FO promues et ainsi répondre à leurs propres objectifs (amélioration de la fertilité des sols, augmentation de la production, réduction des charges en engrais etc.). Comme étudié au Sud-Mali (Blanchard *et al.*, 2013), la diversité de pratiques de production de FO et leur répartition

dans l'espace et dans le temps permettent aux paysans de transformer les différentes biomasses disponibles sur l'exploitation (déjections animales d'hivernage, déjections animales de saison sèche, résidus de culture, refus de fourrage etc.) en limitant l'augmentation du temps de transport.

En outre, la stratégie d'importer de la FO de l'extérieur via des achats, des prestations ou du parcage représente des transferts de FO et de déjections animales entre les exploitations. L'étude montre que les flux de fumure entre exploitations peuvent être conséquents en quantité avec une concentration de FO vers quelques exploitations nanties, comme cela vient d'être très récemment montré par Diarisso *et al.*, (2015) dans une étude de la gestion des biomasses dans des exploitations de l'Ouest du Burkina Faso.

3.2.3. Evaluation de la durabilité des systèmes de production de fumure organique hors-normes

a. La durabilité des systèmes de production de fumure organique hors-normes

Les résultats de l'évaluation de la durabilité des systèmes de production de fumure organique hors-normes ne montrent pas, pour les systèmes hors-normes, de meilleures valeurs pour l'ensemble des indicateurs de la durabilité. En effet, les systèmes hors normes présentent des opportunités de durabilités pour certains indicateurs, suivant le type d'exploitation (agriculteur, éleveur ou agro-éleveurs) et selon les modalités des exploitations hors-normes (cas 1,2 ou 3).

Par exemple, les agriculteurs hors normes de cas 1 ont une efficacité énergétique et azotée supérieure à celles des agriculteurs de références. En outre leur investissement lié au travail sur l'exploitation y est réduit. Leur VAB est cependant inférieure à celle des agriculteurs de référence. Les agro-éleveurs hors-normes présentent de meilleures performances économiques (VAB supérieure chez les agro-éleveurs de cas 1, environnementale (BAA et efficacité azotée pour le cas 1 et 2 et efficacité énergétique pour le cas 2). L'investissement en énergie liée au travail sur l'exploitation est favorable (cas 3). Quant aux éleveurs, les exploitations hors-normes (cas 2) présentent une meilleure VAB et efficacité azotée que les exploitations de références. L'investissement en énergie liée au travail est meilleur dans les exploitations hors normes de cas 1 que dans les exploitations de références.

Notre hypothèse selon laquelle certains systèmes de production hors-normes présentent de meilleures potentialités de durabilité que les systèmes de références est vérifiée. Nos résultats

montrent que les systèmes de production hors-normes étudiés ne sont pas durables en tout point de vue car ils ne sont pas plus efficace à la fois sur le plan économique, sociotechnique et environnementale (Landais, 1998). Néanmoins, nous pouvons affirmer que certains systèmes de production hors-normes sont plus durables que les systèmes de production de références. Les agriculteurs hors-normes du cas 1 et les éleveurs hors-normes du cas 2 produisent leur FO en valorisant les biomasses de leur exploitation, ce qui leur permet donc d'assurer une certaine durabilité (vis-à-vis de ceux qui recyclent peu leurs biomasses). Les agro-éleveurs hors-normes du cas 2 importent de la FO de puis l'extérieur. La durabilité de leur système pourrait être menacée dans les jours à venir car ils sont dépendants de l'extérieur. Quand les exploitations qui vendent de la FO auront pallié aux contraintes qui limitent l'utilisation de FO, ils risquent de garder et utiliser cette FO, sans la vendre.

Nous notons de bons résultats pour les exploitations hors-normes dans les énergies liées au travail (agriculteurs hors-normes du cas 1 et 2, agro-éleveurs du cas 1 et 2 et éleveurs de cas 1). Cela signifie que ces producteurs hors-normes dépensent moins d'énergie pour produire une quantité importante de fumure organique. Cette réduction du temps et de la pénibilité du travail observée chez les producteurs hors-normes peut s'expliquer par une organisation du travail et une maîtrise des techniques de production développée chez ces acteurs.

b. Limites de l'évaluation de la durabilité des exploitations

Nous notons deux principales limites à l'évaluation de la durabilité des systèmes de production de fumure organique proposée : des difficultés d'estimation des biomasses mobilisées par les exploitations et des limites dans l'éventail d'indicateurs pris en compte.

Il faut noter quelques limites sur l'estimation des quantités de biomasses mobilisées par les exploitations (résidus de cultures, déjections animales et fumure organique) utilisées dans les calculs des indicateurs de performances présentés dans ce travail. En effet, nous avons utilisés les facteurs de conversion des unités locales utilisées pour quantifier les biomasses (charrettes, brouettes, tracteurs, etc.) en poids de matière sèches (kg MS) disponibles et adaptés à la zone d'étude (Annexe 3, Annexe 4), mais ils n'étaient pas toujours disponibles. Nous avons été obligés de faire des estimations afin de pouvoir convertir les données recueillies en unités locales en poids de matière sèche et calculer les différents indicateurs de performance. Cependant, l'utilisation de quelques estimations de poids de contenant utilisés pour transporter les biomasses dans les exploitations, même si elles peuvent entraîner une sur ou sous-estimation des quantités réellement transportées sont appliquées à toutes les

exploitations sans distinction. Cet écart possible à la réalité est donc appliqué aux exploitations hors-normes comme aux exploitations de références.

La durabilité des pratiques de production dans les exploitations de références et hors-normes a été évaluée à partir d'indicateurs des performances économiques, sociotechniques et environnementales. Cette évaluation offre un aperçu de la durabilité de ces exploitations partielles. En effet, si nous nous référons aux quatre piliers de la durabilité des exploitations agricoles proposés par Landais (1998), présentés dans la Figure 1, certains piliers ont été pris en compte de manière approfondie, avec une diversité d'indicateurs, d'autres ont été abordés avec moins d'indicateurs, et enfin certains n'ont pas pu être abordés dans notre travail.

Le premier pilier de la durabilité des exploitations agricoles présenté est celui de la viabilité, exprimant le lien économique que l'exploitant entretient avec son environnement. Il peut être appréhendé à travers le niveau moyen de revenu et les performances technico-économiques. Nous l'avons évalué à travers les valeurs ajoutées brutes de l'exploitation et des systèmes de culture et d'élevage, mais aussi à travers les consommations intermédiaires et les produits bruts, les rendements des principales cultures et les quantités de fumure organique appliquée par hectare. L'évaluation de ce pilier aurait pu, encore, être enrichie par la prise en compte du niveau de sécurisation des revenus (autonomie, diversification, souplesse et sensibilité) et des débouchés des produits (indépendance), comme le recommande Landais (1998). Ces évaluations ont été jugées plus délicates à réaliser dans les conditions et le temps impartis.

Le second pilier, la vivabilité illustre le lien social de l'exploitant à son milieu. La charge en travail, les astreintes, la pénibilité et les risques du travail, ou l'accès aux ressources et aux services et le niveau d'entraide sont des aspects qui reflètent le niveau de durabilité sociale des exploitations. Pour évaluer ce pilier, nous avons mobilisés les indicateurs de charges en travail (temps de travail) et l'énergie liée au travail qui reflète la pénibilité du travail.

La transmissibilité des exploitations agricoles est le 3^e pilier de la durabilité. Il reflète la qualité des relations sociales et économiques de l'exploitant aux acteurs de l'environnement et la place de l'agriculture dans la dynamique de développement locale. Ces aspects de l'évaluation de la durabilité n'ont pas pu être pris en compte dans notre étude. Nous n'avons pas identifiés d'indicateurs qui pouvaient être facilement renseignés par enquête dans le contexte des exploitations étudiées.

Enfin, le 4^e pilier de la durabilité, la reproductibilité reflète les effets des pratiques agricoles sur les ressources, le sols, l'eau et l'air, dans l'espace proche ou lointain, sur le pas de temps actuel et à plus long terme, l'effet des pratiques sur la protection de la biodiversité et des paysages. Ce pilier a été évalué à travers une diversité d'indicateurs comme l'efficacité énergétique (impact sur l'air), le bilan azoté apparent (impacts sur les eaux les sols et l'air) ou la couverture des besoins des sols (impact sur les sols).

CONCLUSION

Dans le contexte générale de la lutte contre la dégradation des sols, plusieurs techniques de gestion de la fertilité des sols ont été développées et proposées aux producteurs des zones cotonnière ouest du Burkina Faso, telles que les techniques de production de fumure organique (fumier de parc, de fosse, compostage en tas, en fosse etc.). Cependant, Dans la plupart des exploitations les quantités de fumure organique produites restent largement en deçà des besoins nécessaires pour renouveler la matière organique des sols. Malgré tout, dans la même zone, certains producteurs ont développé des pratiques qui leur permettent de produire et d'utiliser des quantités de fumure organique largement supérieure à la norme recommandée.

Nous montrons dans cette étude que les modes de production de la FO chez les paysans hors-normes se différencient selon les types d'exploitation. Les paysans hors-normes maîtrisent les techniques de production, ils obtiennent des quantités de FO importantes en diversifiant les modes de production, en valorisant une diversité de biomasses de leur exploitation, en transformant les biomasses facilement accessibles, et en investissant du travail pour la production et le transport, et de l'argent en cas d'achat de FO à l'extérieure. Les paysans hors-normes contournent les difficultés liées au manque de main d'œuvre et de transport par une gestion du travail, une diversification et une répartition dans l'espace de leurs modes de production mais leurs capacités de transport restent limitantes. Le potentiel de durabilité des systèmes de production hors-norme est intéressant chez les agriculteurs du cas 1, les agro-éleveurs du cas 2 et les éleveurs du cas 2.

L'étude fait ressortir l'importance des transferts de FO entre les exploitations et la monétarisation de la FO. Les techniques de production développées par les producteurs hors-normes, bien qu'elles ne soient pas totalement durables, pourraient contribuer à l'amélioration des techniques de production. Toutefois il serait important d'approfondir l'étude en vue d'aider les producteurs hors-normes à rendre leurs pratiques plus durables pour une meilleure préservation de l'environnement et valorisation de leurs pratiques.

Pour cela nous suggérons de :

- Sensibiliser et former les producteurs au concept de durabilité en vue de les amener à prendre en compte la préservation de l'environnement dans lequel ils travaillent ;

- Elargir l'étude sur une autre zone du Burkina Faso afin d'identifier d'autres techniques de production de FO à mettre au profit d'autres producteurs ;
- Analyser la qualité des FO produites par les producteurs hors-normes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AZOUMA O.Y., GIROUX F., VARCHON D., 2007. Conception d'un épandeur de fumures organiques pour les exploitations à traction animale d'Afrique. *Tropicultura*, 25(2) : 75-81.
- BAINVILLE S., 2013. Zone cotonnière du Burkina Faso : les gagnants et les perdants d'une révolution agricole, *AGRAR-2013, Conference of African research on agriculture, food, and nutrition*, Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), juin 2013, 15p.
- BAZLUL K., 1986. *The green revolution: an international bibliography*, New York – Londres, Greenwood press, 25p.
- BENAGABOU O.I., 2011. Contribution de l'association agriculture élevage dans l'amélioration du bilan du flux énergétique dans les systèmes agro pastoraux : cas de Koumbia. Mémoire d'Ingéniorat, option élevage, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 58p.
- BENAGABOU O.I., 2013. Effet de la pratique de l'intégration agriculture-élevage sur l'efficacité énergétique des exploitations agricoles dans les systèmes agro-pastoraux du Burkina Faso. Mémoire de DEA en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 66p. + annexes.
- BERGER M., 1996. L'amélioration de la fumure organique en Afrique soudano-sahélienne, 8 fiches techniques. Montpellier : *Agriculture et développement*, numéro hors-série. 58p.
- BERGER M., BELEM P.C., DAKOUA 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 et fibres tropicales*, 42(3) : 201-207.
- BLANCHARD M., 2005. Relation agriculture élevage en zones cotonnières, territoire de Koumbia et Waly, Burkina Faso. Mémoire de DESS Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux : Université Paris 12, CIRDES, 2005. 97p.
- BLANCHARD M., 2007. Production de matière organique au Mali Sud. Techniques paysannes et vulgarisation. CIRAD, Helvetas Mali ,43p. + annexes.
- BLANCHARD M., 2010. Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au Mali-Sud : savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Univers et Environnement. Université Paris Est, 284p. + annexes.
- BLANCHARD M., COULIBALY D., BA A., SISSOKO F., POCCARD-CHAPPUIS R., 2011. Contribution de l'intégration agriculture-élevage à l'intensification écologique des systèmes agrosylvopastoraux : le cas du Mali-Sud. In : Vall E., Andrieu N., Chia E., Nacro H. B. (Eds.), 2011. Partenariat, Modélisation, Expérimentation : Quelles leçons pour la conception de l'innovation & l'intensification écologique. Actes du séminaire, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
- BLANCHARD M., COULIBALY K., SANOGO L., VALL E., 2008a. Diagnostic agropastoral du village de Sara. *Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES*, Document de travail, 33p.

- BLANCHARD M., COULIBALY K., SANOGO L., VALL E., 2008b. Diagnostic agropastoral du village de Founzan. *Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES*, Document de travail, 33p.
- BLANCHARD M., VAYSSIERES J., DUGUE P., VALL E., 2013. Local Technical Knowledge and Efficiency of Organic Fertilizer Production in South Mali: Diversity of Practices. *Agroecol. and Sustain. Food Syst.*, 37 (6): 672-699.
- BLEIN R., SOULE B.G., DUPAIGRE B.F., YERIMA B., 2008. Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM). 115p. + annexes.
- BOCHU J.L., 2002. PLANETE : Méthode pour l'analyse énergétique de l'exploitation agricole et l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre. Texte colloque SOLAGRO Octobre. Toulouse, France, 10p.
- BOCKSTALLER C., CARIOLLE M., GALAN M.-B., GUICHARD L., LECLERCQ C., MORIN A., SURLEAU-CHAMBENOIT C., 2013. Evaluation agri-environnementale et choix des indicateurs : acquis, enjeux et pistes. *Innovations Agronomiques*. 31 (2013), 1-14.
- BONNY S., 2010. L'intensification écologique de l'agriculture : voies et défis. In Coudel E., Devautour H., Soulard C.T., Hubert B., (Eds.) ISDA 2010, juin 2010, Montpellier (France). CIRAD-INRA-SUPAGRO, 11p.
- CEDEAO, 2008. Élevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest : Potentialités et défis. *Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest/OCDE*, France, 161p.
- CEP/FLORAC, 1996. Le développement durable : son concept, *CEP/FLORAC*, 19p.
- CHEVASSUS-AU-LOUIS B., 2006. Biodiversité, un nouveau regard - Refonder la recherche agronomique, Leçon inaugurale 2006, *Groupe ESA*, Angers (France), 103p.
- CHEVASSUS-AU-LOUIS B., GRIFFON M., 2007. La nouvelle modernité : une agriculture productive à haute valeur écologique. In : *Club Déméter 2008 : économie et stratégies agricoles*. Paris (France), 7-48.
- CIRAD, 2010. La nature comme modèle. Pour une intensification écologique de l'agriculture. *CIRAD* Montpellier, France, 16p.
- COCHET H., DEVIENNE S., 2006. Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale, *Cahiers Agricultures*, 15 (6) : 578-583.
- CORDELLIER, 2001. Le fabuleux destin des alternatives en agriculture, *Transrural Initiatives*. 193 : 1-6.
- COULIBALY K., 2012. Analyse des facteurs de variabilité des performances agronomiques et économiques des cultures et de l'évolution de la fertilité des sols dans les systèmes culturaux intégrant les légumineuses en milieu soudanien du Burkina Faso : approche expérimentale chez et par les paysans. Thèse de doctorat en Systèmes de Production Végétale et Science du sol. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 140p. +annexes.

- COULIBALY K., BLANCHARD M., SANOGO L., VALL E., 2008a. Diagnostic agropastoral du village de Boni. *Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES*, Document de travail, 33p.
- COULIBALY K., BLANCHARD M., SANOGO L., VALL E., 2008b. Diagnostic agropastoral du village de Koumbia. *Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES*, Document de travail, 33 p.
- COULIBALY K., BLANCHARD M., SANOGO L., VALL E., 2008c. Diagnostic agropastoral du village de Dimikuy. *Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES*, Document de travail, 33 p.
- COULIBALY Y.M., KEITA M.N., 1994. Analyse de l'utilisation de la fumure organique par les paysans de la zone de Niono. *Projet Retail, Office du Niger*, Mali, 25p.
- CRAHEIX D., ANGEVIN F., BERGEZ J.-E., BOCKSTALLER C., COLOMB B., GUICHARD L., REAU R., DORE T., 2012. MASC 2.0 : un outil d'évaluation multicritère pour estimer la contribution des systèmes de culture au développement durable. *Innovations Agronomiques*, 20 : 35-48.
- DELMA B.J., 2012. Analyse des nouvelles pratiques de production et de gestion de la fumure organique : études des causes, des modalités et des impacts sur l'exploitation. Mémoire de Master, Agrinovia. Ouagadougou (Burkina Faso), 57p.
- DEMBELE I., 1994. Production et utilisation de la fumure organique. Fiche synthétique d'information, *Document ESPGRN*, n° 94/19, 14p.
- DEVEZE J.C., 2008. *Défis agricoles africains*. éd. Karthala-Agence Française de Développement, Paris (France), 20p.
- DIARISSO T., CORBEELS M., ANDRIEU N., DJAMEN P., TITTONELL P., 2015. Biomass transfers and nutrient budgets of the agro-pastoral systems in a village territory in south-western Burkina Faso. *Nutr Cycl Agroecosyst*. DOI 10.1007/s10705-015-9679-4
- DJENONTIN J.A., WENNINK B., DAGBENONGBAKIN G., OUINKOUN G., 2002. Pratiques de gestion de fertilité dans les exploitations agricoles du Nord-Bénin. In : Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. (éds), 2003. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. *Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac*, N'Djamena, Tchad - Cirad, Montpellier, France. 9 p.
- DOLLE J.B., 2007. Les consommations d'énergie en bâtiments d'élevage bovin. *Rapport technique, Institut de l'Elevage, Chambres d'Agriculture de Bretagne et des Pays de la Loire*, France, 140p.
- DONGMO A.L., DJAMEN P., VALL E., KOUSSOU O.M., COULIBALY D., LOSSOUARN J., 2007. L'espace est fini vive la sédentarisation. Innovations et développement durable en question chez les pasteurs des zones cotonnières d'Afrique de l'Ouest et du centre. *Rencontre Recherche ruminants* : 153-160
- DUGUE P., 1995. Amélioration de la production et de l'utilisation de la fumure organique animale en zone cotonnière au Nord-Cameroun. *Agricultural systems in Africa*, 5 (2) : 5-19.

- DUGUE P., 1998. Les transferts de fertilité dus à l'élevage en zone de savane. *Agriculture et développement*, n°18 : 1026-1106.
- DUGUE P., VAYSSIÈRES J., CHIA E., OUEDRAOGO S., HAVARD M., COULIBALY D., NACRO H.B., SISSOKO F., SANGARE M., VALL E., 2012. L'intensification écologique : réflexions pour la mise en pratique de ce concept dans les zones de savane d'Afrique de l'Ouest. In : Vall E., Andrieu N., Chia E., Nacro H. B. (eds.), 2011. *Partenariat, Modélisation, Expérimentation : Quelles leçons pour la conception de l'innovation & l'intensification écologique*. Actes du séminaire, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 15p.
- FAO. 2004. Actes de l'atelier FAO-INERA sur les bonnes pratiques agricoles dans l'ouest du Burkina Faso. Bobo-Dioulasso. 76p.
- FNCIVAM (Association fédérative des groupes CIVAM), 2011. Rapport d'activité. Paris. 29p
- FERRATON N., TOUZARD I., 2009. Comprendre l'agriculture familiale : diagnostic des systèmes de production. *Quae, CTA, presse agronomique de Gembloux*, 123p.
- FRANCIS C.A., YOUNGBERGE G., 1990, Sustainable agriculture - an overview, In : Francis C.A., Flora C.B., King L.D., (Eds), *Sustainable Agriculture in Temperate Zones*, New York, John Wiley & Sons.
- GAFSI M., DUGUE P., JAMIN J-Y, BROSSIER J. ; 2007. Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre ; Ed Quae ; CTA ; 472p.
- GARRY F., 1985. Quelques réflexions pratiques sur la valorisation agricole des fumiers et composts. In: ISRA, eds. *La recherche agronomique pour le milieu paysan*, 5-11 mai 1985, Nianing (Sénégal). 108-119.
- GENIAUX, G. 2006. Indicateurs de développement durable : un panorama des principales références bibliographiques, cadres conceptuels et initiatives internationales, Marseille, *Institut d'économie publique, groupement de recherche en économie quantitative* d'Aix-Marseille, 13p.
- GIRARDIN P., MOUCHET C., SCHNEIDER F., VIAUX P., VILAIN L. ,2004. IDERICA Etude prospective sur la caractérisation et le suivi de la durabilité des exploitations agricoles françaises. *Rapport Final de l'étude n° 04 F5 02 03*, 103p.
- GRIEU P., 2005. Principes généraux d'agronomie. Fiche technique. 74p
- GRIFFON M., 2009. *Pour des agricultures écologiquement intensives*. Editions de l'Aube, Cotes d'Armor (France), 110p.
- HAVARD M., TIEC G., 1996. La traction animale en Afrique francophone Sub- saharienne. Document 1, *Bilan et perspectives* .35p.
- HIEN E., GARRY F., HIEN V., OLIVER R., 2003. Dynamique du carbone dans un sol de savane du Sud-Ouest Burkina sous l'effet de la mise en culture et des pratiques culturales. In : Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. (éds), 2003. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. *Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac*, N'Djamena, Tchad - Cirad, Montpellier, France. 9 p.

- INERA, 1996. Fiche technique sur la culture du cotonnier au Burkina Faso. *Programme coton, Institut de l'Environnement et de Recherche Agricoles*, Burkina Faso. 18p.
- INSD, 1996. Analyse des résultats de l'enquête prioritaire sur les conditions de vie des ménages. *Institut National de la Statistique et de la Démographie*, Ouagadougou, février 1996. 30p.
- KAMUANGA M., 2002. Rôle de l'animale et de l'élevage dans les espaces et les systèmes agraires des savanes soudano-sahéliennes. Note introductive. IN : JAMIN J.P., SEINY B., FLORET C., (Eds.). *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*, 27-31 mai, Garoua, (Cameroun), Montpellier : CIRAD 7p.
- KANTE S., 2001. Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali-Sud. Documents sur la Gestion des Ressources Tropicales. Thèse de doctorat, Wageningen University and Research Centre Departement of Plant Science, 225p.
- KOUTOU M., VALL E., 2010. Implication des acteurs locaux dans la conception d'innovations : le cas des systèmes agropastoraux du Tuy (Burkina Faso). *ISDA*. Montpellier, France, 12 p.
- LAMONTE L., 2012. L'évaluation de la durabilité des systèmes de production avicoles et cunicoles : Principes, démarche, résultats et enseignements. France, *INRA*, 39p.
- LANDAIS E., 1998. Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ?, *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 27 : 23-40.
- LANDAIS E., LHOSTE P., 1993. Système d'élevage et transfert de fertilité dans la zone des savanes africaines. *Cahiers d'agricultures*, 2 : 9-25.
- LHOSTE P., 1984. Diagnostic zootechnique : le diagnostic sur le système d'élevage, *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 3 (4) : 84-88.
- LHOSTE P., 1987. Elevage et relations agriculture élevage en zone cotonnière. Situation et perspectives. *Ministère de la coopération et du développement, CIRAD-EMVT*, Paris-Montpellier (France), 77p.
- LHOSTE P., 2004. La traction animale en Afrique subsaharienne : histoire et nouveaux enjeux. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 57 (3-4) : 125-131.
- LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. Manuel de zootechnie des régions chaudes. Les systèmes d'élevage. *Manuels et Précis d'Élevage*. Ministère de la Coopération, Paris, 288p.
- MARH, 2004. Document de stratégie de développement rural à l'horizon 2015. Burkina Faso. 98 p. + annexes
- MAZOYER M., ROUDART L., MAYAKI I.A., 2008. Rapport sur le développement dans le monde, 2008, Banque mondiale : L'agriculture au service du développement. Résumé et commentaires, *Mondes en développement* 2008/3, n° 143 : 117-136. DOI : 10.3917/med.143.0117
- MEYNARD J.M., DEDIEU B., BOS A.P., 2012. Re-design and co-design of farming systems. IN: DARNHOFFER I., GIBON D., DEDIEU B. (Eds.). *An overview of methods and practices. Farming Systems Research into the 21th century: The new dynamic*. Springer, 407-432p.

- MISRA R.V., ROY R.N. et HIRAOKA H., 2005. Méthode de compostage dans les exploitations agricole. Document de travail sur les terres et les eaux, FAO. 35p.
- MOULIN C.H. ; 2007. Zootechnie et système d'élevage. *ESAT*, Montpellier, France. 85p + annexes.
- MRA, 2000. Les statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso. *Ministère des Ressources Animales*, Ouagadougou, Burkina Faso, 115p.
- MRA 2005. Plan d'actions et de Programmes d'investissements du Secteur de l'Elevage : Version révisée à l'horizon 2015. *Ministère des Ressources Animales*, Avril 2005, Ouagadougou, Burkina Faso.
- MRA, 2006. Fiche de synthèse : l'élevage au Burkina Faso. *Ministère des Ressources Animales*, Ouagadougou, Burkina Faso, 4p.
- MRA/PNUD, 2011. Document de plaidoyer du sous-secteur de l'élevage au Burkina Faso. *Ministère des Ressources Animal, PNUD*, Ouagadougou, Burkina Faso, 32p.
- NDIAYE M., 2007. Systèmes de production et mutations des paysages ruraux dans la basse vallée du Ferlo au Sénégal. Thèse de doctorat en Géographie, Université de Bordeaux III. 279p.
- NDIAYE M., SIDIBE M., 2009. Recherche de formules d'engrais N-P-K économiquement rentables pour la culture du maïs pluvial dans le centre sud Sénégal. Sénégal. p281-295.
- NGUYEN M.L., HAYNES R.J., 1995. Energy and labour efficiency for three pairs of conventional and alternative mixed cropping (pasture-arable) farms in Canterbury, New Zealand. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 52: 163-172.
- OUEDRAOGO M.L., 2012. Formation sur le compostage au profit des producteurs de l'association kolog-naaba de saaba pour la production biologique. *Association kolog-naaba de saaba*, Burkina Faso, 6p.
- OUEDRAOGO S.J., ZOUNRANA P., BOTONI E., COMPAORE F.V., OUEDRAOGO J.C. BONZI M., BATIONO B.A., KIEMA A., 2012. Bonne pratiques agro-sylvo –pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso. *CILSS*, Ouagadougou, Burkina Faso. 194p.
- OUEDRAOGO T., 2000. Les systèmes agriculture-élevage au Burkina Faso. *Reports from the Workshop on Crop-Livestock Systems in the Dry Savannas of West and Central Africa held at IITA, Ibadan, 22-27 November 1998* p 46-61.
- PAGOT J., 1985. L'élevage en pays tropicaux. Maisonneuve et Larose. 526p.
- PARE S.J., 2010. Module de formation des producteurs en techniques d'embouche bovine et ovine. *Rapport de formation*. Burkina Faso, 24p.
- PESCHARD D., GALAN M-B. ET BOIZARD H., 2004, Tools for evaluating the environmental impact of agricultural practices at the farm level : analysis of 5 agri-environmental methods. In : *Colloque OECD expert meeting on farm management indicators for agriculture and the environment*, New Zealand, Zélande, 8-12 mars 2004, 17p.

- PLANCHAIS G., 2008. Stratégie et performance de l'agriculture dans un enjeu d'agriculture durable. Thèse de doctorat en Science de gestion. Ecole doctorale d'Angers. 369 p. +annexes.
- PNTT, 2000. Transfert de technologie en agriculture. *Bulletin mensuel d'information* n°72, 4p.
- POISOT A-S., ZOUNDI J S., 2004. Systèmes agraires durables, vulnérabilité et bonnes pratiques agricoles dans l'Ouest du Burkina Faso : *Actes de l'atelier FAO-INERA sur les Bonnes Pratiques Agricoles*. Bobo Dioulasso (Burkina Faso), 147p. +annexes.
- PNSR 2011. Document de programme. *Programme National du Secteur Rural*, Ouagadougou, Burkina Faso, 67p.
- SADOK W., ANGEVIN F., BERGEZ J., BOCKSTALLER C., COLOMB B., GUICHARD L., REAU R., DORE T., 2008. MASC, a qualitative multi-attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems. *Agron. Sustain. Dev.*, 29 : 447–461.
- SALEMBIER C., 2012. Traque aux systèmes de culture innovants dans le Pampa argentine, face au modèle hégémonique *de sojización*. Mémoire de Master. INRA-ISTOM. Cergy (France), 116p.
- SALEMBIER C., MEYNARD J-M., 2013. Evaluation de systèmes de culture innovants conçus par des agriculteurs: un exemple dans la Pampa Argentine. *Innovations Agronomiques*, 31 : 27-44.
- SALIFOU O., 2008. La politique agricole régionale de l'Afrique de l'Ouest : Ecowap, Faire de l'agriculture le levier de l'intégration régionale. Commission de la CEDEAO/ ECOWAP, 12p.
- SAVADOGO I., 2011. Evaluation de l'efficacité agronomique du compost des déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou. Mémoire d'ingénieur en vulgarisation agricole, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 54p. + annexes.
- SCHAWRTZ A., 1991. L'exploitation agricole de l'aire cotonnière burkinabè: Caractéristiques sociologiques, démographiques et économiques. *ORSTOM*, Ouagadougou, 88p.
- SEBILLOTTE M., 1990. Le système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In: Combe L., Picard D. (Eds.), *Les systèmes de culture*, INRA, Paris (France) : 165-196.
- SEGDA Z., SEDOGO M. P., LOMPO F., HIEN V., BADO B. V. et BONZI M., 2001. Compostage en tas de la paille de riz. *Fiche technique*, GRN/SP/INERA. Ouagadougou (Burkina Faso), 4p.
- SIMON J.C., LE CORRE L., 1992. Le bilan apparent de l'azote à l'échelle de l'exploitation agricole: méthodologie, exemples de résultats. *Fourrages*, 129 : 79-94
- SOLAGRO 2000. *DIALECTE, Diagnostic Liant Environnement et Contrat Territorial d'Exploitation* ; manuel d'utilisation et logiciel. 100p.
- SYMILAV, 2011. Durabilité agricole : *la méthode IDEA*. 6p.

- TRISTAN D., CASSEDANE X., EVEN M.A., VERT J., 2009 Systèmes de production et itinéraires techniques agricoles. *Centre d'études et de prospective service de la statistique et de la prospective*, 9p.
- VALL E., DUGUE P., BLANCHARD M., 2006. Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton, 1990-2005. *Cahiers Agriculture*, 15 (1) : 72-79.
- VALL E., KOUTOU M., BLANCHARD M., COULIBALY K., DIALLO M.A., ANDRIEU N., 2012. Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agro-sylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso. In : Vall E., Andrieu N., Chia E., Nacro H. B. (eds.), 2011. *Partenariat, Modélisation, Expérimentation : Quelles leçons pour la conception de l'innovation & l'intensification écologique*. Actes du séminaire, novembre 2011, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 15p
- VILAIN L., BOISSET K., GIRARDIN P., GUILLAUMIN A., MOUCHET C., VIAUX P., ZAHM F., 2008, *La méthode IDEA – Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles*. 3e édition actualisée, Ed. Educagri, Dijon (France), 184p.
- ZAHM F., GIRARDIN P., MOUCHET C., VIAUX P., VILAIN L., 2005. De l'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles à partir de la méthode IDEA à la caractérisation de la durabilité de la «ferme européenne» à partir d'IDERICA. *Colloque international Indicateurs Territoriaux du Développement Durable*, MMSH, Aix en Provence (France), 1 - 2 décembre, 13p.
- ZAHM F., MOUCHET C., 2012, De la Responsabilité Sociétale d'une exploitation agricole à la mesure de sa Performance Globale. *Revue de la littérature et application avec la méthode IDEA, Économie et institutions*, 18-19 : 85-119.
- ZAHM F., VIAUX P., VILAIN L., GIRARDIN P., MOUCHET C., 2008. Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method. From the concept of farm sustainability to case studies on French farms, *Sustainable Development*, 16 : 271-281. DOI:10.1002/SD.380.
- ZIADI N., 2007. Utilisation des engrais minéraux azotés en grandes cultures : description des différentes formes et leurs impacts en agroenvironnement. *Colloque sur l'azote*, CRAAQ-OAQ, Drummondville (Canada), 28 mars 2007, 21p.
- ZONGO S., 2011. Analyse de la contribution de l'opération «fosses fumières» à l'amélioration des rendements des cultures céréalières dans les régions du nord, du centre-ouest et du sud-ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingéniorat, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 56p. +annexes.

WEBGRAPHIE

- BOCKSTALLER C. et RABOLIN C., 2009. PLAGE, INDIGO version 1.9 (grande culture). [PDF en ligne]. Site web: <http://www.agro-transfert-rt.org/index.php/fr/.../doc.../266-fiche-outil-indigo>. Consulté le 11 décembre 2013.
- FAO-INERA, 2004. Annuaire statistique, Site web : <http://www.fao.org>. Consulté le 01 octobre 2014.

ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire d'enquête, étape 1

« Traques des systèmes agropastoraux hors normes » Étape 1

Nom enquêteur :	Date :	N°JP
-----------------	--------	------

Généralités

Généralités			
Village		Quartier	
Nom et Prénom du chef d'exploitation :			
Age :		Sexe : masculin / féminin	
Ethnie :		Religion	
Date d'arrivée au village (année) :		Chef d'exploitation depuis (année) :	
Mode de création de l'exploitation :			
Nombre de personnes à nourrir		Nombre auto (≥12 ans) :	
Scolaire : oui / non	Niveau	Alphabète : oui / non	Langue
Membre d'un GPC : oui / non		Membre d'une autre Groupement : oui / non	
Nom du GPC :		Nom du groupement	

Équipements agricoles

Type	Nombre	Type	Nombre
Charrues		Charrette bovine	
Semoirs		Charrette asine	
Sarclours		Tombeur	
Corps butteurs		Tracteurs	
Appareil de traitement		Véhicules	
Autres :			

SYSTEME DE CULTURE

Concernant l'Hivernage 2012

Champs de l'exploitation

N°	Nom du champ ou localisation	Distance champ - concession (km)	Surface du champ (ha)	Type de sol (gravier, sableux, argileux)	Âge de la mise en culture (année)	Mode de tenure du champ (propriété, location, autres)
1						
2						
3						
4						
5						

Surface total cultivée en 2012 : (ha)

Cultures	Surface cultivée (ha)	Apport de NPK (kg/ha de sol)	Apport d'Urée (kg/ha de sol)	Application d'herbicide (oui/non)	Apport de FO (kg)	Production agricole (kg)	Production autoconsommée (kg)	Production vendue (kg)
Coton								
Mais								
Sorgho								
Mil								
Arachide								
Niebe								
Riz								
Sesame								
Autres :								
Autres :								

« Traques des systèmes agropastoraux hors normes » Étape 1

Nom enquêteur :	Date :	N°UP :
-----------------	--------	--------

SYSTEME D'ELEVAGE

Composition du troupeau, et mouvement dans le troupeau

Type d'animaux	Nombre (*)	Données sur un an jusqu'au moment de l'enquête						
		Naissance (nb)	Vente (nb)	Mortalité (nb)	Don (nb)	Achat (nb)	Montant des ventes et achats (CFA)	Coût des soins (CFA)
Bovins élevage								
Bovins trait								
Asins								
Caprins								
Ovins								
Porcins								
Autres								

(*) Nombre d'animaux au moment de l'enquête

Alimentation des animaux

Types de fourrage	Quantités stockées ou achetées (kg)	Types de fourrage	Quantités stockées ou achetées (kg)	Type de concentrés	Quantités stockées ou achetées (kg)
Pailles de maïs		Fanes d'arachide		Tourteau de soja	
Pailles de riz		Fanes de niébé		Son de céréales	
Pailles de sorgho		Foin de brousse		Autres	
Pailles de mil		Autres :			

PRODUCTION DE FUMURE ORGANIQUE

Type	Localisation (ours ou champ)	Construite (oui/non)	Éléments utilisés pour le remplissage				Production	
			Ordures ménagères (oui/non)	Déjections animales (oui/non)	Litière (oui/non)	Residus de culture (oui/non)	Production (nb de charrettes)	Type de charrette (B, AS, etc.)
Tas d'ordures								
Fosse 1								
Fosse 2								
Fosse 3								
Parc à bétail 1								
Parc à bétail 2								
Autres :								
Autres :								

Activités extra-agricoles

Type d'activités extra-agricoles	Période de travail (nb de jours, mois ou saison)	Recettes (CFA sur la période)

« Traques des systèmes agropastoraux hors normes » Étape 1

Nom enquêteur :	Date :	N°JP :
-----------------	--------	--------

SYSTEME DE PRODUCTION HORS NORME

Questionnaire sur les raisons du choix des pratiques de production d'utilisation de la fumure organique

Mode de gestion de la fertilité des sols

Quelles sont vos pratiques de gestion de la fertilité des sols ?

Expliquez :

.....

.....

.....

.....

Avant

Depuis quand avez-vous décidé de produire et d'utiliser de la fumure organique ?

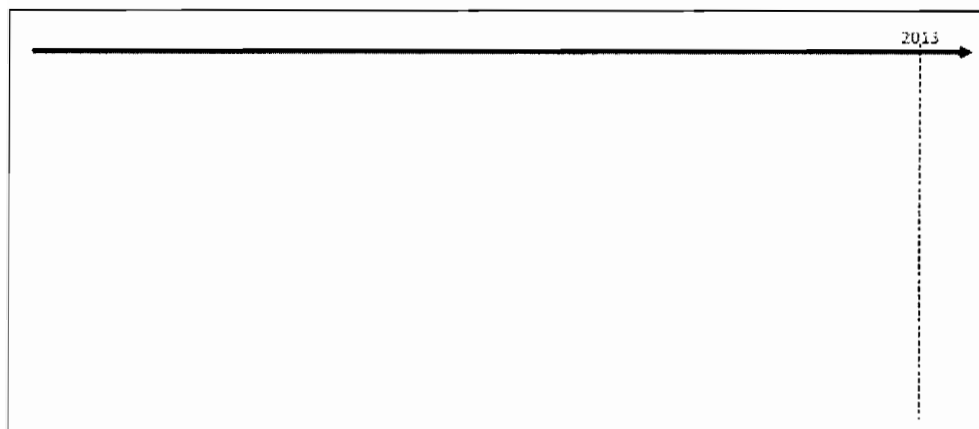
Expliquez :

.....

.....

.....

.....



Qu'est-ce qui vous a décidé à réaliser cette pratique ?

Améliorer la fertilité du sol

Faire des économies sur les engrais

Améliorer la production

Expliquez :

.....

.....

.....

.....

Comment avez-vous réussi à produire beaucoup de fumure organique ?

Expliquez :

.....

.....

.....

.....

Avez-vous reçu une formation sur la production et l'utilisation de la fumure organique ?

☐ Oui

☐ Non

Par qui, quand, sur quoi ?

Expliquez :

.....

.....

.....

.....

« Traques des systèmes agropastoraux hors normes » Etape 1

Nom enquêteur :	Date :	N°JP :
-----------------	--------	--------

Avez-vous reçu de l'aide d'un projet pour produire de la fumure organique ?

☐ Oui

☐ Non

Par qui, quand, quelle type d'aide ?

Expliquez :

Avez-vous changé de manière de travailler depuis que vous avez commencé à produire de la FO ?

☐ Oui

☐ Non

Expliquez :

Aujourd'hui

Selon vous, quelles ont été les conséquences de la production et l'utilisation de la fumure organique sur votre exploitation ?

Expliquez :

Quelles sont les difficultés actuelles que vous rencontrez pour la production et l'utilisation de la fumure organique ?

Expliquez :

Aujourd'hui, avec qui parlez-vous de la production de FO et des problèmes que vous rencontrez ?

Expliquez :

Quelles sont les différences entre l'utilisation des engrais minéraux et de la fumure organique pour votre exploitation ?

Expliquez :

Dans le futur

Avez-vous des projets d'amélioration de la production de la fumure organique ?

☐ Oui

☐ Non

Expliquez :

Questionnaire sur les raisons des pratiques de gestion de la fertilité des sols sans fumure organique

[illegible]

² Pourquoi avez-vous si peu investi sur la production et l'utilisation de la forme organique ?

Explicites



Exploques

Par qui quand, sur quoi ?

Explicitez

Aviez-vous reçu de l'aide d'un projet pour produire de la fumure organique? ☐ Oui ☒ Non

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85															

Annexe 2. Questionnaire d'enquête étape 2 et 3

ENQUETE ETAPE 2 et 3 : OBJECTIFS, SYSTEME DE PRODUCTION ET EVALUATION

Section 0 : ENQUETEUR ET LIEUX D'ENQUETE

Date d'enquête.....	Commune.....
Nom de l'enquêteur.....	Département.....
Nom de l'enquête.....	Village.....
Fiche n°.....	Distance depuis le village.....km
Zone agro-écologique.....	

« Au cours de notre 1^{er} entretien, nous avons discuté de vos pratiques de production et d'utilisation de FO, nous cherchons maintenant à comprendre vos pratiques et comprendre les objectifs que vous recherchez »

Section 1 : OBJECTIF GLOBAL DU CHEF D'EXPLOITATION

Pourriez vous classer les objectifs suivants par ordre d'importance croissante (1 = le plus important, 3 = le moins important)

- Gagner de l'argent, Epargner des sous, Etre Riche.....
- Avoir des champs fertiles et des animaux en bonne santé.....
- L'Harmonie en famille et les bonnes relations avec les voisins.....

Avez vous d'autres objectifs ? :

Expliquez :

Sur quelle base dite vous que la campagne a été bonne ? Expliquez

Pourriez vous expliquer vos objectifs d'entretien de la fertilité des champs et de l'utilisation de la FO ? (choisir une réponse)

- Epuiser la fertilité naturelle des sols, puis partir sur un autre champ.....
- Eviter que les sols se fatiguent et que sa fertilité baisse ?.....
- Relever la Fertilité du sol pour avoir des rendements meilleurs et réguliers ?.....

Nous avons remarqué que vous aviez une façon particulière de produire et d'utiliser la FO : lui rappeler ce qui le caractérise....

Pourquoi avez vous décidé de faire comme cela ?

Qu'est-ce que doit vous apporter une pratiques de production de FO intéressante ? Expliquez

SECTION 1 : CARACTERISTIQUES STRUCTURALE DE L'EXPLOITATION

Composition de la main d'œuvre

Ya-t-il des personnes étrangères qui travaillent sur l'exploitation ? OUI NON

	Famille		Main d'œuvre extérieure	
	Nb	Actifs sur l'exploitation (nb)	Nb	Temps de travail (jour/an)
Chef de ménage (>15 ans)				
Homme de + 60 ans				
Femme de + 60 ans				
Homme (15 à 59 ans)				
Femme (15 à 59 ans)				
Jeunes enfants (0 à 14 ans)				

2. Les bâtiments et équipements agricoles

Vous nous avez dit que vous avez :

Type	Nombre	Age (nb d'année)	Type	Nombre	Age (nb d'année)
Charrues			Charrette bovine		
Semoirs			Charrette asine		
Sarclours			Tombereau		
Corps butteurs			Tracteurs		
App. A dos			Vélo / Moto		

Type de bâtiments d' »	Nb	Type de matériaux			Age (± 20ans)	Superficie (Largeur x longueur)
		Bois	Banco	Ciment		
Etable 1						
Hangar / stock du fourrage						
Parc à bétail						

Accessibilité à l'eau : Élevage et production fumure organique

Sources d'eau (Se)	Localisation	Distance Se Fosses (km)	Distance Se parcs (km)

Consommations d'énergie directe : carburants par les petits véhicules et tracteurs : Quelle quantité de carburants avez-vous consommé pour les activités agropastorales avec les différents véhicules de l'exploitation et la location ? de janvier 2012 à décembre 2012

Type de travaux	Type d'engin	Quantité consommée	OU Eléments pour estimation de la consommation	Type de carburant	Est-ce une location ?	Coûts de la location
	Moto, moto-taxi, tracteur...	Litre/an ou l/heure		Essence ou gasoil	Oui / Non	Fc/ja
Labour			ha :			
Transport de la FO de l'UP			Km :Nb de voyage :			
Transport de la FO achetée			Km :Nb de voyage :			
Transport d'eau			Km :Nb de voyage :			
Transport des récoltes			Km :Nb de voyage :			
Transport des résidus			Km :Nb de voyage :			
Autre transport			Km :Nb de voyage :			
Egrenage			Km :Nb de voyage :			

Section 2 : Gestion de la fumure organique Vous nous avez dit que vous UTILISEZ / N'UTILISEZ PAS de la fumure organique au champ

Vous nous avez dit que vous produisez les types de FO suivant :

Type	Nb	Localisation (cours ou champ)	Construite (oui/non Si oui matériaux)	Dimension : Long * largeur * Profondeur (m)	Âge de l'installation (nb d'année)	Dans quel contexte avez-vous commencé à pratiquer ces techniques ? (héritage des parents, projet, formations, contacts avec autres producteurs, etc...)
Tas d'ordures						
Fosse 1						
Fosse 2						
Fosse 3						
Parc à bétail 1						
Parc à bétail 2						
Autres :						
Parcage directe :	X	Champs				

Achetez vous de la FO en plus de celle produite ? OUI NON Si oui, quelle quantité de FO avez vous achetée ?

Aupres de qui avez vous achetée cette fumure organique ?

Vous nous avez dit que vous produisez la FO avec les éléments suivant, à quelle période réalisez-vous les travaux et qui réalise ces travaux ?

Lieu de production de FO :	Période	Eléments utilisés		Main d'œuvre familiale		Main d'œuvre extérieure		Travail animal	
		Type d'éléments utilisés	Quantité utilisée (kg / charr)	Travailleur (nb de personne)	Temps de travail (nb de jour)	Travailleur (nb de personne)	Temps de travail (nb de jour)	Nb d'animaux de trait et type (âne / bœuf)	Temps de travail (nb de jour)
Remplissage									
Arrosage									
Retournement									
Autre :									
Vidange		Quantité produite :							
Epandage de la FO		Choix zone épandage :							
									

Le parage direct sur les champs :

Vous nous avez dit que vous réalisez le parage direct sur les champs : OUI NON

Si oui : Comment choisissez-vous le (les) lieu(x) de parage des animaux sur le champ ?

	Description de l'endroit	Nb d'animaux	Durée de présence par jour (h/jour)	Durée de présence (jour/an)
Endroit 1				
Endroit 2				
Endroit 3				
Endroit 4				
Endroit 5				
Endroit 6				

Construction et déplacement du parc

	Période	Type d'éléments utilisés	Main d'œuvre familiale		Main d'œuvre extérieure	
			Travailleur (nb de personne)	Temps de travail (nb de jour)	Travailleur (nb de personne)	Temps de travail (nb de jour)
Construction						
Déplacement 1						
Déplacement 2						
Déplacement 3						
Déplacement 4						
Déplacement 5						
Déplacement 6						

Production de la fumure organique : Pouvez estimer la quantité de FO produite, utilisée, vendue ou achetée au cours de l'année (pour la campagne agricole 2012) ?

Type de fumure organique	Quantité produite	Quantité utilisée	Quantité achetée	Quantité vendue	Prix de vente	Lieu de vente
	Kg ou charrette	Kg ou charrette	Kg ou charrette	Kg ou charrette	Fctu	Nom ou km
Fosse 1						
Fosse 2						
Fosse 3						
Fosse 4						
Parc 1						
Parc 2						
Parc 3						
Parc 4						

Section 3. SYSTEME DE CULTURE

Comment organisez-vous la rotation de vos cultures sur les champs ?

Pour les parcelles ayant reçue de la FO ?

Itinéraire technique des principales cultures : coton, maïs, sorgho, ...

Culture :		Surface (ha) :					
ITK	Intrants	Main d'œuvre			Travail animale		
		Nb personnes	Nb de jours	Heures/jour	Nb animaux	Nb de jours	Heures/jour
Apport de fumure organique	Type de FO : Qté de FO : Surface avec FO :						
Labour							
Semis	Qté semence/ha :						
Re-semis	Qté semence/ha :						
Herbicides Totale (Gramoxone, roundup)	Qté herbicide/ha : Type :						
Herbicides Sélectif	Qté herbicide/ha : Type :						
Désherbage manuel							
Sarclage							
Buttage							
Apport NPK	Nb de sac :						
Apport Urée	Nb de sac :						
Traitement insecticides	Qté /ha : Type :						
Récolte	Production :						

1. Les intrants des cultures

Achat des intrants agricoles : Quel quantité d'intrants agricoles avez-vous achetés ou pris à crédit et où les avez-vous achetés ? (campagne 2012)

Categories d'intrants	Type	Quantité	Coût unitaire	Lieu d'achat	Type de transport
		kg, litre, nb de sacs, ...	Fcfa	Km, nom	Moto, moto-taxi, vélo
Semences	Coton normal				
	Coton OGM				
	Sorgho				
	Mil				
	Niébé				
	Arachide				
	Mucuna				
	Riz				
Herbicides totaux	Gramoxone				
	Touch Down				
	Round Up				
Herbicides sélectifs	Altram				
	Cotodon				
	Action 80				
Engrais	NPK				
	Urée				
FO	FO				
Insecticides	Conquest				

Main d'œuvre pour le système agricole : Préciser le temps de travail effectuée pour chaque culture par la main d'œuvre familiale et salariée ? (campagne 2012)

Culture :			Superficie : (ha)				
Type d'activité	Main d'œuvre familiale		salariée		Travail animale		coût global
	Nb de personne	Durée du travail	Nb de personne	Durée du travail	Paire de bœufs	Durée du travail	Fcfa
	<i>nb</i>	<i>Nb de jour</i>	<i>nb</i>	<i>Nb de jour</i>	<i>nb</i>	<i>Nb de jour</i>	
Apport fumure							
Labour							
Semis							
Re-semis							
Herbicide							
Desherbage							
Sarclage							
Buttage							
Epannage d'engrais							
Traitement insecticide							
Recolte							

Production agricole : quelle quantité de produit agricole avez vous produite, autoconsommée et vendue, de janvier à decembre 2012 ?

Type de produits	Quantite produite	Quantite autoconsommee	Quantite vendues	Prix de vente	Lieu de vente
	<i>Nb de sac, kg</i>	<i>Nb de sac, kg</i>	<i>Nb de sac, kg</i>	<i>Fcfa</i>	<i>Nom ou km</i>
Coton					
Maïs					
Sorgho					
Mil					
riz					
Sesame					
Arachide					
Niébé					
Mucuna					
Autre :					
Autre :					

Production de résidus : quelle quantité de résidus avez vous stockée pour le fourrage, donnée ou vendue, donné pour le pâturage des animaux (de janvier à decembre 2012) ?

Type de produits	Quantite stockee	Quantite vendues	Prix de vente	Lieu de vente	Quantite donnees pour le pâturage des animaux
	<i>kg, charrette</i>	<i>kg, charrette</i>	<i>Fcfa</i>	<i>Nom ou km</i>	<i>ha</i>
Maïs					
Sorgho					
Mil					
riz					
Sesame					
Arachide					
Niébé					
Mucuna					

Devenir des résidus de récolte

Estimez le pourcentage de vos résidus de récolte selon leur devenir

Culture	Surface (ha)	Ramassé pour le fourrage (% ou ha)	Ramassé pour la FO (% ou ha)	Consommé par les animaux de l'UP (% ou ha)	Consommé par les animaux extérieurs (% ou ha)	Brûlés (% ou ha)	Laissés sur place (% ou ha)
Coton							
Mais							
Mil							
Sorgho							
Arachide							
Niébé							
...							

Section 4. SYSTEME ELEPAGE

Composition du troupeau, et mouvement dans le troupeau

Type d'animaux	Nb	Données sur un an jusqu'au moment de l'enquête						
		Naissance (nb)	Vente (nb)	Mortalité (nb)	Don (nb)	Achat (nb)	Montant ventes achats (Fcf)	Coût des soins (Fcf)
Bovins élevage								
Bovins trait								
Asins								
Caprins								
Ovins								
Porcins								
Autres								

Production de lait

Nb de Vache laitière	Production de lait par vache (litre/vache)	Durée de la production (jour)	Production annuelle (litre)

Quelle quantité de lait avez-vous produite, consommée et vendue et où l'avez-vous vendu de janvier à décembre 2012 ?

Saison	Lait trait	Lait consommé	Lait vendu	Lieu de vente	Prix du litre	Fréquence de vente	Véhicule Utilisé
	litre	litre	litre	litre	Fcf/litre	nb de fois/semaine	Moto, moto-taxi, vélo...
Saison Sèche chaude							
Saison pluvieuse							
Saison sèche froide							

Stabulation et de divagation des animaux

Type d'animaux	Nombre (*)	Stabulation jour et nuit (nb jour)	Stabulation à la concession ou au parc (nb jour)	Divagation nocturne (nb jour)	Transhumance (nb jour)
Bovins élevage					
Bovins trait					
Asins					
Caprins					
Ovins					
Porcins					
Autres					

Durée de stabulation des animaux, conduite aux pâturages et transhumance : pouvez indiquer le temps de présence dans le par cet sur les parcours/ transhumance pour chaque catégorie d'animaux ?

Type d'animaux	Nombre d'animaux	Durée de stabulation complète	Durée de stabulation nocturne	Durée de divagation nocturne (pas de parcage)	Durée de la transhumance
	<i>nb</i>	<i>Nb de jour</i>	<i>nb de jour</i>	<i>Nb de jour</i>	<i>Nb de jour</i>
Bœuf d'élevage					
Bœuf de trait					
Asins					
Caprins (chevre)					
Ovins (moutons)					
Porcins					

1. Les aliments achetés ou vendus

Quelle quantité d'aliments avez-vous achetée ou vendue pour l'affouragement des animaux, de janvier 2012 à décembre 2012 ?

Type		Quantité achetée	Prix achat	Quantité vendue	Prix vente	Lieu de livraison
		<i>kg de MS</i>	<i>Ft/kg</i>	<i>kg de MS</i>	<i>Ft/kg</i>	<i>Nom / km</i>
Fourrages	Fourrage vert					
	Foin naturel					
	Ensilage					
	Paille de maïs					
	P. graminées					
	Fanes arachide					
	Fanes niébé					
	Fanes mucuna					
Concentrés	Tourteaux de coton					
	Son de céréales					
	Drèche					
	Mélasse					
CMV	Sel					
	Pierre à lécher					

Traitement vétérinaire : pouvez indiquer le coût moyen des frais vétérinaires que vous avez effectués de janvier à décembre 2012 ?

Type d'animaux	Deparasitage	Vaccination
Bœuf d'élevage		
Bœuf de trait		
Asins		
Caprins (chèvre)		
Ovins (moutons)		
Porcins		

Vente, autoconsommation et achat d'animaux : qu'avez vous vendu, autoconsommé ou acheté comme animaux de janvier à décembre 2012 ?

Type d'animaux	Quantité autoconsommée	Quantité vendue	Prix de vente	Lieu de vente	Quantité achetée	Prix d'achat
	<i>nb</i>	<i>nb</i>	<i>Fcfa</i>	<i>km</i>	<i>nb</i>	<i>Fcfa</i>
Bœuf d'élevage						
Bœuf de trait						
Asins						
Caprins (chèvre)						
Ovins (moutons)						
Porcins						

Main d'œuvre pour le système d'élevage

Pouvez-vous décrire une journée moyenne de travail liée au troupeau pour chaque saison en détaillant le type de travail, la fréquence et le nb de personnes impliquées ? *Type de travaux : nettoyage du parc, conduite au pâturage, affouragement, abreuvement, traite du lait, soin vétérinaire*

du _____ au _____		5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h
Main d'œuvre familiale																	
Main d'œuvre salariale : coût (Fcfa)																	

Annexe 3. Facteurs de conversion utilisés pour les résidus de culture

	Charrette Tombereau	Charrette petit plateau	Charrette grand plateau	Référence
Tiges Sorgho	148	191	240	
Fanes légumineuse	35	50	60	
Tiges mil	190	250	300	Blanchard, communication personnelle
Tiges maïs	70	85	110	
Tiges riz	80	120	140	

Annexe 4. Liste des facteurs de conversion utilisés pour la fumure organique

	Grand plateau	Petit plateau	Tombereau	Référence
	400 kg MS	330 kg MS	300 kg MS	Blanchard, communication personnelle
Fumure organique			5 brouettes	A dire d'acteurs
			1/8 remorques de tracteurs	A dire d'acteurs

Au cours d'une nuit de parage, 1 UBT produit 1,5 kg de déjection (Berger, 1996).

Annexe 5. Liste des indicateurs utilisés pour l'évaluation de la durabilité

Nom de l'indicateur	Méthode ou principe de calcul ; références (unité)	Piliers de la durabilité (Landais, 1998)
Performances techniques		
Quantité de fumure organique par hectare	Quantité de fumure organique utilisée déclarée rapportée à la surface cultivée (kg MS/ha)	Reproductibilité / Viabilité
Quantité de fumure organique importée	Quantité de fumure organique importée déclarée rapportée à la surface cultivée (kg MS/ha)	Reproductibilité
Rendement des principales cultures	Production de coton et de maïs déclarée rapportées à la surface cultivée en coton ou maïs (kg/ha)	Viabilité
Couverture des besoins des sols	Rapport entre la fumure organique utilisée et les besoins des sols en fumure organique, correspondant à 2,5 tMS/ha/an ; Berger, 1996 (%)	Reproductibilité
Performances économiques		
Valeur ajoutée brute (VAB)	Différence entre les produits bruts et les consommations intermédiaires pour le système de culture et le système d'élevage ; Ferraton et Touzard 2009 (FCFA/an)	Viabilité
Consommation intermédiaire	Somme des quantités de biens par leur prix unitaire additionné de la somme des quantités de services par leur prix pour le système de culture et le système d'élevage ; Ferraton et Touzard 2009 (FCFA/an)	Viabilité
Produit Brut	Somme des quantités de produits par leur prix unitaire pour le système de culture et le système d'élevage ; Ferraton et Touzard 2009 (FCFA/an)	Viabilité
Performances environnementales		
Efficience énergétique	Rapport de la somme des productions d'énergie (ou sorties) sur la somme des consommations d'énergie (ou entrées), évaluée par la méthode PLANETE adaptée ; Dollé, 2007 ; Bochu, 2002 ; Bénagabou, 2011	Reproductibilité
Consommation d'énergie	Somme des énergies non-renouvelables consommées additionnée de la somme des énergies indirectes consommée pour la production et le transport des intrants de l'agriculture et de l'élevage, évaluée par la méthode PLANETE adaptée ; Dollé, 2007 ; Bochu, 2002 ; Bénagabou, 2011 (MJ/an)	Reproductibilité
Production d'énergie	Somme des énergies contenues dans les produits de l'agriculture et de l'élevage, évaluée par la méthode PLANETE adaptée ; Dollé, 2007 ; Bochu, 2002 ; Bénagabou, 2011 (MJ/an)	Reproductibilité
Bilan azoté apparent (BAA)	Différence entre la somme des productions azotée (ou sorties) et la somme des consommations azotées (ou entrées) de l'exploitation ; Simon et Le Corre, 1992 (kg N/an)	Reproductibilité
Consommation azotée	Somme des quantités d'intrants par leur teneur en azote pour le système agricole et d'élevage (kg N/an)	Reproductibilité
Production azotée	Somme des quantités d'éléments sortant de l'exploitation par sa teneur en azote pour le système agricole et d'élevage (kg N/an)	Reproductibilité
Performances sociotechniques		
Temps de travail investi	Nombre de jour de travail pour le système agricole et le système d'élevage par unité de travailleur (homme.jour)	Vivabilité
Energies liés au travail humain et animal	Temps de travail des hommes et des animaux convertis en énergie par des coefficients énergétiques spécifiques à l'activité, le type de travailleurs ou l'espèce animale, évaluée par la méthode PLANETE adaptée, Bochu, 2002 ; Bénagabou, 2011 (kcal)	Vivabilité