

# Diversité et dynamique des exploitations agricoles mixtes agriculture-élevage au sud du Mali

Ousmane Mama Sanogo<sup>1,2</sup>  
Nico de Ridder<sup>2</sup>  
Herman van Keulen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut d'économie rurale (IER)  
Programme ESPGRN  
BP 186  
Sikasso  
Mali  
<Ousmane.mamasanogo@wur.nl>

<sup>2</sup>Université de Wageningen  
Département Système de production  
des plantes (PPS)  
Bornsesteeg  
1-09A-004  
6708GA Wageningen  
Pays-Bas  
<Nico.deRidder@wur.nl>  
<Herman.vankeulen@wur.nl>

## Résumé

Pour identifier les possibilités d'amélioration à long terme de la productivité des systèmes de production agriculture-élevage, il faut identifier les ressources disponibles et leur allocation au sein des différentes catégories d'exploitations agricoles. Les objectifs de cette étude sont de mieux cerner la diversité des exploitations agricoles, de décrire la dynamique des exploitations et d'évaluer leur développement. Une base de données correspondant au suivi de 32 exploitations agricoles pendant onze ans (de 1994 à 2004) a été analysée à l'aide de méthodes statistiques multivariées (analyse en composantes principales et en *clusters*). Ces méthodes ont permis de distinguer quatre classes d'exploitation. La première classe est constituée de 13 % des exploitations, la deuxième classe représente la majorité des exploitations (69 %), les troisième et quatrième classes en regroupent chacune 9 %. Le nombre d'unités de bétail tropical (UBT) est significativement différent d'une classe à une autre. Entre 1994 et 2004, le nombre d'UBT a progressé de 35 à 57 dans les exploitations de la classe 1 et de 0,9 à 1,1 dans celles de la classe 4. Le nombre d'actifs est passé de 14 à 21 (classe 1) et de 2 à 3 (classe 4). Dans l'assolement des cultures, la place des champs de coton a évolué de 39 à 41 % (classe 1) et de 7 à 0 % (classe 4). L'indice de changement des exploitations (ICE) par classe dans la zone de Koutiala pour la période 1994-2004 indique une tendance à l'intensification et au développement des grandes exploitations. En revanche, les petites exploitations ont tendance à disparaître.

**Mots clés :** analyse multivariée ; diversité ; évolution ; exploitation agricole ; Mali.

**Thèmes :** économie et développement rural ; méthodes et outils ; productions animales ; productions végétales.

## Abstract

### Diversity and dynamics of mixed crop-livestock agricultural households in Southern Mali

To identify possible interventions to improve long-term productivity of crop-livestock systems, quantification of available resources and their allocation according to different household categories is necessary. The objectives of this study were to increase understanding of farm diversity, describe household dynamics and assess their development. The 32-farm ESPGRN Sikasso database, followed from 1994 to 2004, was analyzed using multivariate methods (Principal Component Analysis and Cluster Analysis) to generate 4 household classes. The first class consists of 13% of the farms. The second class represents the majority of the farms (69%). The third and fourth classes consist of 9% each. The number of Tropical Livestock Units (TLU) differed significantly among classes ( $P < 0.001$ ). Between 1994 and 2004, the number of TLU increased from 35 to 57 (class 1) and from 0.9 to 1.1 (class 4). Family labor changed from 14 to 21 (class 1) and from 2 to 3 (class 4). The proportion of cotton in cropped areas changed from 39 to 41% (class 1) and from 7 to 0% (class 4). The index of change for households (ICH) in the Koutiala area averaged per class indicates a trend of intensification and development of large farms, while the small farms tend to disappear.

Pour citer cet article : Sanogo OM, de Ridder N, van Keulen H. Diversité et dynamique des exploitations agricoles mixtes agriculture-élevage au sud du Mali. *Cah Agric* 2010 ; 19 : 185-93. DOI : 10.1684/agr.2010.0401

Tirés à part : O. M. Sanogo

**Key words:** diversity; evolution; farms; Mali; multivariate analysis.

**Subjects:** animal productions; economy and rural development; tools and methods; vegetal productions.

En Afrique subsaharienne, les petites exploitations agricoles ont des possibilités et des besoins différents. Pour comprendre le fonctionnement et la structure des systèmes agricoles en Afrique, l'analyse systémique des exploitations est essentielle (Giller *et al.*, 2006a). En effet, l'adoption de nouvelles technologies au sein d'une exploitation dépend de sa structure et de son fonctionnement (Mbetid-Bessane *et al.*, 2003).

Au Mali, particulièrement dans la zone méridionale, la culture du coton a favorisé l'équipement des exploitations et l'achat de bœufs pour la traction animale, elle a permis aussi aux agriculteurs de dégager des surplus de production commercialisables et de capitaliser leur épargne dans l'élevage en vue de mieux sécuriser les revenus. La plupart des exploitations sont passées de la culture manuelle à la culture attelée : plus de 84 % des exploitants ont recours aujourd'hui à la traction animale et disposent d'équipements attelés (Dufumier, 2005). Ces changements techniques ont facilité l'extension rapide des surfaces cultivées au détriment des parcours. On assiste à une régression, voire une disparition des jachères et une réduction progressive des zones de pâturage (Bosma *et al.*, 1996 ; Kanté, 2001). Dans un tel contexte, le problème de développement durable des systèmes de production associant l'agriculture et l'élevage se pose.

La typologie d'exploitation actuellement utilisée (catégorisation des systèmes de production) a été mise en place vers les années 1980 ; elle ne prend essentiellement en considération que le niveau d'équipement et le nombre des animaux. Cette classification répondait aux besoins de la CMDT (Compagnie malienne pour le développement des textiles) lorsqu'elle mettait surtout l'accent sur l'équipement des exploitations en matériels de culture attelée. Cette typologie encore utilisée de nos jours ne permet plus d'appréhender le fonctionnement et le devenir des systèmes de production (Dufumier, 2005). Cette étude s'intéresse à la compréhension de la structure et du fonctionnement des exploitations, leur catégorisation et l'identification des axes d'interventions prioritaires pour les différents types d'exploitation.

Elle a donc pour objectifs :

- d'élaborer une typologie des unités de production se référant à l'année 1994 ;
- d'analyser les trajectoires d'évolution des types sur la période 1994-2004, leurs déterminants, les conséquences sur le fonctionnement et la diversité des unités de production ;
- de présenter une typologie actualisée en 2004 ;
- d'en déduire des axes d'interventions prioritaires actualisés.

## Matériel et méthode

### Zone d'étude

L'étude a été menée dans les villages de Try (12° 16' N et 5° 23' O), N'Goukan (12° 21' N et 5° 19' O) et M'Péresso (12° 17' N et 5° 20' O), situés à environ 20 km de Koutiala au Mali. Ces villages sont situés dans la zone semi-aride (climat nord-soudanien). Ils reçoivent en moyenne 800 mm de pluie par an. Les températures moyennes varient entre 22° C et 35° C (Kanté, 2001).

La densité de la population varie de 58 habitants par km<sup>2</sup> (Try) à 107 habitants par km<sup>2</sup> (N'Goukan). Le principal groupe ethnique est celui des Miniankas, mais on rencontre également des Peuls, Dogons, Bambaras, Senoufos et Sarakolés. L'élevage y constitue l'une des principales activités et représente, après le coton, la deuxième source de revenus pour les paysans.

### Choix des exploitations et collecte des données

Le choix des exploitations a été fait par un tirage aléatoire s'appuyant sur la typologie de l'Institut d'économie rurale (IER) IER-CMDT (type A : exploitations dotées de deux chaînes d'attelages et d'un troupeau bovin d'au moins 10 têtes ; B : exploitations dotées d'une chaîne d'attelage et d'un troupeau inférieur à 10 têtes ; C : exploitations dotées d'une chaîne d'attelage incomplète et D : exploitations limitées au travail manuel par manque d'équipement). Les données proviennent

de la base de données de l'Équipe système de production et gestion des ressources naturelles (ESPGRN) de l'IER à Sikasso. Les données qui ont été utilisées portent sur 32 exploitations agricoles qui ont été suivies sur 11 ans (1994-2004 ; n = 352).

### Choix des variables pour la catégorisation des exploitations

Initialement l'ensemble des variables (30) figurant dans la base des données de l'Équipe Système de production et gestion des ressources naturelles (ESPGRN) Sikasso a été analysé. Néanmoins, nous avons estimé qu'il était préférable de se limiter à environ 8-10 variables pour catégoriser les 32 exploitations avec des méthodes multivariées. Le choix des variables retenues pour l'analyse a été fait en utilisant l'analyse en composantes principales (ACP).

Cette méthode statistique essentiellement descriptive permet en effet d'identifier les variables qui expliquent le mieux la différence entre les objets. Elle permet de réorganiser l'ensemble des variables, de savoir comment elles sont structurées tout en indiquant celles qui sont liées ou non. Les résultats de l'ACP consistent en la matrice de corrélation des variables, la part de la variance expliquée par les différentes composantes principales et la contribution des variables dans la formation de ces composantes.

L'ACP a été utilisée d'abord pour identifier les variables corrélées et non entre elles en faisant une analyse des données de 1994 à 2004 avec l'ensemble des variables (30). Les résultats de cette ACP ont en outre servi à sélectionner les variables pertinentes pour la catégorisation des exploitations.

### Analyses des données pour la génération de la typologie

Les variables sélectionnées ont été utilisées pour la catégorisation des exploitations chaque année (de 1994-2004), mais seules les descriptions des classes

obtenues en 1994 (année de base) et en 2004 (année de référence) ont été faites. Deux méthodes multivariées (MVA), notamment l'analyse en *clusters* et l'échelle multidimensionnelle non métrique (*multi-dimensional scaling*, MDS) ont servi pour la catégorisation des exploitations.

### Analyse en *clusters* (AC)

L'analyse en *clusters* vise à trouver des « groupes naturels » de l'échantillon de sorte que les exploitations appartenant au même groupe soient similaires entre elles et se distinguent de celles des autres groupes. Dans cette étude l'agrégation hiérarchique (classification ascendante hiérarchisée [CAH]) a été utilisée. Cette technique prend la matrice de corrélation comme point de départ et successivement repartit l'échantillon en différents groupes et les groupes en *clusters* en commençant par la similarité naturelle la plus élevée, et en diminuant graduellement le niveau de similarité des groupes formés (Clarke et Warwick, 2001). L'ACP sert à caractériser les exploitations alors que la CAH permet de les regrouper selon les variables considérées (MBetid-Bessane *et al.*, 2003).

### Analyse selon l'échelle multidimensionnelle non métrique (MDS)

Pour la formation des groupes finaux, la CAH a été combinée avec une autre méthode d'analyse multivariée, l'analyse MDS (Kruskal, 1964). Son but est de construire la carte ou la configuration de l'échantillon de classification dans une dimension spécifique, laquelle essaye de satisfaire toutes les conditions imposées par la matrice de (dis) similarité. L'*input* nécessaire est la matrice de similarité produite par la CAH et les *outputs* incluent le graphique avec la configuration MDS à deux ou trois dimensions. Dans ce contexte, la configuration à deux dimensions a été adoptée.

Un test de signification pour l'analyse de différence entre les groupes d'exploitations a été effectué en faisant une analyse de similitude (*analysis of similarities*, ANOSIM) (Clarke et Warwick, 2001).

### Méthode d'évaluation de l'évolution des exploitations

L'« indice de changement des exploitations » (ICE) est utilisé pour évaluer le « développement des exploitations » dans le temps. Cet indice permet d'esti-

mer le changement de l'exploitation pendant une période donnée en considérant des variables de structure et de fonctionnement de l'exploitation. Les facteurs indiquant l'intensification agricole et l'orientation vers le marché sont considérés comme des variables positives, et les facteurs indiquant l'extensification agricole et l'orientation vers l'autoconsommation comme des variables négatives. Ensuite, des scores allant de 0 à 100 ont été affectés aux variables, en commençant par l'année de base (1994) jusqu'à l'année de référence (2004). La valeur maximale d'une variable (parmi tous les groupes d'exploitations) obtient le score 100 et successivement les scores des autres variables ont été calculés comme pourcentage de cette valeur. L'indice est calculé à partir de l'équation :

$$ICE = \frac{\sum_{x=1}^n ((x_1 + x_2 \dots x_n) - (y_1 + y_2 \dots y_n))}{N}$$

où :

– ICE : indice de changement de l'exploitation ;

– x : variables positives (valeurs élevées UBT, boeuf de labour, surface en cotonniers, équipement, autosuffisance alimentaire, surface en maïs) ;

– y : variables négatives (valeurs élevées des surfaces cultivées en céréales autres que le maïs et des *inputs* de main-d'oeuvre par hectare) ;

– N : nombre total des variables.

### Logiciels utilisés

Les logiciels SPSS et Excel ont permis de faire les analyses statistiques descriptives (moyenne, somme et écart type) et les ACP. Le logiciel PRIMER-6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research, 2006) a été utilisé pour l'analyse en *clusters* et MDS, parce qu'il a la possibilité spécifique de reporter sur un même graphique les résultats de l'analyse en *clusters* et de MDS, ce qui a permis de suivre la dynamique des exploitations dans le temps.

## Résultats et discussions

### Sélection des variables pour la catégorisation des exploitations

En se basant sur la matrice de corrélation des 30 variables pour les 11 ans, certaines

variables avec de forts coefficients de corrélation ( $\geq 0,6$ ) ont été choisies (Köbrich *et al.*, 2003) pour la catégorisation des exploitations notamment le nombre d'UBT (unité de bétail tropical), les actifs, les bœufs de labour, l'équipement, la surface des céréales et la surface du coton. D'autres (bovins, population présente, attelage, ovins et caprins) ont été éliminées pour éviter leur double usage. L'urée utilisée sur le coton, la marge brute totale, la production des céréales et le revenu par personne ont été éliminés pour leur grande variabilité interannuelle. Les autres variables ont été écartées à cause de leur faible coefficient de corrélation.

Le ratio « surface cultivée/jachère » a été calculé et ajouté aux variables, parce que cette variable donne plus de renseignements sur la surface cultivée. De même, le ratio « nombre d'actifs/surface cultivée » a été ajouté pour avoir des renseignements sur l'*input* de main-d'oeuvre par hectare cultivé et l'intensification du travail.

Finalement 10 variables ont été retenues pour la catégorisation des exploitations. Elles peuvent être divisées en variables de structure (nombre d'UBT, nombre d'actifs, bœufs de labour, équipement agricole, surface du coton, des céréales et du maïs) et de fonctionnement (ratio actifs/terre cultivée, ratio surface cultivée/jachère et autosuffisance alimentaire).

### Catégorisation des exploitations

L'ACP, avec les 10 variables pour l'ensemble de l'échantillon ( $n = 352$ ), indique que 78 % de la variabilité des exploitations est expliquée par quatre composantes. La première composante, constituée par le nombre d'actifs, les bœufs de labour, l'équipement agricole et le nombre d'UBT (*figure 1*), explique 33 % de la variabilité entre les exploitations. Cette composante est nommée composante de l'élevage, ses variables permettent de différencier les grandes et les petites exploitations. La deuxième composante, représentée par la surface du coton et des céréales, explique 20 % de la variabilité entre les exploitations. Cette composante est appelée celle de l'agriculture, car ses variables permettent de connaître l'allocation des surfaces aux cultures et l'orientation de la production. La composante 3, constituée par l'autosuffisance alimentaire et le ratio actifs/surface cultivée, explique 15 % et est appelée composante de subsistance. La composante 4, formée par le ratio surface cultivée/jachère et la

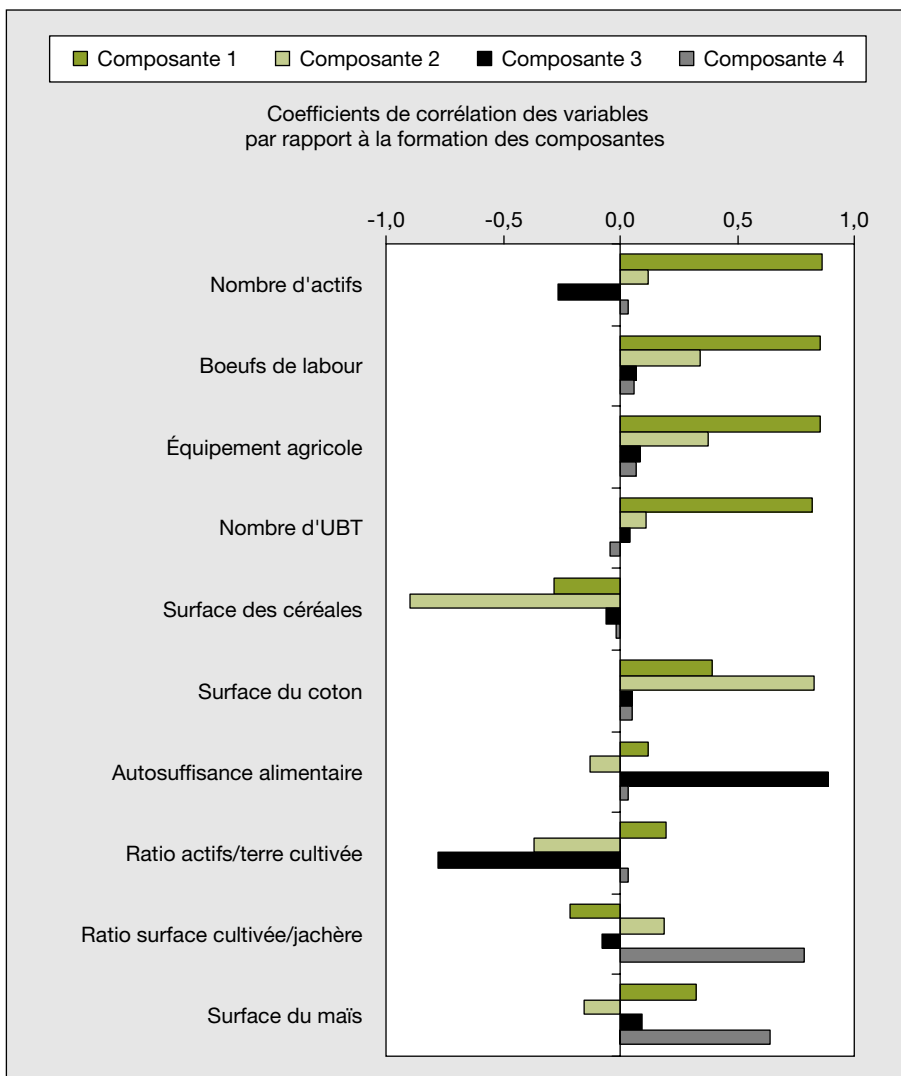


Figure 1. Contribution des variables à la formation des composantes.

Figure 1. Contribution of variables to the components formation.  
UBT : unité de bétail tropical.

surface du maïs, explique 10 % de la variabilité. Cette dernière composante est nommée composante de disponibilité de la terre.

Une assez forte corrélation négative (0,853) est observée entre la surface du coton (culture de rente) et celle des céréales (cultures vivrières) (figure 1), indiquant l'existence de différents systèmes de production où certains producteurs sont focalisés sur la culture du cotonnier (orienté vers le marché) et d'autres sur les céréales (subsistance). La corrélation négative observée entre l'autosuffisance alimentaire et le ratio actifs/surface cultivée indique une faible utilisation de la main-d'œuvre par hectare cultivé grâce à l'attelage, ce que l'on peut considérer comme une tendance d'intensification agricole.

## Formation des groupes et analyse de la dynamique des exploitations

### Analyse en clusters

La catégorisation des exploitations constitue des groupes relativement homogènes sur la base des variables utilisées dans le modèle. En réalité, il s'agit d'une classification hiérarchique ascendante des exploitations agricoles de l'échantillon en fonction des variables retenues dans l'ACP. Sur la base de ces variables, une catégorisation des exploitations a été faite pour chaque année (1994-2004). L'analyse a permis de constituer quatre groupes d'exploitations dont la description des classes formées en 1994 et en 2004 est présentée (tableau 1).

### Description de la diversité des classes d'exploitations en 1994

Le nombre d'UBT constitué principalement de bovins, ovins et caprins a varié de 35 (classe 1) à 0,9 (classe 4) (tableau 1 ;  $P < 0,001$ ). La classe 1 possédant de grands troupeaux est aussi la mieux dotée en bœufs de labour (en moyenne quatre) et en équipement agricole, ce qui lui permet de faire plusieurs opérations culturales en même temps et d'intensifier le système de production. En revanche, les petites exploitations pratiquent un système de culture extensif dû au manque d'équipement agricole. Selon M'Biandoun *et al.* (2007), la culture attelée permet d'augmenter la productivité du travail humain par l'augmentation des productions sans augmentation du travail.

L'intégration agriculture-élevage est plus avancée dans les grandes exploitations plus riches grâce à la culture du coton et à l'élevage bovin par rapport aux petites. Elle se traduit par l'utilisation de la fumure organique, de la mécanisation pour les cultures et des résidus de récoltes pour les animaux. L'élevage est la clé pour concentrer les éléments nutritifs dans le système et assurer le transfert de la fertilité entre les différentes composantes du système agraire (Giller *et al.*, 2006b ; Rufino *et al.*, 2006 ; De Ridder *et al.*, 2004).

La disponibilité d'un nombre d'actifs important au sein de l'exploitation est capitale pour l'exécution des travaux agricoles. Les grandes exploitations (classe 1) comptent en moyenne 14 actifs, contre 9 pour les exploitations de taille moyenne (classe 2). Les petites exploitations, classes 3 et 4 ont respectivement 4 et 2 actifs. Le faible nombre d'actifs des petites exploitations peut s'expliquer par le départ en exode des jeunes. Djouara *et al.* (2006) rapportent que le nombre de personnes présentes a progressé à un rythme moyen de 3 personnes par an. Cependant, les petites exploitations n'ont pas progressé suite au départ de jeunes en exode et du départ d'un ménage migrant vers le sud. La surface cultivée des exploitations est en premier liée au nombre d'actifs de l'exploitation (Guibert *et al.*, 2002 cité par M'Biandoun *et al.*, 2007). Selon Dufumier (2005), la surface emblavée en culture manuelle par actif varie d'environ 1 hectare, pour les exploitations en agriculture manuelle, à 1,5 hectare, dans celles qui disposent de la presque totalité des équipements mécanisés. La classe 1 a enregistré un faible ratio actifs/surface cultivée (0,8) par

Tableau 1. Facteurs de structure et de fonctionnement des classes d'exploitations.

Table 1. Structure and functioning indicators of household classes.

Années	Classe	Statistiques	Nombre d'UBT (nombre)	Bœufs de labour (nombre)	Équipement agricole (nombre)	Nombre d'actifs (nombre)	Ratio actifs/terre cultivée (actif/ha)	Ratio surface cultivée/jachère	Surface du coton (%)	Surface du maïs (%)	Surface des céréales (%)	Autosuffisance alimentaire (oui/non)
1994	1	Moyenne	34,6	4,3	7,0	13,8	0,8	5,6	39,2	6,6	51,2	oui
		N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Écart type	4,6	0,6	1,0	5,0	0,1	4,1	11,4	4,1	17,8	0,6
	2	Moyenne	10,1	3,3	4,6	8,7	0,8	2,3	29,5	5,0	62,5	oui
		N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
		Écart type	4,9	1,2	1,0	4,8	0,3	8,7	6,2	3,8	7,1	0,2
	3	Moyenne	2,0	1,7	2,0	3,5	0,7	1,5	22,9	0,0	72,2	oui
		N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Écart type	0,9	0,6	0,0	1,0	0,2	1,1	4,5	0,0	4,3	0
	4	Moyenne	0,9	0,0	0,0	2,2	1,3	1,4	6,8	6,4	92,4	non
		N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Écart type	0,2	0,0	0,0	0,3	0,4	2,1	11,8	11,0	11,2	0,0
		<b>Valeur P</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>0,061</b>	<b>0,891</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>0,271</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
		<b>Signification</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>S</b>	<b>NS</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
2004 (Typologie actualisée)	1	Moyenne	56,9	8,0	8,3	20,8	1,0	9,14	41,3	12,6	53,7	oui
		N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		Écart type	16,7	2,8	1,7	5,7	0,1	14,1	7,9	2,4	8,7	0,5
	2	Moyenne	14,9	3,8	5,3	11,3	0,9	3,6	38,1	9,1	55,9	oui
		N	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
		Écart type	8,1	1,3	1,6	4,9	0,3	23,15	9,4	4,6	9,2	0,5
	3	Moyenne	4,4	1,3	2,3	4,0	0,6	2,4	36,4	5,6	59,5	oui
		N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Écart type	1,8	1,2	2,5	0,9	0,2	0,3	12,0	4,9	8,3	0
	4	Moyenne	1,1	0,0	1,0	2,8	1,7	1,0	0,0	0,0	84,2	non
		N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Écart type	0,2	0,0	0,0	1,4	1,5	0,3	0,0	0,0	27,3	0
		<b>Valeur P</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>0,95</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>&lt; 0,05</b>
		<b>Signification</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>NS</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>

UBT : unité de bétail tropical ; S : significatif ; NS : non significatif.

rapport à la classe 4 (1,3). Le plus petit ratio indique une moindre utilisation de main-d'œuvre par ha cultivé ce qui est le signe d'une amélioration de la productivité du travail due à la culture attelée bovine pour la classe 1. Le ratio surface cultivée/jachère donne des renseignements sur la disponibilité de la terre au sein de l'exploitation. Une valeur élevée de ce ratio signifie une pénurie plus élevée de terres en jachère pour les exploitations de la classe 1 (5,6) comparées à celles de la classe 4 (1,4). Dans ce contexte, les grandes exploitations pour pouvoir continuer à cultiver les mêmes parcelles doivent intensifier leur système de production en utilisant des intrants comme la fumure organique et les engrais puisque la possibilité de mise en jachère est très faible.

Dans l'assolement des cultures, la proportion de coton a varié de 39 % (classe 1) à 7 % (classe 4) et la proportion des céréales de 92 % (classe 4) à 51 % (classe 1). L'importance du coton dans l'assolement de la classe 1 indique une tendance à la spécialisation de cette catégorie d'exploitation pour cette culture et une orientation vers le marché. Le rapport des surfaces coton/céréale pour l'ensemble des exploitations est de 41 % mais la répartition des superficies par culture est assez variable d'une exploitation à l'autre. La proportion du maïs dans l'assolement oscille entre 7 (classe 1) et 5 % (classe 2). La majorité des exploitations est auto-suffisante (classes 1, 2 et 3) en production alimentaire, à l'exception de celles de la classe 4, qui doivent faire appel à la pluriactivité.

### Analyse de (dis)similarité avec la méthode multidimensionnelle

La dynamique des exploitations dans le temps (possible changement des exploitations d'une classe à une autre) est illustrée dans la *figure 2*. Les exploitations sont groupées dans différents cercles basés sur le principe de (dis) similarité entre les exploitations, exprimé en termes de distance euclidienne. Les *outputs* en MDS sont mesurés par la valeur stress. Le stress est similaire au coefficient, mais il mesure le mauvais ajustement plutôt que la qualité d'ajustement (Clarke et Warwick, 2001).

Quatre classes d'exploitation ont été établies et chaque exploitation peut être identifiée à partir de son numéro (*figure 2*). Pour évaluer la différence entre les groupes formés, nous avons

fait une analyse de similitude (ANOSIM), l'hypothèse de différence entre les groupes.

### Analyse de (dis)similarité avec la méthode ANOSIM

Des informations pertinentes par rapport aux groupes d'exploitation en combinaison par paires avec les R statistiques permettant d'évaluer la différence entre les groupes formés de 1994 à 2004 figurent dans le *tableau 2*.

Les R statistiques indiquent le niveau de (dis) similarité entre les groupes :

- R=1 seulement si toutes les exploitations de l'échantillon dans le groupe sont similaires les unes aux autres et dissimilaire par rapport à n'importe quelle autre exploitation de l'échantillon de groupe différent (exemple groupes 3 et 1 ou 4 et 1) ;

- R est égal à zéro si les similarités inter- et intra- groupes sont en moyenne égales ;

- R sera habituellement entre 0 et 1, indiquant un certain degré de discrimination entre les groupes d'exploitation (plus R est élevé plus les groupes sont différents (dissimilaires)).

Les résultats de l'analyse de similarité (ANOSIM) confirment ceux trouvés par l'analyse MDS (*figure 2*) où la (dis)similarité est exprimé en termes de distance euclidienne. Ces résultats montrent donc une bonne consistance des groupes formés.

Une progression des exploitations en fonction de la part du coton dans l'assolement est constatée (*encadré 1*), due au revenu généré par cette culture, nécessaire pour l'amélioration des conditions de vie des exploitants. Les groupes d'exploitations diffèrent d'après le nombre d'UBT, déterminant leur progression et l'accès à la traction animale et à la fumure organique. En général, les exploitations évoluent dans le temps en fonction de la maîtrise des ressources, ce qui se traduit par une évolution des systèmes de production.

## Évaluation du « développement » des exploitations

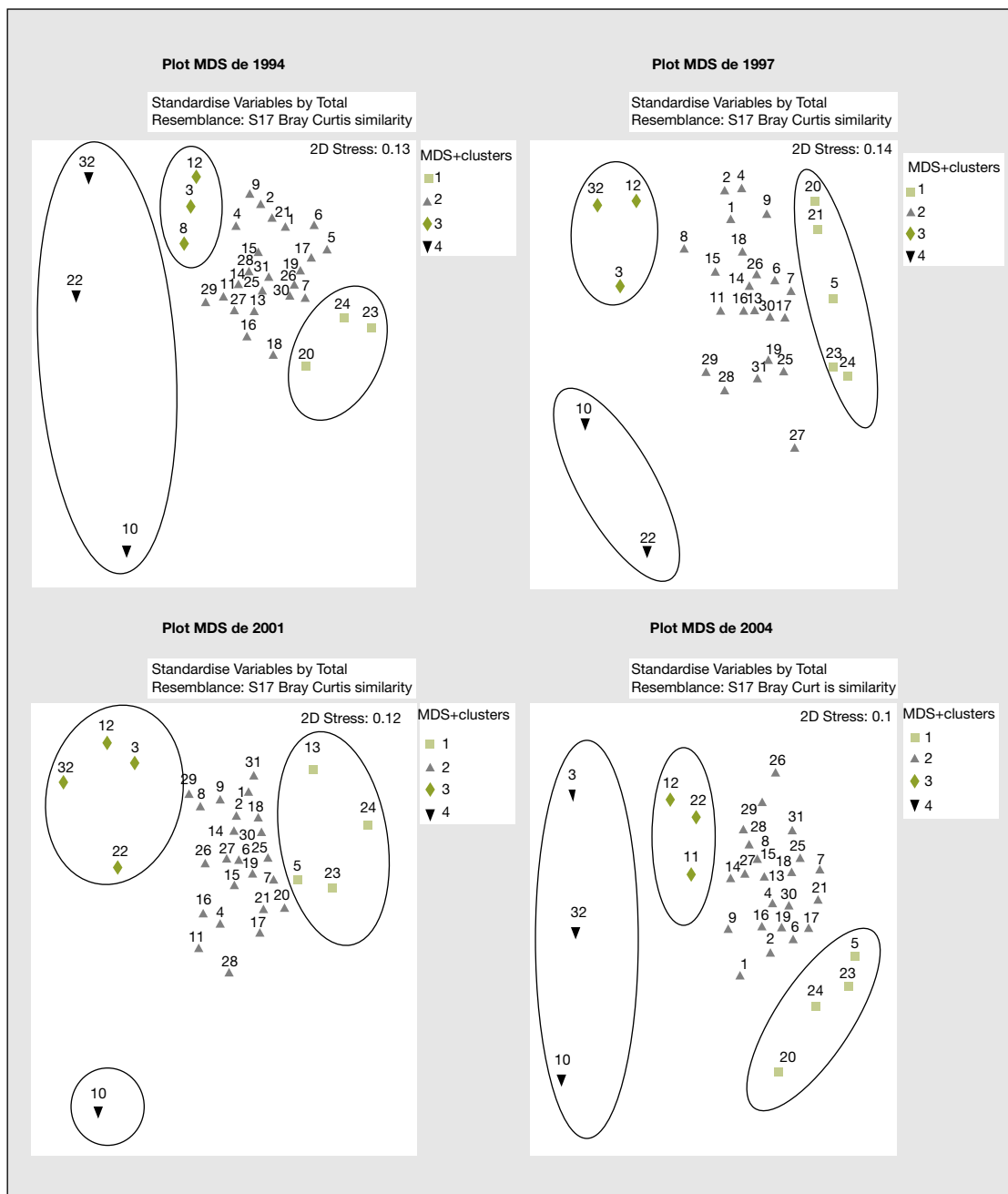
L'indice de changement des différentes classes d'exploitation au cours de la période 1994-2004 est présenté dans la *figure 3*. L'indice de changement des exploitations a été déterminé pour évaluer

le niveau de dotation en ressources dans le temps, indiquant le « développement des exploitations ». Au cours de la période 1994-2004, l'indice moyen de changement des groupes d'exploitation a été 45 (classe 1), 30,4 (classe 2), 3,8 (classe 3) et -1,5 (classe 4). La classe 1 a enregistré le plus grand indice de changement, ce qui signifie qu'elle a gagné plus de ressources au cours des 11 années comparée aux autres classes. En revanche, l'indice moyen de changement de la classe 4 est négatif indiquant un appauvrissement croissant de cette catégorie.

En effet, les grandes exploitations grâce à la culture du coton ont obtenu des revenus plus importants, qu'elles ont investi dans l'équipement agricole et dans le cheptel, ce qui a permis une intensification du système de production à travers l'utilisation de la culture attelée et de la fumure organique. La capitalisation des revenus du coton dans l'élevage (bovin) a aussi favorisé une relative spécialisation de cette activité (production laitière, embouche bovine) et une transformation progressive du système d'élevage transhumant vers un système semi-intensif (stabulation, pâture restreinte et complémentation). Mais il convient de signaler aussi que la capitalisation des revenus du coton dans l'équipement a favorisé l'extension des surfaces cultivées aux dépens des pâturages et l'augmentation du cheptel, provoquant un surpâturage des parcours et une dégradation progressive de l'environnement.

La trajectoire de l'indice d'évolution des petites exploitations (*figure 3A*) indique une tendance à la disparition de cette classe c'est-à-dire l'abandon de l'agriculture pour d'autres secteurs de production (exemple conducteur de pousse-pousse en ville, chargeur de camion, etc.). Mais on assiste aussi à l'apparition de nouvelles petites d'exploitations suite à l'éclatement des grandes. Selon Dufumier (2005), les « grandes familles » sont celles dans lesquelles les revenus par actif (ou par personne) sont fréquemment les plus élevés, et à *contrario*, les familles de petites tailles sont souvent les moins fortunées.

L'approche semble être efficace pour l'évaluation quantitative de l'évolution des exploitations (développement) et pour déterminer les tendances évolutives et les facteurs qui les sous-tendent (le nombre d'UBT, la surface du coton et du maïs, le nombre des actifs, l'équipement agricole).



**Figure 2.** Plots MDS (*multidimensional scaling*, échelle multidimensionnelle non métrique) de 1994, 1997, 2001 et 2004 indiquant les mouvements des exploitations dans le temps.

**Figure 2.** MDS plots of 1994, 1997, 2001, and 2004 indicating household movements between classes in time.

## Typologie actualisée en 2004

À partir des données de 2004 ( $n = 32$ ), quatre classes d'exploitations ont été établies, dont la première classe est constituée de 13 % des exploitations – elle est la mieux dotée en facteurs de production (*tableau 1*). La deuxième classe représente la majorité des exploitations

(69 %) ; la troisième et la quatrième classes, démunies de facteurs de production, regroupent chacune 9 %.

Le nombre d'UBT est significativement différent d'une classe à une autre ( $P < 0,001$ ). Les exploitations agricoles de la classe 1 se distinguent avec un total de 57 UBT, contre 1 pour la classe 4. L'augmentation du nombre

d'UBT (de 34 à 57) pour la classe 1 est fortement attribuée aux revenus générés par la culture du coton. Le nombre d'actifs a varié entre 21 (classe 1) et 3 (classe 4). Dans l'assolement des cultures, la place du coton a varié de 41 % (classe 1) à 0 % (classe 4), soit une progression de 2 % entre 1994 et 2004 pour la classe 1 contre une réduction

**Tableau 2. Résultats de l'analyse ANOSIM (valeur de R) de 1994 à 2004.**

Table 2. Results of ANOSIM analysis (R value) from 1994 to 2004.

Groupes	R statistiques										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2; 3	0,523	0,435	0,741	0,908	0,914	0,983	0,875	0,956	0,969	0,984	0,62
2; 4	0,995	0,991	0,986	0,986	0,969	0,999	0,987	0,999	1	1	1
2; 1	0,536	0,504	0,474	0,588	0,529	0,671	0,602	0,75	0,504	0,709	0,743
3; 4	0,556	0,926	1	0,5	1	0,583	0,833	1	0,667	0,5	0,889
3; 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,823	1
4; 1	1	1	1	0,982	1	1	1	1	1	0,99	1

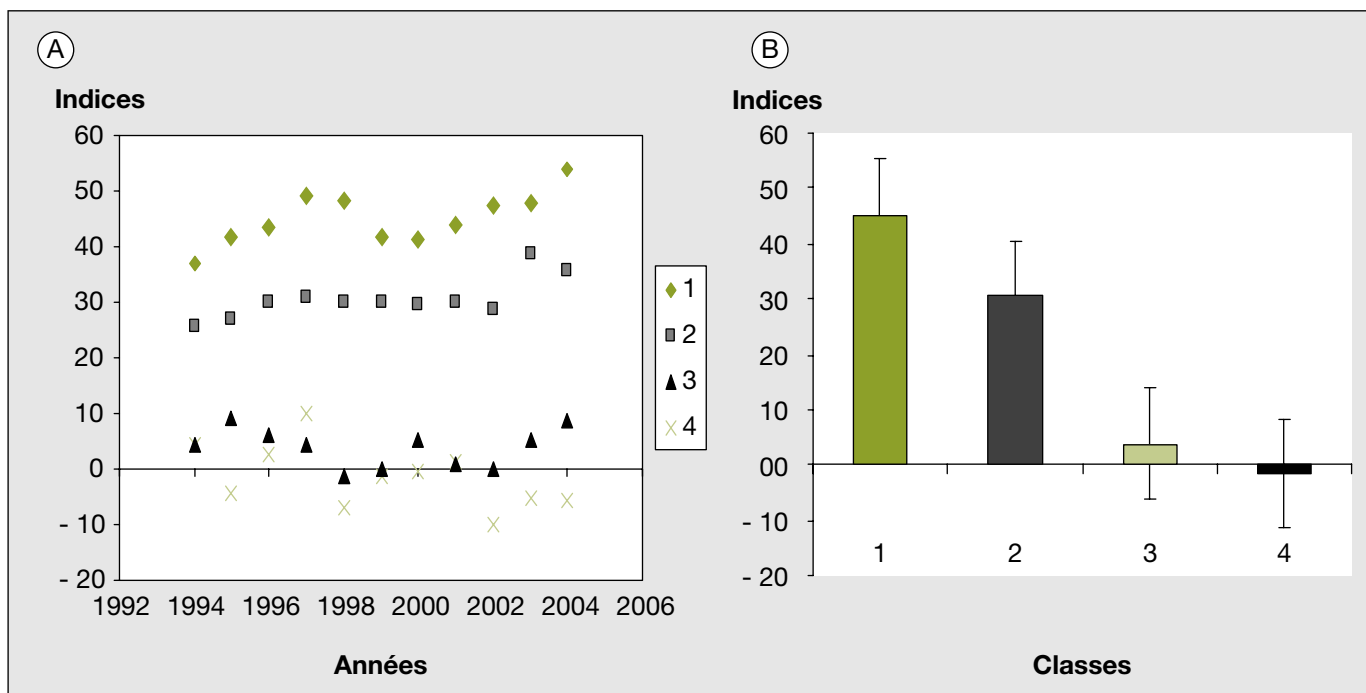
ANOSIM : *analysis of similarities*, analyse de similitudes.

### Encadré 1 Évolution de quelques exploitations individuelles

Entre 1994 et 1997, l'exploitation 32 a évolué de la classe 4 à 3 grâce à l'augmentation de la surface du coton (de 20 à 34 %) et du nombre d'unités de bétail tropical (UBT). L'exploitation 8 a progressé de la classe 3 à 2 grâce à l'augmentation du nombre d'UBT, du nombre d'actifs et de la surface du coton. L'acquisition de bœufs de labour a permis à l'exploitation 5 d'accéder à la première classe, alors que l'évolution du nombre d'UBT (48-57) et la surface du coton ont favorisé la progression de l'exploitation 21 à la classe 1.

Durant la période 1997-2001, l'exploitation 22 a progressé de la classe 4 à 3 – cette performance est expliquée par l'introduction de la culture du maïs dans le système de production (0-5 %). L'effet cumulatif de plusieurs facteurs, à savoir, l'équipement agricole (5-6), le nombre d'actifs (5-7) et la surface du coton (41-49 %) ont favorisé la progression de l'exploitation 13. La régression de l'exploitation 20 de la classe 1 à la 2 est expliquée par la diminution de la surface du coton (39-34 %).

De 2001 à 2004, l'exploitation 3 a connu une diminution du nombre d'actifs (3 à 2) et a perdu son bœuf de labour, cela a entraîné sa régression dans la classe 4. La régression de l'exploitation 11 est due à l'abandon de la culture du maïs (14 % en 2001 à 0 % en 2004). Pour l'exploitation 13, sa contre-performance s'explique par la diminution de la surface du coton. L'exploitation 20 a connu une progression grâce à l'augmentation du nombre d'UBT (de 64 à 81).



**Figure 3.** Évolution de l'indice de changement des exploitations au cours de la période 1994-2004 (A) et indice moyen de changement des exploitations des 11 années (B).

**Figure 3.** Evolution of the index of change of households during the period of 1994-2004 (A) and average index of change of households over 11 years (B).



(7 %) dans la classe 4. La proportion des céréales oscille entre 84 (classe 4) et 54 % (classe 1).

## Conclusion

Sur la base des paramètres de structure et de fonctionnement des exploitations agricoles, la typologie actualisée en 2004 comporte quatre classes. Les classes 1 (13 %) et 2 (69 %) sont caractérisées par un système de production mixte (agriculture-élevage), avec une forte production de coton (orienté vers le marché), tandis que les classes 3 et 4 (18 %) pratiquent un système de production fondé sur les céréales (orientation : subsistance). Le nombre d'UBT est significativement différent d'une classe à une autre ( $P < 0,001$ ). La main-d'œuvre familiale oscille entre 21 actifs (classe 1) et 3 (classe 4). Dans l'assolement des cultures, la proportion de coton varie de 41 % (classe 1) à 0 % (classe 4). Toutes les classes sont confrontées au manque de jachère dans leur système de production. L'analyse des exploitations individuelles a montré que les systèmes de production sont évolutifs et hétérogènes. L'indice de changement des exploitations de la zone de Koutiala indique une tendance à l'intensification et au développement des grandes exploitations. En revanche, les petites exploitations ont tendance à disparaître.

Une meilleure intégration agriculture-élevage (cultures fourragères, gestion des résidus de récolte et du fumier) peut être une opportunité pour les grandes exploitations (classe 1), afin qu'elles améliorent leur productivité et diversifient les sources de leurs revenus par la vente des produits de l'élevage (lait, viande) dans un contexte où le prix de coton (principale culture de rente) connaît des fluctuations sur le marché mondial. D'autres perspectives pour ces exploitations peuvent être la spécialisation dans la production fruitière et l'organisation en coopérative pour faciliter l'écoulement des productions sur les marchés intérieurs et extérieurs. Mais, dans ce cas, le déficit peut être la livraison de produits répondant aux normes de qualité imposées par les opérateurs. Les grandes exploitations,

grâce à leur dotation en ressources, peuvent se focaliser sur la culture du coton, lorsque son prix d'achat aux producteurs redevient intéressant.

Les exploitations intermédiaires (classe 2) doivent aller vers la diversification des activités de production tout en continuant à produire du coton malgré les difficultés actuelles de la filière. En effet, les paysans ne cultivent pas le cotonnier seulement à cause des revenus qu'il procure, mais aussi pour l'obtention de crédits d'intrants nécessaires au maintien de la fertilité des sols. Ainsi, une meilleure organisation des producteurs, leur formation et la création de fond de mutuelle au niveau des Coopérative de producteurs de coton (CPC) seraient indispensables pour éviter la mauvaise gestion des crédits et faire face aux enjeux de la libéralisation de la filière coton. Ces exploitations, ou du moins celles qui possèdent des vaches, peuvent aussi s'engager dans la production laitière, l'élevage de petits ruminants et le maraîchage de contre-saison pour améliorer les conditions de vie.

En revanche, la culture du maïs et le maraîchage de contre-saison peuvent être des opportunités pour les petites exploitations (classe 3 et 4), pour leur permettre de satisfaire les besoins alimentaires, d'améliorer les revenus de la famille et de se maintenir dans le secteur agricole. Le cas échéant, les exploitants pourront quitter l'agriculture pour d'autres secteurs. En effet, ces exploitants pratiquent généralement pour leur survie la vente temporaire de leur force de travail à d'autres exploitations (salarial agricole) et la migration (de courte durée ou définitive par abandon de l'agriculture). Il semble nécessaire de favoriser leur accès aux équipements agricoles (charrue, charrette, bœufs de labours etc.) à travers des crédits d'équipements. L'élevage de petits ruminants, de la volaille et la culture de l'arachide peuvent aussi contribuer à l'amélioration des conditions de vie de ces groupes. ■

## Références

Bosma R, Bengaly K, Traoré M, Roeleveld A. *L'élevage en voie d'intensification. Synthèse de la recherche sur les ruminants dans les exploitations agricoles mixtes au Mali-Sud*. Amsterdam ; Bamako : Institut Royal des Tropiques ; Institut d'économie rurale, 1996.

Clarke KR, Warwick RM. *Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2<sup>nd</sup> édition. Plymouth (Royaume-Uni) : Plymouth Marine Laboratory, 2001.

De Ridder N, Breman H, Van Keulen H, Stomph TJ. Revisiting a 'cure against land hunger': soil fertility management and farming systems dynamics in the West African Sahel. *Agric Syst* 2004 ; 80 : 109-31.

Djouara H, Bélière JF, Kébé D. Les exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière du Mali face à la baisse des prix du coton-graine. *Cah Agric* 2006 ; 15 : 64-71.

Dufumier M. *Etude des systèmes agraires et typologie des systèmes de production agricole dans la région cotonnière du Mali*. Programme d'amélioration des systèmes d'exploitation en zone cotonnière (PASE). Paris-Grignon : Institut national agronomique (Ina-PG), 2005. www.hubrural.org

Giller KE, Rowe E, De Ridder N, Van Keulen H. Resource use dynamics and interactions in the tropics: Scaling up in space and time. *Agric Syst* 2006a ; 88 : 8-27.

Giller KE, De Ridder N, Rufino MC, Titttonell P, Van Wijk MT, Zingore S. *Manure as a key resource to sustainability of smallholder farming systems in Africa: An introduction to the NUAN-CES framework*. In Danish report: 12<sup>th</sup> Ramiran International conference, Technology for Recycling of Manure and Organic Residues in a Whole-Farm Perspective. Aarhus : Ministry of Food, Danish Institute of Agricultural Sciences, 2006b.

Kanté S. *Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali-Sud*. Ph.D. Thesis, Wageningen University, Wageningen (Pays-Bas), 2001.

Köbrich C, Rehman T, Khan M. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multivariate analyses in Chile and Pakistan. *Agric Syst* 2003 ; 76 : 141-57.

Kruskal JB. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a non-metric hypothesis. *Psychometrika* 1964 ; 29 : 1-27.

Mbetid-Bessane E, Havard M, Djamen Nana P, Djonnewa A, Djondang K, Leroy J. Typologies des exploitations agricoles dans les savanes d'Afrique centrale. In : Jamin JY, Boukar L, Floret C, eds. *Savanes Africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*. N'Djamena, (Tchad). Montpellier (France) : Cirad/Prasac, 2003.

M'Biandoun M, Olina Bassala JP. Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun. *Cah Agric* 2007 ; 16 : 185-97. DOI : 10.1684/agr.2007.0100

Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research. *PRIMER-E v6*. Plymouth (Royaume-Uni) : PRIMER-E Ltd, 2006.

Rufino MC, Rowe EC, Delve RJ, Giller KE. Nitrogen cycling efficiencies through resource-poor African crop-livestock systems. *Agric Ecosyst Environ* 2006 ; 112 : 261-82.