

# **Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO**

-----  
**École Doctorale Lettres, Sciences Humaines et Communication**

-----  
**Laboratoire d'Études et de recherches sur les Milieux et les Territoires  
(LERMIT)**

-----  
**Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou**  
-----



**Numéro 006 - Octobre 2017**  
**Volume 1**

# R-G-O



## **Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou**

R-G-O est une revue scientifique annuelle de l'Université Ouaga I Pr Joseph KIZERBO. Éditée et diffusée par le Laboratoire d'Études et de recherches sur les Milieux et les Territoires (LERMIT), elle est dotée d'un comité scientifique. Les numéros sont publiés soit en version papier, soit en ligne, soit enfin les deux à la fois.

Les opinions émises dans les articles n'engagent que leurs auteurs. La revue n'est pas responsable des manuscrits qui lui sont confiés et se réserve le droit d'y opérer des modifications, pour des raisons éditoriales.

**UNIVERSITE OUAGA I JKZ**

-----  
**École doctorale Lettres, Sciences  
Humaines et Communication**  
-----

**Laboratoire d'Études et de  
Recherches sur les Milieux et les  
Territoires (LERMIT)**



Burkina Faso

-----  
Unité - Progrès - Justice

## **Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou (RGO)**

**Directeur de publication :** Professeur ZOUNGRANA Tanga Pierre

**Rédacteur en chef :** Professeur OUEDRAOGO François de Charles

### **Comité scientifique**

- AKIBODE Koffi Ayéchoro, Professeur, Université de Lomé
- ALOKO-N'GUESSAN Jérôme, Directeur de recherche, Univ. Cocody, Abidjan
- BOKO Michel, Professeur, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou
- BOUZOU MOUSSA Ibrahim, Professeur, Université Abdou Moumouni, Niamey
- HOUSSOU Segbè Christophe, Professeur, Université d'Abomey Calavi
- OUEDRAOGO François de Charles, Professeur, Université de Ouagadougou
- TCHAMIE Thiou Tanzidani Komlan, Professeur, Université de Lomé
- ZOUNGRANA Tanga Pierre, Professeur, Université de Ouagadougou
- AMADOU Boureima, Professeur, Université Abdou Moumouni, Niamey

### **Comité de lecture**

- OUEDRAOGO François de Charles (géographie de la santé),
- ZOUNGRANA Tanga Pierre (géographie, aménagement et SIG),
- DIPAMA Jean-Marie (géographie, environnement, SIG & Télédétection),
- YAMEOGO Lassane (géographie rurale),
- LOMPO Olivier (géographie et environnement)

### **Conseil scientifique**

- IGUE O. John (géographie économique, Cotonou)
- MENGHO Maurice Bonaventure (géographie humaine, Brazzaville)
- SAMBA-KIMBATA Joseph Marie (climatologie, Brazzaville)
- SOME P. Honoré (géographie rurale et télédétection, Ouagadougou)

## SOMMAIRE

<b>KOLA Edinam</b> : Recomposition des pratiques foncières en zone d'économie de plantation au Togo : du <i>dibi-ma-dibi</i> au <i>dema</i> .....	1
<b>OUEDRAOGO Lucien</b> : Analyse prospective de la dynamique des ressources naturelles dans le bassin versant du lac Bam au Burkina Faso.....	25
<b>SOUMARE Mamy et DEMBELE Souleymane</b> : Valorisation de la biodiversité agricole et durabilité écologique au sud du Mali.....	47
<b>GOGOUA Gbamain Éric, TUO Péga et ANOH Kouassi Paul</b> : Fabrication du beurre de karité et risques sanitaires à Natiokobadara dans la ville de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire) .....	69
<b>KATE Sabai, TEKA Oscar, CHABI Roméo B., TENTE Brice &amp; SINSIN Brice</b> : Tendances climatiques dans la commune de Banikoara au Bénin (Afrique de l'ouest) .....	87
<b>MOUZOUN Séraphin, LOUGBEGNON Toussaint O. et CODJIA Jean T. Claude</b> : Perceptions des causes de disparition du porc-épic à crête de la réserve de biosphère du nord Bénin.....	103
<b>AROUNA Ousséni</b> : Potentiel de conservation de la biodiversité végétale de la forêt classée des Trois Rivières en zone d'activités agropastorales au Bénin.....	125
<b>MAÏNA-ABABA Alexis, NGUIMALET Cyriaque Rufin et GAPIA Martial</b> : Adaptations des éleveurs à la sécheresse autour du lac de barrage de la Mbali, en République Centrafricaine.....	145
<b>ASSI KAUDJHIS Joseph P.</b> : Les initiatives de développement de la pisciculture en Côte d'Ivoire.....	169
<b>GOGBE Téré, DIHOUEGBEU Deagai Parfaite, TOURE Mamoutou et KOUADIO N'dri Ernest</b> : La diffusion du commerce informel dans le quartier résidentiel de Yopougon-SICOGI.....	189
<b>OUEDRAOGO R. U. Emmanuel</b> : Les retombées socioéconomiques de la vente des produits plastiques à Ouagadougou.....	203
<b>DAMBO Lawali</b> : Défis d'une expérience innovante de gestion moderne du foncier à Dosso, au Niger.....	219

# VALORISATION DE LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE ET DURABILITÉ ÉCOLOGIQUE AU SUD DU MALI

**SOUMARÉ Mamy<sup>1</sup> et DEMBÉLÉ Souleymane<sup>2</sup>**

1. Département de Géographie, Faculté D'Histoire et de Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, e-mail : [soumare\\_mamy@hotmail.com](mailto:soumare_mamy@hotmail.com)

2. Unité SIG et Télédétection, CRRA de Sotuba, Institut d'Économie Rurale, Bamako, Mali

## RÉSUMÉ

Pour s'adapter à la diversité des terroirs agronomiques et à leur dynamique, les agriculteurs africains ont maintenu une grande diversité d'espèces et de variétés. Cependant, est-ce que le maintien de cette diversité est toujours compatible avec la satisfaction des besoins des agriculteurs ? Cet article analyse cette question en caractérisant l'occupation des terres dans trois terroirs à partir des photographies aériennes et des images Landsat TM+. Il analyse la répartition des cultures entre les unités spatiales à partir des données collectées auprès des exploitations agricoles. Les résultats de cette analyse sont mis en relation avec la diversité des systèmes de culture et des variétés cultivées, établie à partir d'enquêtes auprès des agriculteurs. Les conclusions de cette première étape sont ensuite testées dans quatre autres villages. Enfin, l'article pose la problématique de l'équilibre entre la durabilité écologique et la satisfaction des besoins et ouvre de nouvelles pistes de réflexion.

Dans la nouvelle configuration spatiale de l'activité agricole en zone cotonnière du Mali, les cultures sont réparties rationnellement entre les unités de pente en fonction des objectifs et des moyens des agriculteurs. La valorisation de la biodiversité répond au souci d'adaptation des sociétés humaines aux changements environnementaux et de répondre aux besoins des générations futures. Cependant, une plus grande diversité peut affecter négativement la capacité des agriculteurs à faire face aux besoins de base actuels comme la sécurité alimentaire.

**Mots clés :** *agro-biodiversité, variété, système de culture, productivité, Mali.*

## **ABSTRACT**

### **Enhancement of agricultural biodiversity and ecological sustainability in southern Mali**

African farmers have maintained a strong diversity of species and variety to manage and diversity of and dynamic. However, does the maintenance of this diversity compatible with farmers aims in term of production and incomes? This paper analyses this issue by characterizing the land occupation in three villages with Landsat TM + images. It analyses the spatial distribution of crop with data collected by farmer's survey. The results of this analysis are compared to the diversity of cropping systems and cultivated varieties based on surveys also. The conclusions obtained at this stage are then tested in four other villages. Finally, the article raises the question of the balance between ecological sustainability and the satisfaction of farmers needs and opens new way for reflection.

In the new spatial arrangement of agricultural activity in Mali's cotton zone, crops are distributed rationally between the slope units according to the objectives and means of the farmers. The value of biodiversity is a response to adapt human societies to environmental changes and to answer the needs of future generations. However, greater diversity can negatively affect farmers' ability to cope with current basic needs such as food security.

**Keywords** : *agro-biodiversity, variety, cropping system and productivity, Mali*

## **1. CADRE THÉORIQUE DE L'ÉTUDE**

### **1.1. La durabilité écologique en agriculture**

La protection de l'environnement et sa préservation pour les générations futures sont des défis pour le monde. Dans cette quête de plus d'équilibre entre l'homme et son milieu, l'agriculture est de plus en plus interpellée pour les raisons à la fois écologiques, stratégiques et même humanitaires. Depuis la sédentarisation de l'homme, l'activité agricole ne cesse de s'étendre et de modifier l'écologie des espaces conquis. En outre, de l'agriculture dépendent l'économie de nombreux pays et la sécurité alimentaire de l'Humanité. À la différence du développement durable dans lequel il puise ses racines, le concept d'agriculture durable est moins controversé. Au sens de Desfontaines (2001), il renvoie à la reproduction des systèmes de culture et d'élevage mis en œuvre actuellement. Les systèmes de culture traditionnels sont une représentation caractéristique de ce type d'agriculture. La reproduction de ceux-ci dépend nécessairement de la qualité des pratiques agricoles, des ressources naturelles et particulièrement de la biodiversité végétale : espèces cultivées et non cultivées.

### **1.2. L'agro-biodiversité**

La biodiversité apparaît comme un des enjeux du développement durable et c'est pour cela qu'elle a fait l'objet de la première convention d'envergure globale sur les questions environnementales. Elle doit cette importance au rôle qui est le sien dans la vie des sociétés humaines pour ses valeurs d'existence et instrumentale (Demeulenaere, 2006). En effet, la biodiversité est l'une des plus grandes richesses de l'humanité et contribue à la résilience des communautés paysannes face à la variabilité du climat. Chaque pays s'est engagé à mener une politique de préservation à travers la convention de la biodiversité (Veyret, 2005).

Dans le contexte des agricultures traditionnelles en Afrique tropicale, les systèmes de culture doivent leur survie à la présence d'une importante diversité des formes de vie végétale et sociétale. Ainsi dans des conditions de pluviométrie variable aussi bien dans l'espace que dans le temps, les paysans ouest-africains conservent une palette de variétés traditionnelles adaptées à l'instabilité des conditions écologiques (Soumaré et al, 2008; Kennedy, 1999, Aubertin and Vivien, 1998). Cette préservation de la diversité des pratiques renforce la résilience des systèmes de production en cas de crise économique.

### **1.3. Des systèmes agricoles traditionnellement consommateurs d'espace**

En plus de sa diversité, l'agriculture tropicale est connue pour son extension spatiale. Chaque année, de nouvelles terres sont mises en culture. Cette emprise spatiale est d'autant plus importante que les systèmes de production sont basés sur l'alternance entre culture et jachère. Toutefois, pour des raisons différentes la pratique de la jachère a disparu dans certaines zones. On se trouve alors dans la difficile équation malthusienne sur le décalage entre la population qui croît de façon exponentielle et le renouvellement linéaire des ressources naturelles. Dans ce contexte, la grande consommation spatiale de l'agriculture est

encore plus poussée. En effet, les surfaces augmentent non seulement pour faire face à la demande alimentaire des communautés agraires, mais également pour satisfaire la demande urbaine et l'exportation des cultures de rentes. C'est pourquoi le rythme de l'augmentation des surfaces cultivées est deux fois supérieur à celui de la population : 6% contre 3%.

#### **1.4. Problématique**

Alors, comment assurer une gestion durable de l'activité agricole et des ressources dont elle dépend dans ce contexte foisonné de contraintes à la fois écologiques, sociales et économiques ? Les communautés paysannes au sud du Mali, par le biais d'innovations internes et externes essayent de relever ce défi. Quelles sont les pratiques paysannes de gestion de la biodiversité intraspécifique, spécifique et leurs conséquences sur la durabilité écologique et les conditions de vie des agriculteurs ? Ce travail part de l'hypothèse que les pratiques agricoles sont très diversifiées, mais que, bien que constituant un facteur de résilience des exploitations, la diversité doit se maintenir à un niveau optimal au-dessus ou en deçà duquel la durabilité des exploitations peut être négativement affectée.

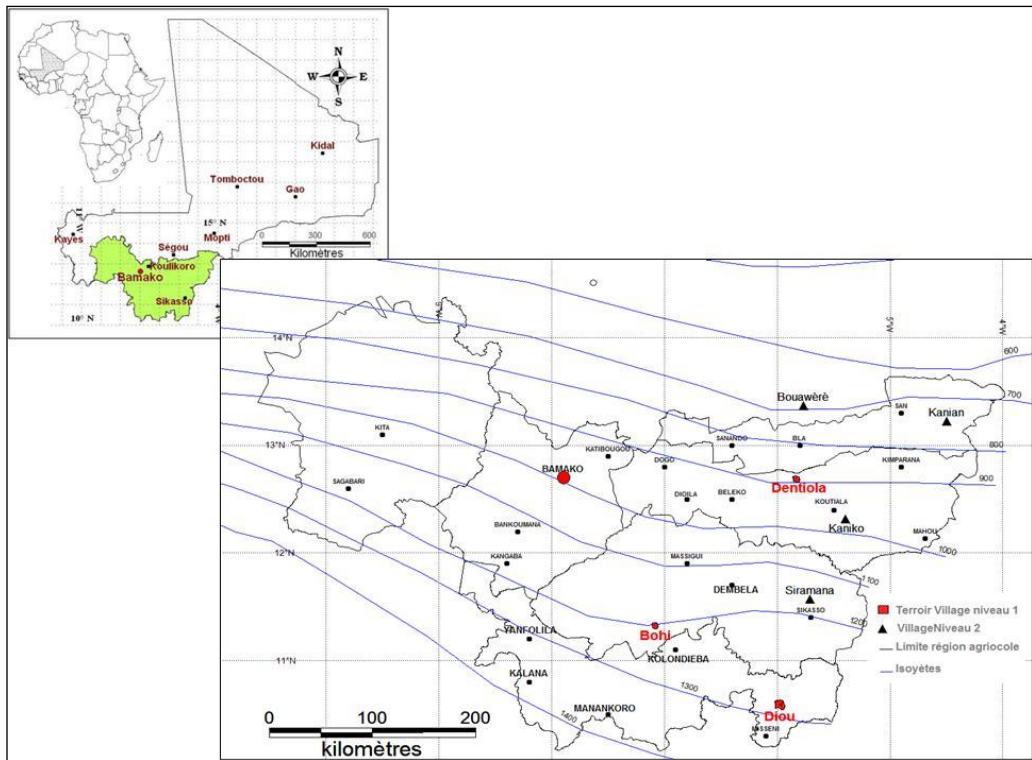
## **2. MÉTHODOLOGIE**

La démarche méthodologique s'appuie sur une combinaison d'outils et d'approches : le traitement des images satellites pour la cartographie des unités de topo séquence et des terres cultivées, les enquêtes auprès des exploitations agricoles ; l'identification d'indicateurs de diversité et de durabilité et enfin l'analyse statistique des données à travers des calculs des valeurs centrales et extrêmes et des régressions linéaires.

### **2.1. Le choix des sites**

Les travaux de recherche ont lieu dans sept villages des zones cotonnières (fig.1). En premier lieu trois villages ont été choisis de façon raisonnée. Ce choix est basé sur un zonage agro-écologique appuyé à la fois par des données biophysiques, mais également et surtout par des études de systèmes agraires. Ce zonage a identifié 14 régions agricoles regroupées en trois types de système agraire (Soumaré, 2008). Les trois villages choisis sont : Diou pour le système agraire ancien basé sur l'alternance entre culture et jachère, Bohi pour le système agraire à *ager* et *saltus* en équilibre et Dentiola pour le système agraire à *ager* et *saltus* en crise. Les résultats obtenus dans ces trois villages (2006) sont testés dans quatre autres villages (2008) sur la même base de différenciation des systèmes agraires locaux en intégrant des zones à fortes contraintes écologiques de la bordure sahélienne : Bouawèrè, Kanian, Kaniko et Siramana.

**Figure 1.** Localisation des sites d'étude



## 2.2. Le choix des exploitations

Après une enquête exhaustive des exploitations portant sur les variables de structure : population, équipement, surface cultivée et diversité des espèces cultivées, 15 exploitations agricoles sont choisies de façon raisonnée dans chacun des trois villages du niveau 1 : Dentiola, Bohi et Diou (fig.1). Ce choix est fait en fonction de la diversité structurelle et fonctionnelle des exploitations (tab. I).

**Tableau I** : les critères de choix des 15 exploitations à Dentiola, Bohi et Diou

<b>Domaine</b>	<b>Critères de choix</b>
<b>Structure</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Équipement : nombre de bœufs de labour, de charrues et de charrettes</li><li>• Population</li><li>• Surface totale cultivée</li></ul>
<b>Diversification</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Surface cultivée en : maïs, coton, mil et sorgho</li><li>• Surface cultivée en petites cultures : tubercules, riz de bas-fond, riz pluvial, arachide, etc.</li><li>• Rapport entre cultures intensives (maïs et coton) et les cultures dites extensives (mil, sorgho)</li><li>• Taille des plantations : anacardier, agrumes et mangues</li></ul>
<b>Fertilité</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Production de fumure organique</li><li>• Surface fumée</li><li>• Utilisation d'engrais</li><li>• Cheptel</li></ul>
<b>Main d'œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Actifs familiaux</li><li>• Surface cultivée par actif</li><li>• Recours à la main-d'œuvre extérieure</li></ul>
<b>Sécurité Alimentaire</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Achat de céréales</li></ul>
<b>Espace</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Surface du foncier disponible</li><li>• Appartenance de la famille aux lignages fondateurs</li><li>• Position des parcelles sur les unités de paysage du village</li></ul>

Enfin dans les quatre autres villages, les tests des résultats ont concerné l'ensemble des exploitations des villages soit au total : 38 à Kanian, 53 à Bouawèrè, 91 à Kaniko 39 à Siramana.

### **2.3. La cartographie et l'occupation agricole des terres**

La carte d'aptitude culturale des terroirs des villages (niveau 1) est établie à partir des unités de toposéquence obtenues par analyse des images ASTER MNT (90 m) : bas-fonds, glacis et plateau. La carte d'occupation agricole est élaborée en trois étapes. Les images Landsat TM+ (résolution 30 m de novembre 2000) ont été traitées par classification non supervisée et vérité terrain. Ce traitement a identifié (fig. 2) deux classes : espace cultivé et non cultivé. Les cartes sont ensuite soumises à une assemblée restreinte composée de personnes ayant une bonne connaissance des terroirs pour validation afin d'avoir un référentiel commun entre les agriculteurs et les chercheurs. Enfin, une analyse historique de la répartition des terres à l'échelle des exploitations en localisant toutes parcelles cultivées et des jachères de chaque exploitation a été faite. L'objectif de cette analyse est de positionner les champs sur les unités cartographiques des étapes précédentes pour pouvoir lier la l'occupation des terres à l'échelle du terroir à celle des exploitations étudiées. En plus des

pratiques actuelles, l'histoire de chaque champ est renseignée. Au total, 104 parcelles ont été enquêtées à Dentiola, 84 à Diou et 89 à Bohi. Ces parcelles sont réparties en moyenne entre une trentaine de champs par village.

#### **2.4. Appréciation de l'agro-biodiversité au sein des exploitations**

Évaluer la biodiversité uniquement à partir du nombre des espèces est une démarche partielle et biaisée. La biodiversité est observable à différentes échelles : de la diversité génétique à la diversité des paysages (Chevasus-Au-Louis, 2006). La diversité spécifique est identifiée à partir des espèces cultivées sur chacune des exploitations. Pour relier la diversité spécifique aux pratiques des exploitations et à la dimension spatiale, les espèces ont été regroupées en système de culture. Il est pris ici dans le sens de Jouve (1997) : c'est-à-dire un système caractérisé par un ensemble de parcelles ayant une même gamme de culture (espèce) et un itinéraire technique comparable. Sur cette base pour chaque exploitation, le nombre de système de culture est identifié. La diversité intraspécifique est appréciée à partir du nombre de variétés par espèce cultivée. Le recensement de ce nombre est basé sur les déclarations des agricultures donnant le nom vernaculaire de chaque variété. Le lien entre les échelles de la biodiversité agricole est analysé en utilisant une régression linéaire ( $y=ax+b$ ).

#### **2.5. Évaluation de l'apport de la diversité à la durabilité des exploitations**

Le premier indicateur d'appréciation de cet apport est le revenu net par système de culture (RNetSC) calculé à partir des productions obtenues sur chaque système de culture valorisées au prix de vente moyen de l'année de référence (2006) moins les charges ayant occasionnées des dépenses monétaires chez l'agriculteur (formule 1). Le revenu par actif obtenu par chaque type de système de culture (RActSC) (formule 2) est comparé au prix du travail homme/jour en milieu urbain (1000 Fcfa). Cette première évaluation a lieu dans les trois villages du niveau 1. Deuxièmement, les conclusions de cette première étape sont testées dans quatre autres villages (niveau 2) en s'appuyant sur la quantité de céréales disponible par actif agricole (QCAct) (formule 3). Ce choix part de l'hypothèse qu'à présent, au sein des systèmes du sud du Mali, la priorité des agriculteurs est de produire une quantité suffisante pour couvrir les besoins alimentaires de leurs ménages.

$$\text{Formule 1 : } RNetSC = \sum ProdSC - \sum ChSC$$

RNetSC= Revenu net du Système de Culture ; ProdSC= Somme des productions du système de culture et ChSC= Somme des dépenses engagées sur le système de culture durant la campagne agricole y compris la main-d'œuvre familiale.

**Formule 2 :**

$$RActSC = RNetSC/NActif$$

RActSC = Revenu net obtenu par actif par jour de travail pour le système de culture concerné, RNetSC= Revenu net du Système de Culture ; NActif= nombre d'actifs familiaux au sein de l'exploitation.

**Formule 3 :**

$$QCAct = \sum ProdC/ NActif$$

QCAct= quantité de céréales par actif familial ;  $\sum ProdC$ = Somme des productions en céréale au sien de l'exploitation et NActif= nombre d'actifs familiaux au sein de l'exploitation.

### 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. Mise en valeur du milieu et dynamique d'occupation de l'espace

En raison des conditions écologiques et l'histoire agricole, les formes de mise en valeur du milieu varient. La dynamique d'occupation de l'espace montre la vigueur et la diversité des pratiques agricoles. L'élément marquant de cette évolution est la disparition progressive de la jachère au nord comme au sud, mais pour des raisons différentes. En conséquence, cette disparition de la jachère ne pose pas les mêmes problèmes de durabilité. On distingue quatre profils d'occupation agricole des terres (tab.II) : 1) le profil Bassin Cotonnier avec un système de bas-fonds, glacis et plateau cuirassé ou gravillonnaire ; 2) le profil zone d'extension avec schéma altitudinal identique au vieux bassin, mais ayant des bas-fonds plus large et plus inondés et une surface de raccordement à forte pente et enfin 3) le profil sahélien avec un système à base de sol sableux et de plateaux avec souvent des sols lourds en bas de pente. Le quatrième est celui des zones d'extension du sud, proche du premier, mais avec une faible étendue pour les parties basses et une surface de raccordement ayant des pentes relativement importantes.

##### 3.1.1. Le profil bassin cotonnier

Ce profil est caractéristique des régions naturelles du Plateau de Koutiala et la moitié est du Plateau Mandingue. La zone est constituée de plaines, de glacis d'accumulation, de surfaces sommitales plates et de dépôts alluviaux. Les sols sont de type argileux, argilo-limoneux, limono-sableux et gravillonnaires sur les pentes. La pluviométrie varie de 800 mm à 1000 mm d'eau par an et la durée du cycle végétatif de 100 à 120 jours.

En raison de ces caractéristiques géomorphologiques et climatiques, l'occupation de l'espace va du bas vers le haut en trois étapes. Dans le passé, période de l'agriculture dite traditionnelle, les agriculteurs ont commencé à cultiver les sols gravillonnaires du haut et du moyen glacis. En ce moment les terres étaient cultivées durant 3 à 5 ans avant d'être laissées en jachère. La deuxième étape démarre avec l'introduction du coton qui a permis l'acquisition des équipements permettant le travail des sols lourds du bas-glacis et des bas-fonds. En ce moment, les sols gravillonnaires sont abandonnés au profit des sols

lourds sur lesquels les investissements deviennent de plus en plus conséquents grâce à l'accès à la traction animale, aux engrais chimiques et surtout à la fumure organique. Ces terres sont désormais cultivées permanemment sans retour à la jachère malgré la disponibilité du foncier. Ainsi l'espace agricole se trouve divisé en deux unités distinctes : une permanemment cultivée (*ager*) et une destinée au parcours du bétail et de l'exploitation du bois énergie et de la cueillette composée de pâturages, de savanes et d'anciennes jachères. L'extension des terres cultivées suit un front inversé et va du bas vers le haut de la pente. Et c'est à la suite de cette extension qu'on rentre dans la troisième étape avec une augmentation importante des zones cultivées et une diminution des zones de pâturages en conséquence. L'agriculture s'étend à des terres à fortes contraintes agricoles et les possibilités d'extension sont limitées. Cependant, les variétés locales de mil et de sorgho permettent de mieux valoriser les terres à fortes potentialités agricoles. En somme, on distingue deux sous-types pour le profil vieux bassin (fig.2. b et c). La figure 2.b correspond à l'étape 2, celui de l'équilibre entre les deux unités spatiales. Les villages de Siramana et de Bohi appartiennent à ce sous-type. Le deuxième (fig. 2 c) est celui de la crise, marqué par le déséquilibre entre domaine cultivé et non cultivé : villages de Dentiola. (tab. II). Le choix s'explique par l'importance des moyens de production dont dispose l'agriculteur, mais surtout par sa vision dans une perspective à long terme.

**Tableau II** : Occupation agricole de l'espace des profils vieux bassin et zone d'extension

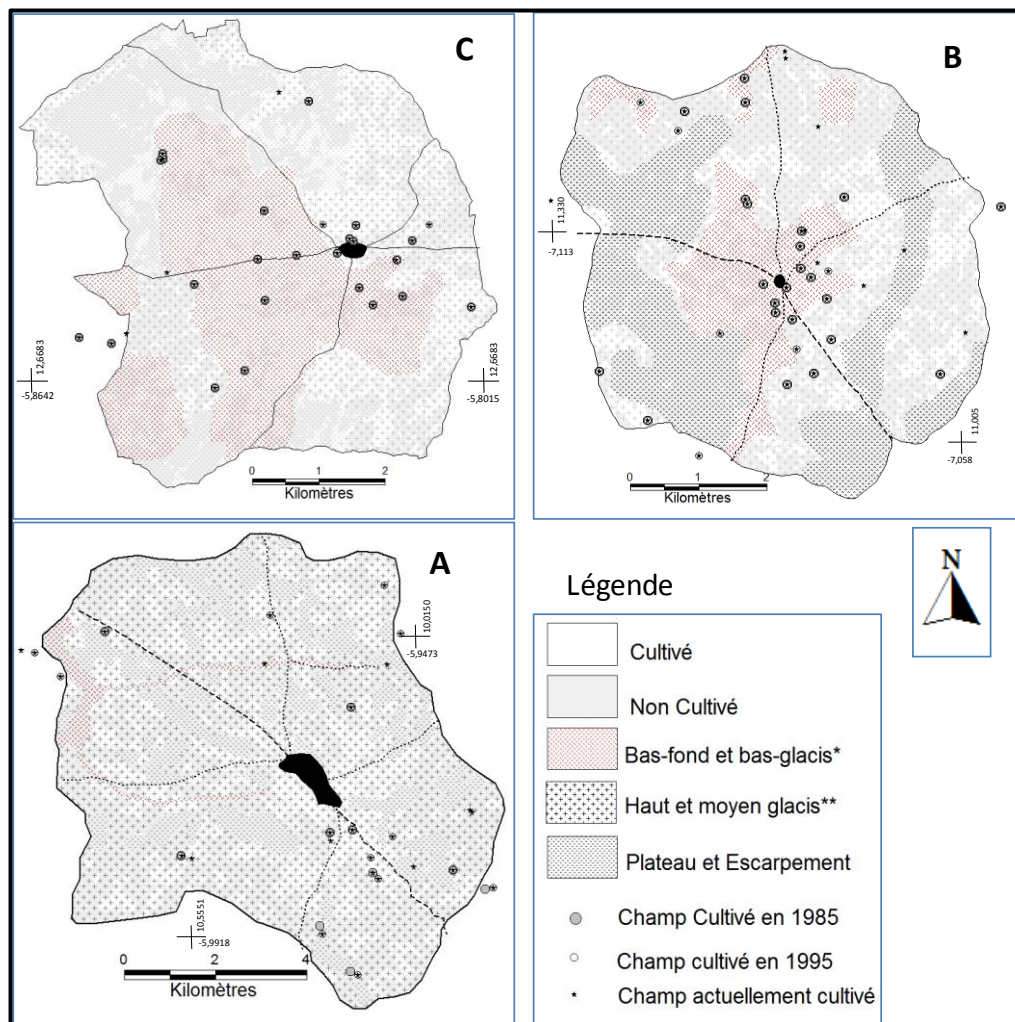
Village	Part cultivée en %	Part non cultivée en %	Profil
Dentiola	68	32	Bassin cotonnier 1 en crise
Bohi	32	68	Bassin cotonnier 2 en équilibre
Diou	27	73	Zone d'extension

### ***3.1.2. Le profil des zones d'extension du sud***

Ici, le bas-fond est assez large et inondable, mais les parties basses du glacis sont moins étendues et les zones de raccordement entre le glacis et les plateaux sont en conséquence plus importantes, mais accidentées. En raison de ces deux caractéristiques et les moyens des exploitations, ce sont les parties accidentées qui sont préférentiellement mises en culture avec la pratique de l'alternance entre culture et jachère. C'est le système d'agriculture traditionnelle qui domine encore même s'il y a des prémices d'intensification. Des exploitations dotées de moyens de production conséquents commencent à abandonner l'alternance entre culture et jachère et à reproduire le schéma vieux bassin cotonnier. Ce profil est dominant dans toute la partie sud des zones cotonnières de Kadiolo à Yanfoliala, mais aussi dans la nouvelle zone cotonnière de Kita à

l'ouest. Le village de Diou est typique de ce profil (fig.2. a). La tentative de reproduction de ce schéma posera des problèmes de durabilité écologique différents de ceux vieux bassin, mais assez cruciaux en raison de la fragilité des terres, l'importance des bas-fonds et de leur rôle dans les systèmes de culture de ces régions.

**Figure 2** : diversité des profils d'occupation des terres au sud du Mali



### 3.1.3. Le profil sahélien sud

Ce profil est représentatif des aires de culture dans les villages de Kanian et de Bouawèrè. Il prévaut dans des zones de transition agricole entre les zones cotonnières et les zones sahéliennes 'pures'. En raison d'une faible pluviométrie, d'une période de croissance des cultures assez faible et de l'histoire du peuplement, les agriculteurs commencent par cultiver les sommets où les

bordures des plateaux sur des sols sableux issus des dépôts éoliens du quaternaire. Malgré l'acquisition de la traction animale, les bordures de plateaux et les sols sableux restent les zones préférentielles de culture. C'est progressivement que les cultures se sont étendues aux terres lourdes argileuses en basses altitudes, suite à la saturation de l'espace, contrairement au profil vieux bassin où la mise en valeur des terres lourdes a commencé dès l'acquisition de la charrue. Le mil qui est la culture de base de cette zone est cultivé sur les sols sableux alors que le sorgho, et surtout les variétés à cycle long, est préférentiellement destiné aux sols lourds.

Dans ces zones, malgré les inconnues de la variabilité climatique et la possible adoption de variétés précoces, en raison de la géomorphologie et le degré d'occupation agricole des terres, les variétés traditionnelles photopériodiques à cycle long ont encore leur place. En effet, les zones à terres lourdes sont celles à mettre en valeur si la dynamique d'occupation des terres doit se poursuivre. Même si la durée de la saison des pluies est courte, c'est le sorgho qui valorise mieux ces terres : adaptation du cycle aux conditions hydriques en raison de l'accumulation d'humidité et la faible évaporation.

### **3.2. L'agro biodiversité et sa valorisation dans les systèmes techniques productifs**

Le système technique productif est entendu dans le sens de l'ensemble des techniques de production et des forces productives (organisation sociale). Le coton a été le moteur de la dynamique agricole dans ces villages. Derrière leur homogénéité apparente, les moyens et les pratiques varient dans la région. C'est dans les zones centrales (vieux et nouveau bassin) que les agriculteurs disposent des plus gros moyens de production avec des pratiques plus intensives. Dans les parties nord, malgré le volontarisme des politiques agricoles, les systèmes sont restés moins intensifs à cause, non seulement de la maigre pluviométrie, mais aussi en raison de la faible aptitude culturale des terres (tab. III).

**Tableau III** : Caractéristiques structurelles des exploitations agricoles**Légende du tableau** : Moy=moyenne ; Max= Maximum, Min=minimum ; E.Type=écart type

		Bouawere	Kanian	Kaniko	Siramana	Diou	Bohi	Dentiola
Population	<b>Moy.</b>	15	16	22	32	27	35	25
	<b>Max</b>	52	60	91	106	53	81	64
	<b>Min</b>	3	4	3	6	6	9	4
	<b>E.Type</b>	10	11	18	28	14	27	22
Surface Totale	<b>Moy.</b>	8	9	12	17	9	13	14
	<b>Max</b>	23	37	46	92	18	31	40
	<b>Min</b>	1	1	1	3	3	4	4
	<b>E.Type</b>	4	7	8	17	5	9	9
Surface par Actif	<b>Moy.</b>	1,53	1,28	1,32	1,37	0,86	0,96	1,94
	<b>Max</b>	4,65	3,60	3,54	3,00	1,67	1,83	5,00
	<b>Min</b>	0,21	0,39	0,63	0,64	0,33	0,38	0,41
	<b>E.Type</b>	0,93	0,60	0,53	0,48	0,43	0,48	1,31
Nombre Boeuf de Lab	<b>Moy.</b>	1,97	2,58	2,97	6,23	6,20	6,07	5,67
	<b>Max</b>	6,00	10,00	16,00	24,00	27	14	14
	<b>Min</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	1
	<b>E.Type</b>	1,20	2,16	2,64	5,95	6,32	4,50	4,39
Nombre Bovin	<b>Moy.</b>	5	6	11	26	44,20	32,27	14,20
	<b>Max</b>	74	40	108	170	222	103	80
	<b>Min</b>	0	0	0	0	0	0	0
	<b>E.Type</b>	10	9	16	37	57	37	21

Malgré l'évolution des structures de production et l'intégration au marché, la forme d'organisation lignagère de l'exploitation demeure même si on constate une tendance à l'émiettement des familles. La taille moyenne des exploitations va de 15 à 35 personnes avec un maximum de plus de 100. On constate que cette taille augmente du Nord au Sud au fur et à mesure que la densité de la population devient faible et le peuplement moins ancien (tab.3). La surface totale par exploitation varie de 8 à 17 hectares avec un maximum de 92 et un minimum de 4 hectares. La surface moyenne cultivée par actif va de 0,9 à près de 2 hectares par actif avec un maximum de 5 et un minimum de 0,23. Les 5 hectares par actif sont liés à la présence d'exploitation dont la production est basée sur le recours à la main-d'œuvre extérieure. Elles ne sont donc plus des exploitations familiales. Une autre caractéristique des systèmes de production est l'importance des bœufs de labour et de l'élevage bovin. En moyenne, à l'échelle du village le nombre de bœufs de labour va d'une paire à 4 paires. La taille moyenne du troupeau bovin varie de 5 à 44 avec un maximum de plus 200 têtes.

### 3.2.1. Les systèmes de cultures dominants au sud du Mali

À l'échelle de la zone, on constate une grande diversité des systèmes de cultures (SC) (tab.IV).

**Tableau IV** : les systèmes de culture pratiqués

**Légende du tableau** : SC : Système de culture, Ccot : Complexe coton, Cce : complexe céréale

SC	Espèce Cultivée	Cycle Rotation	Itinéraire Technique
1	Coton, maïs	Biennal	Fumure+ 250 kg (Ccot+Cce+urée)+Herbicide+insecticide
2	Coton, Maïs, Mil et ou Sorgho	Tri et ou quadriennal	Itinéraire SC1+50kg de Cce sur le mil. Pas d'engrais sur le sorgho
3	Maïs-Mil-Sorgho et légumineuses	Triennal	CCe sur le Maïs et le Mil et pas d'engrais sur le reste
4	Mil Sorgho et rarement maïs	Biennal	Cce sur mil et maïs
5	Riz (bas-fond ou pluvial)	Continu	50 kg d'Urée
6	Mil Sorgho Maïs Arachide Fonio (sur petite surface) bassin cotonnier	Quadriennal	Sans engrais
7	Mil Sorgho Arachide Fonio (sur grande surface) Zone d'extension	Triennal	Sans engrais
8	Monoculture d'arachide ou de fonio	Biennal	Sans engrais
9	Mil-Sorgho et jachère	Quinquennal	Sans engrais

Les SC1, SC2 et SC3 se rencontrent principalement dans les zones où la culture du coton est importante. Ils constituent le moteur de toutes les exploitations avec plus de 80% de l'assolement. Le SC5, basé sur le riz (bas-fond ou pluvial) est marginal (0,5 ha par exploitation), mais participe à la diversification des cultures. Les SC6 et 7 sont à base de céréales traditionnelles et de mélange de petites cultures (arachide, fonio, gombo, etc.). Dans le bassin cotonnier après quelques années, ce SC laisse la place au SC1 ou SC2. C'est dans la zone à culture et jachère que ces deux SC occupent des surfaces importantes. Le SC8 est une monoculture d'arachide ou de fonio sur des petites surfaces. Il laisse la place souvent aux SC4 après quelques années. Enfin, le SC9 est une rotation entre mil, sorgho et jachère.

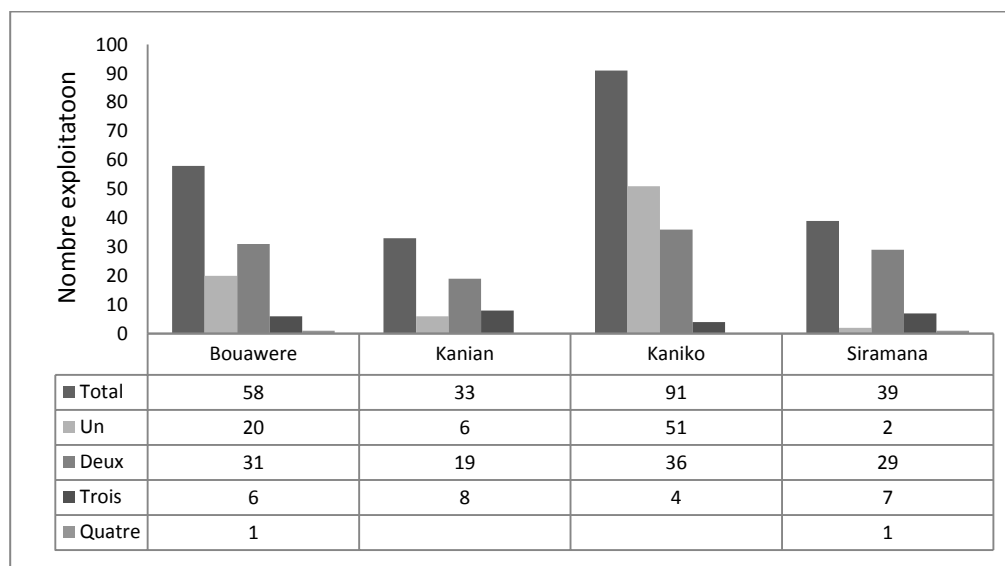
En somme, si la culture du coton a simplifié les systèmes de culture, les agriculteurs ont tout de même réussi à maintenir une certaine diversité. Dans d'autres contextes, à travers le monde (Asie, Amérique du Sud et États-Unis), le développement du coton s'est fait sur la base d'une monoculture continue ou associant rarement et au maximum une seule culture comme le soja au Brésil ou en Argentine (Estur, 1993). Cette monoculture a négativement impacté la durabilité de l'agriculture cotonnière dans ces régions du Monde. Par contre, dans le contexte malien la diversité contribue à l'équilibre du système et à atténuer les conséquences d'éventuels chocs extérieurs comme celui de la baisse des prix du coton ou de risque de sécheresse pour les cultures exigeantes (le maïs). Par contre, il n'est pas évident que plus de diversité se traduise par plus de revenus

pouvant assurer la reproductibilité de l'exploitation. En même temps, la diversité n'est gage de sécurité que si elle s'accompagne d'autres éléments parmi lesquels une bonne dotation en moyens de production, une capacité d'investissement assez importante et une bonne maîtrise des techniques culturales.

### 3.2.2. La diversité spécifique intra-villageoise

Les pratiques agricoles sont caractérisées par une large diversité des systèmes de culture. Dans chacun des villages, on peut retrouver près de 80% des systèmes de culture (fig.3). Mais cette diversité est la somme des pratiques d'un ensemble d'exploitation. En effet, quand on observe la diversité au sein des exploitations, le nombre de SC pratiqués est autour de 2 sur 9.

**Figure 3** : Répartition des exploitations en fonction du nombre de systèmes de culture pratiqués.



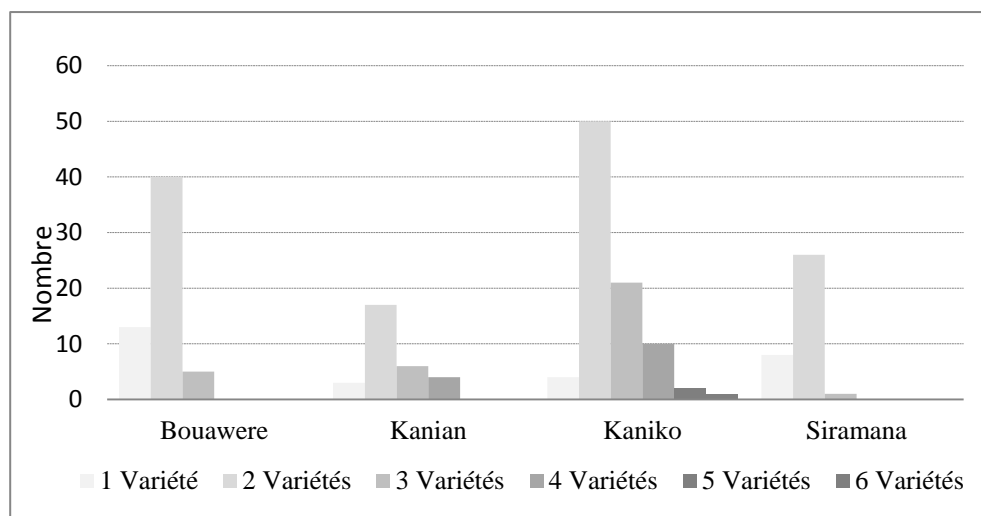
À l'échelle de la zone, plus de 86% des exploitations ne pratiquent qu'un à deux SC, seulement 11% pratiquent 3 SC et il n'y a que 1% qui pratiquent 4. Donc, il n'existe aucune exploitation agricole représentative de la diversité villageoise encore moins régionale. Ce résultat met l'accent sur l'intérêt de l'analyse à l'échelle locale qui pourtant manque dans plusieurs études de la biodiversité. En effet, la plupart des études de biodiversité estiment la richesse moyenne ou totale du nombre d'espèces au niveau local plutôt que l'hétérogénéité locale (Hewitt et al, 2010).

### 3.2.4. La diversité variétale

L'analyse de la diversité variétale s'appuie sur les principales cultures ayant un fort potentiel de diversité : les céréales (mil, et sorgho). Le nombre de variétés de maïs et de coton est limité, car il s'agit d'une ou de deux variétés proposées par la société cotonnière (CMDT). Le nombre de variétés cultivées à

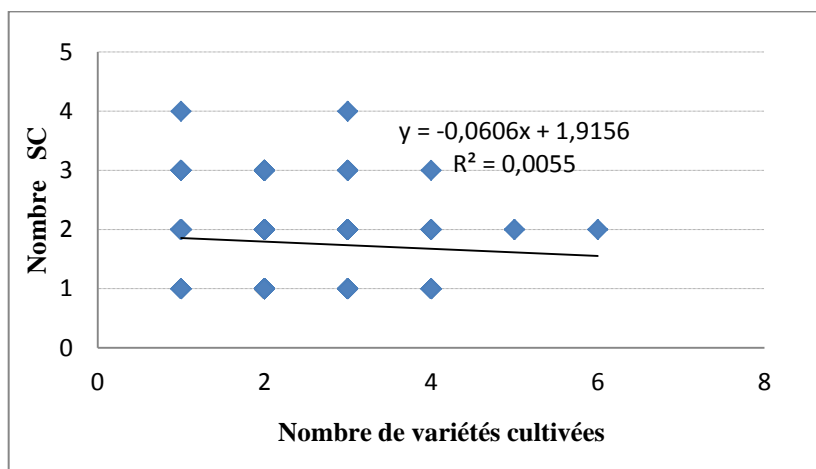
l'échelle du village est important, il va de 12 à plus de 20 pour les deux espèces mil et sorgho. Mais l'élément marquant est le contraste entre le nombre de variétés cultivées dans le village et le nombre de variétés utilisées par exploitation.

**Figure 4** : Répartition des exploitations en fonction du nombre variétés cultivées



En effet, malgré l'importance du potentiel disponible, plus de la moitié des exploitations ne cultivent que deux variétés : près de 70% Bouawère, 74% à Siramana et 56% à Kanian et Kaniko. Cependant, il arrive que certaines exploitations cultivent jusqu'à six variétés. Et c'est à Kaniko que ce nombre est important (fig.4) alors que c'est un village où l'intensification est plus poussée. Ce résultat montre que, l'intensification ne se traduit pas toujours par une diminution de la diversité. D'autre part, il précise et affine l'affirmation selon laquelle la biodiversité agricole se gère au niveau village (Bazile et Soumaré 2004). En effet, si la diversité se gère au niveau communautaire (village), il existe une portion d'exploitation chez laquelle on peut retrouver l'essentiel de la diversité du village.

**Figure 5** : lien entre diversité des systèmes de culture et diversité variétale.



### **3.2.5. Lien entre les échelles de biodiversité agricole.**

Dans la littérature comme dans la réalité on estime qu'il y a une possible relation entre la diversité à différentes échelles. En présence d'un système de culture plus complexe et plus diversifié, on s'attend à trouver une plus grande diversité variétale. L'analyse de la corrélation entre la diversité des systèmes de culture et le nombre de variétés cultivées montre qu'il n'y a pas de lien entre ces deux échelles de diversité (fig. 5).

Ce résultat montre alors que la diversité des systèmes de culture n'est pas synonyme de diversité variétale. En conséquence, le suivi et le maintien de la biodiversité agricole nécessitent de faire des observations aux deux échelles : variété et système de culture.

## **3.3. Biodiversité et durabilité**

### **3.1.3. Diversité des systèmes de cultures et occupation de l'espace**

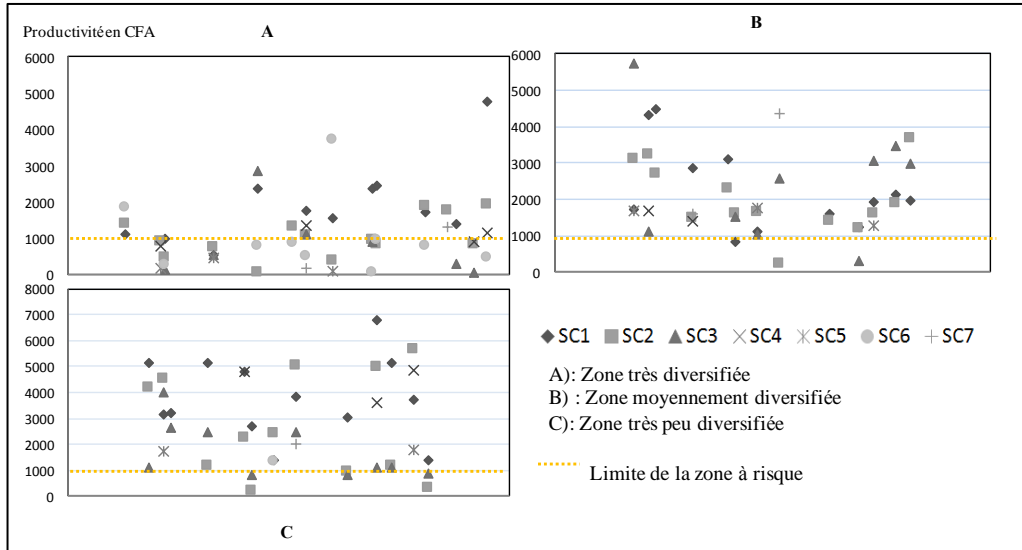
En fonction des profils d'occupation de l'espace et des objectifs des agriculteurs, les unités de topo séquence ne présentent pas les mêmes enjeux. Dans le profil bassin cotonnier, les terres lourdes sont les plus sollicitées et sont destinées aux SC1 et 2 alors que dans le profil sahélien ce type de terre est marginal et destiné au SC4. A contrario, les sols sableux et gravillonnaires qui sont prisés sur le profil sahélien sont réservés aux systèmes de culture marginaux dans le profil bassin cotonnier. En conséquence les perspectives d'évolution et leur impact ne sont pas les mêmes. Le nord, dans le profil sahélien les SC sont les plus extensifs, l'occupation de l'espace est plus dense et les investissements dans les terres sont moins importants. Dans ce contexte, la contrainte foncière conduit à une homogénéisation des systèmes de culture. Au centre (bassin cotonnier), la culture s'étend à des terres à fortes contraintes agricoles. L'utilisation de ces terres est une des raisons favorables au maintien des SC peu intensifs à base de mil et de sorgho. En plus de la contrainte liée aux transferts de biomasse entre

zone non cultivée et zone de culture, la poursuite de l'expansion spatiale va demander de plus en plus d'investissement dans ces terres marginales si on veut atteindre un niveau de productivité satisfaisant. Donc la diversité permet de valoriser ces terres. Enfin dans les zones d'extension du Sud, on avance progressivement vers le modèle bassin cotonnier. Il y a encore moins de contraintes autour des pâturages pour le bétail autochtone. Même s'il y a la présence de bétail allochtone, l'importance des pâturages et les possibilités de transhumance vers le nord de la Côte d'Ivoire offrent de meilleures perspectives. Par contre, le gap vient de la fragilité des terres. En effet, la faible stabilité structurale, la forte pente, la pluviométrie abondante et le labour à la charrue conduisent à l'érosion des sols et risquent de sédimentation des bas-fonds. La réduction ou la disparition des bas-fonds conduit aussi à une diminution des possibilités de diversification des SC.

### ***3.3.2. Diversité des systèmes de cultures et productivité du travail***

Dans les trois villages où on rencontre 7 des 9 SC, la productivité des SC (RActSC) connaît une grande variation de moins 500 à 7000 FCFA par jour de travail. Mais, le plus important est la productivité en fonction de la diversité des SC (fig. 6). À Diou, la productivité est faible, la moyenne (toutes exploitations) est deux fois inférieure à celle de Dentiola dont les SC sont moins diversifiées. En effet, à Diou où les pratiques sont les plus diversifiées, un exploitant sur trois est sous la barre des 1 000 FCFA par jour de travail. Avec un tel seuil, inférieur à la productivité du travail en milieu urbain, les exploitations ont intérêt à changer de pratique ou à migrer en ville. La durabilité de cette forme de diversité est d'autant plus problématique qu'elle concerne des exploitations de taille importante, au moins 15 actifs familiaux. Ce résultat apporte un élément de discussion à l'idée selon laquelle, la diversité est signe de durabilité. Pour mieux explorer cette piste, une étude a été conduite auprès de 221 exploitations dans 4 villages en approfondissant l'échelle de la diversité, cette fois-ci en utilisant la quantité de céréale produite par actif comme indicateur.

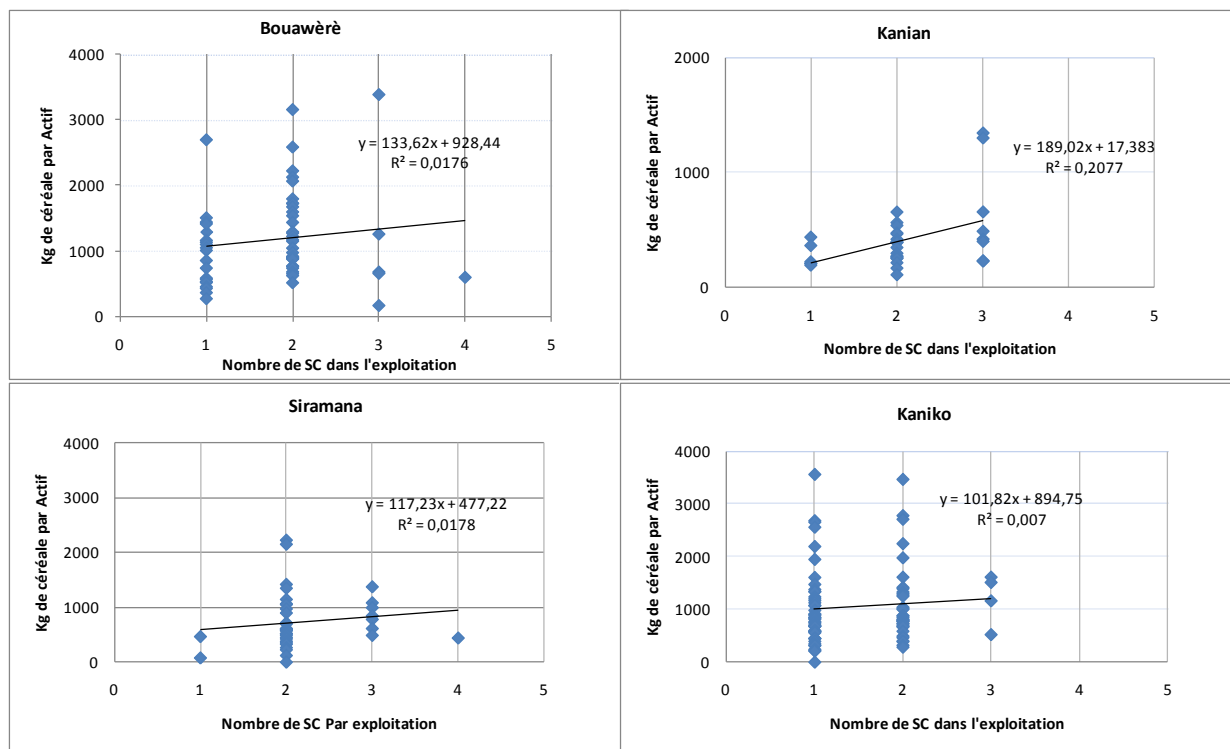
**Figure 6** : diversité des SC et productivité du travail



### 3.3.4. Diversité des systèmes de culture sécurité alimentaire.

La priorité des exploitations agricoles familiales est de couvrir d'abord les besoins alimentaires de ses membres. En s'interrogeant sur le lien entre la diversité des SC et la quantité de céréales (QCAct), on constate que la relation est faible (entre 0 et 0.1 de  $R^2$ ) (fig.7). C'est seulement à Korian que la diversité des SC explique à 20% , la quantité de céréales disponible par actif (QCAct). En même temps, c'est dans ce village que les productions sont faibles, donc la diversité se traduit par une faiblesse de la production agricole.

**Figure 7** : relation entre diversité des SC et quantité de céréales par actif



## CONCLUSION

Il existe une grande diversité que ce soit en termes d'occupation du sol, de systèmes de culture et de variétés. La diversité des systèmes de culture et des variétés est à l'échelle villageoise. Ce résultat avait été mis en évidence par (Bazile et al, 2008). Cependant, on se rend compte qu'il y a des groupes d'exploitations qui concentrent une bonne partie de la biodiversité du village. En outre, on ne voit pas de lien entre la diversité aux deux échelles (Système de Cultures et Variété) alors qu'il est sous-entendu qu'une grande diversité dans une échelle fonctionnelle supérieure se répercute sur les échelles inférieures. En conséquence le maintien de la diversité globale nécessite des actions aux différentes échelles (exploitation et village).

L'apport de la plus-value de la biodiversité à la productivité du travail et à la sécurité alimentaire des exploitations n'est pas évident. Au contraire, dans les exploitations les plus diversifiées la productivité du travail est faible. La corrélation entre la diversité des systèmes de culture et la production de céréale est quasi nulle à l'exception de Kanian. Le maintien de cette grande diversité dans ces exploitations n'est pas garanti, car comme leurs homologues, elles auront tendance à changer leurs pratiques. Cependant, ce lien entre intensification

et réduction de la diversité n'est pas toujours évident. Un des risques de perte de biodiversité est l'intégration au marché. En effet plus un système est intégré au marché moins il est diversifié et inversement (Cocks, 2006). Mais à Kaniko (Kotiala) dans le vieux bassin cotonnier où le niveau d'intensification agricole le plus poussé au Mali (Djouara *et al.*, 2006), la diversité variétale demeure. Donc les aspects culturels peuvent nuancer fortement l'influence du marché sur la biodiversité. Cette étude est faite sur des pratiques des exploitations durant une campagne agricole. L'étendre sur plusieurs années, aurait permis de comprendre la contribution de la biodiversité en cas d'années de risque climatique.

## BIBLIOGRAPHIE

AUBERTIN (C.) et VIVIEN (F.D.), 1998. *Les enjeux de la biodiversité*. Economica, Poche Environnement, Paris, 118 p.

BAZILE (D.) et SOUMARE (M.), 2004. « Pratiques paysannes de gestion de la diversité variétale en réponse à la diversité écosystémique. Le cas du sorgho [*Sorghum bicolor* (L) Moench] au Mali » in *Cahiers Agriculture*, N°13, vol. 1, pp. 480-487.

BAZILE (D.), DEMBELE (S.), SOUMARE (M.) et DEMBELE (D.), 2008. « Utilisation de la diversité variétale du sorgho pour valoriser la diversité des sols au Mali » in *Cahiers Agriculture*, N°17, vol. 2, pp. 65-72.

CHEVASSUS-AU-LOUIS, (B.). 2006. « Biodiversité, un nouveau regard sur la recherche agronomique », Académie d'Agronomie de France, Les leçons inaugurales du groupe ESA, éditeur GESA, 103 p.

COCKS (M.), 2006. « Biocultural Diversity Moving Beyond the Realm of 'Indigenous' and 'Local' People », in *Human Ecology*, Vol. 34, No. 2 DOI: 10.1007/s10745-006-9013-5

DEMEULENAERE (E.) (2006). *Pourquoi conserver la diversité du vivant ? Les valeurs de la biodiversité*, Atelier, module Biodiversité : Enjeux, Conservation, Politiques 2 mars 2006, CERES-ENS France

DJOUARA (H.), BELIÈRES (J. F.) et KEBE (D.), 2006. « Les exploitations agricoles familiales en zone cotonnière du Mali face à la baisse des prix du coton-graine » in *Cahiers Agriculture*, N° 15 / Vol. 1, pp. 64-71.

HEWITT (J.), THRUSS (S.), LOHRER (A.) et TOWNSEN (M.), 2010. « A latent threat to biodiversity: consequences of small-scale heterogeneity loss », in *Biodivers Conserv* Vol. 19, Issue 5, pp. 1315-1323 DOI 10.1007/s10531-009-9763-7.

ESTUR (G.), 1993. « L'Amérique Latine, importatrice nette en 1992-1993 » in *Coton et Développement*, N° 7, pp. 5-7.

JOUBE (P.), 1997. *Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu rural*. Thèse D'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris X, 600 p.

KENNEDY (A. C.), 1998. « Microbial Diversity in Agroecosystems », pp. 1-18. in COLLINS (W.) et QUALSET (C.) dirs. – *Biodiversity in Ecosystems* - CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., 352 p.

SOUMARÉ (M.), 2008. *Dynamique et durabilité des systèmes agraires à base de coton au Mali*, thèse de doctorat, Université de Paris X, Paris, France, 372 p.

SOUMARE (M.), BAZILE (D.), DIALLO (K.), VAKSMANN (M.) et

KOURESSY (M.), 2008. « Diversité agroécosytémique et devenir des céréales traditionnelles au sud du Mali » in *Cahiers Agriculture N°17/Vol. 2*, pp. 79-85.

VEYRET (Y.), 2005. « Développement durable et géographie », pp. 11-32. in VEYRET (Y.) (dirs) - *Le développement durable : approches plurielles*. Hatier, Paris. 287 p.