

MINISTÈRE DE L'INNOVATION  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



INSTITUT POLYTECHNIQUE  
RURAL DE FORMATION ET  
DE RECHERCHE APPLIQUÉE  
(IPR/IFRA) DE KATIBOUGOU

BP : 06 Tél : 21 26 20 12

Site Web : [www.ipr-ifra.edu.ml](http://www.ipr-ifra.edu.ml)

E-mail : [ipr-ifra@ipr-ifra.edu.ml](mailto:ipr-ifra@ipr-ifra.edu.ml)

RÉPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple-Un But-Une Foi



ICRISAT-Bamako, BP 320, Bamako, Mali  
Tel (223) 20 70 92 00, Fax (223) 20 70 92 01 ;  
Courriel : [icrisat@icrisatml.org](mailto:icrisat@icrisatml.org)

# ANALYSE DES EFFETS DE L'INTENSIFICATION AGRICOLE SUR LA PRODUCTION DE MAÏS DANS LE CERCLE DE KOUTIALA CAS DU VILLAGE DE N'GOUNTJINA

## Mémoire de Fin de Cycle

---

Présenté par COULIBALY Aïcha TRAORE pour l'obtention du Diplôme  
De Master II en Agroéconomie

### Directeur de stage :

Dr. Félix BADOLO  
Chercheur - Economiste agricole  
ICRISAT Mali.

### Co-Directeur :

Dr. Amadou SIDIBE  
Enseignant - chercheur  
IPR/IFRA de Katibougou

*Mars 2019*

## Table des matières

REMERCIEMENTS.....	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	v
LISTE DES TABLEAUX :.....	vi
LISTE DES FIGURES : .....	vii
LISTE DE L'ANNEXE.....	viii
RESUME.....	ix
INTRODUCTION.....	1
QUESTIONS DE RECHERCHE .....	3
HYPOTHESES.....	3
OBJECTIFS DES RECHERCHES.....	3
I. CADRE DE L'ETUDE/OBJECTIF .....	5
1.1 Cadre institutionnel .....	5
1.2 Cadres théoriques et conceptuel .....	6
1.2.1 Cadres théoriques .....	6
1.2.2 Définitions des concepts.....	6
1.3 Situation géographique.....	11
1.3.1 Situation géographique et population .....	11
1.3.2 Variations pédologiques .....	12
1.3.3 Climat.....	12
1.3.4 Végétation .....	12
1.3.4 Systèmes d'élevage .....	13
1.3.5 Variabilité climatique à N'Gountjina .....	13
II. DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	15
2.1 Choix de la zone d'étude .....	15
2.2 Choix de la spéculation : le maïs .....	15
2.3 Echantillonnage .....	15
2.4 Collecte des données primaires .....	16
2.5 Traitement des données .....	17
III. RESULTATS ET ANALYSE.....	18
3.1 Caractéristiques sociodémographique des producteurs.....	18
3.2 Typologie des exploitations.....	18
3.3 Systèmes de cultures .....	19

3.4	Analyse de l'effet des trajectoires d'intensification .....	20
3.5	Effets de l'utilisation des semences améliorées.....	22
3.6	Effets de l'utilisation des herbicides et des insecticides .....	23
3.7	Effets de l'utilisation de la mécanisation.....	24
3.8	Utilisation des stratégies d'adaptation .....	24
3.9	Modélisation comme outil d'analyse .....	26
IV.	CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES .....	30
4.1	CONCLUSION.....	30
4.2	RECOMMANDATIONS .....	31
4.3	PERSPECTIVES .....	31
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	32
	ANNEXES.....	I

## **DEDICACE**

Je dédie ce travail

A mon tendre et cher époux Makono COULIBALY pour son soutien et ses encouragements.

## REMERCIEMENTS

- ✚ Tout d'abord, je remercie mon époux qui m'a soutenu et encouragé tout au long de mes études.
- ✚ Du fond du cœur, je voudrais remercier Sékou BENGALY, mes parents d'accueil ainsi que tous les résidents du village de N'Gountjina sans qui mon mémoire n'aurait pas lieu d'être. Je les remercie profondément pour leur accueil, ainsi que pour toutes les choses qu'ils m'ont apprises durant mon enquête de terrain.
- ✚ Mes sincères remerciements à mon Directeur de stage Dr Félix BADOLO, Chercheur Economiste agricole à l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT-Mali) pour son entière disponibilité dans le plus grand respect tout au long de ce travail, ainsi qu'à tout le personnel de l'ICRISAT-Mali durant tout mon stage.
- ✚ A mon co-directeur de mémoire Dr Amadou SIDIBE, Enseignant chercheur à l'IPR / IFRA de Katibougou pour ses enseignements, conseils, orientations et surtout le soutien moral qu'il ne cesse de nous apporter.
- ✚ Je remercie le Directeur Générale de l'IPR / IFRA de Katibougou et l'ensemble du personnel pour leurs précieux cours et conseils durant ces années d'études.
- ✚ Je remercie Mr Lacine KONATE de la CMDT et l'ensemble du personnel pour leurs disponibilités à me fournir des documents durant l'enquête.
- ✚ À mes deux parents pour leurs soutiens moraux, encouragement, et prière qu'ils ne cessent de formuler à mon égard.
- ✚ Je remercie toute ma famille, mes frères et sœurs, mes oncles et tantes pour les conseils.
- ✚ Je remercie tous mes amis et camarades pour leurs soutiens amicaux, ma reconnaissance à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué tant sur le plan matériel, financier que moral durant mon parcours.
- ✚ Je ne saurais énumérer ici toutes les personnes à qui je dois ma reconnaissance, qu'elles retrouvent ici ma profonde gratitude.

## SIGLES ET ABREVIATIONS

<b>AMEDD</b>	: Association Malienne d’Eveil au Développement Durable
<b>AMASSA</b>	: Association Malienne pour la Sécurité et la Souveraineté Alimentaires
<b>BNDA</b>	: Banque Nationale du Développement Agricole
<b>CAD</b>	: Coalisation des Alternatives Africaines Dettes et Développement
<b>CMDT</b>	: Compagnie Malienne de Développement Textile
<b>DNAMR</b>	: Direction National de l’Appui au Monde Rural
<b>DNSI</b>	: Direction National de la Statistique
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organization
<b>FIT</b>	: Front Intertropical
<b>ICRISAT</b>	: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
<b>IER</b>	: Institut d’Economie Rurale
<b>IPR /IFRA</b>	: Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée
<b>IRD</b>	: Institut de Recherche pour le Développement
<b>JICA</b>	: l’Agence Japonaise de Coopération Internationale
<b>GIEC</b>	: Groupe International d’Expert sur le Climat
<b>GES</b>	: Gaz à Effet Serre
<b>PIB</b>	: Produit Intérieur Brut
<b>PDSA</b>	: Permanence des Soins Ambulatoires
<b>PDSC</b>	: Plan de Développement Sanitaire de Cercle
<b>OCDE</b>	: Organisation de Coopération et de Développement Economique
<b>OPAM</b>	: Office des Produits Agricoles du Mali
<b>OPA</b>	: Organisation professionnelle Agricole
<b>ONG</b>	: Organisation Non Gouvernementale
<b>UP</b>	: Unité de Production
<b>NPK</b>	: Azote Phosphore Potassium

## **LISTE DES TABLEAUX :**

Tableau 1 : Répartition des exploitants enquêtés par sexe et par niveau d'instruction	Error!
Bookmark not defined.	
Tableau 2 : Typologie des producteurs de maïs	Error! Bookmark not defined.
Tableau 3 : Calendrier agricole simplifié pour la culture du maïs.20	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Tableau 4 : Utilisation des trajectoires d'intensification	21
Tableau 5 : Comparatif des comptes d'exploitation	21
Tableau 6 : Comparatif des marges de production	22
Tableau 7 : Comparaison des rendements Exploitation utilisant semences améliorés:	23
Tableau 8 : Comparaison des rendements Exploitations utilisant semences locales:	23
Tableau 9 : Utilisation des stratégies d'adaptation	24
Tableau 10 : Comparaison des rendements moyens de l'exploitation E1	25
Tableau 11 : Comparaison des rendements moyens de l'exploitation E2	25
Tableau 12 : Evolution de la production du maïs et ces trajectoires d'intensifications à N'Gountjina	27
Tableau 13 : Analyse de corrélation	28

**LISTE DES FIGURES :**

**Figure 1:** Evolution de la production nationale de maïs, superficie et rendement/ha de 1984 à 2017 .....2

**Figure 2:** carte de la commune N’Gountjina ..... 11

**Figure 3:** Evolution de la pluviométrie à N’GOUNTJINA de 1997 à 2018 ..... 14

**Figure 4:** Effet de l’érosion sur le sol à N’Gountjina ..... 14

## **LISTE DE L'ANNEXE**

<b>Annexe 1</b> : Analyse les effets de l'intensification agricole sur la culture du maïs, dans le cercle de KOUTIALA : cas du village de N'GOUNTJINA .....	I
<b>Annexe 2</b> : Questionnaire adressé aux producteurs du village de N'GOUNTJINA .....	II

## RESUME

Dans les années 1970 suite à la sécheresse, le Mali a été confronté à un déficit céréalier. Pour remédier à ce déficit céréalier chronique, l'Etat a lancé des actions concrètes en faveur de la promotion de la culture du maïs (CAE, 2001) à travers le projet maïs en 1980 et le « Programme d'Intensification de la culture de maïs » en 2009. Cette politique d'intensification a été soutenue par la CMDT dans le sud du pays, à travers la distribution d'engrais, de semences de maïs améliorées et l'octroi de crédit d'équipement aux producteurs.

La présente étude a porté sur « l'analyse des effets de l'intensification agricole sur la production de maïs dans le cercle de Koutiala : cas du village de N'Gountjina.

Pour l'analyse, les producteurs ont été classés en deux catégories : les producteurs utilisant les variétés améliorées (E2) et les producteurs utilisant les variétés locales (E1). Une analyse statique descriptive avec le logiciel Excel, a servi de supports pour une analyse comparative des effets de chaque trajectoire d'intensification et les stratégies d'adaptation aux risques climatiques. Les résultats montrent des gains de rendement moyen de 1,411kg/ha avec les variétés locales E1 à 2,431 kg/ha avec les variétés améliorées E2 et un accroissement des revenus monétaires de 45 096 FCFA avec E1 à 125 464 FCFA avec E2. L'utilisation des cordons pierreux et des diguettes permettent d'augmenter les rendements. Les variétés E1 combinées à l'utilisation des cordons pierreux montre que les rendements sont passés de 1,299kg/ha à 1,375kg/ha. L'utilisation des diguettes fournit des rendements allant de 1,292kg/ha à 1,393kg/ha. Les variétés E2 combinées à l'utilisation des cordons pierreux montre que les rendements sont passés de 2,376kg/ha à 2,511kg/ha. Les E2 combinées à l'utilisation des diguettes font passer les rendements de 2,418kg/ha à 2,527kg/ha.

Pour faciliter l'appropriation des trajectoires d'intensification et des stratégies d'adaptation aux risques climatiques par les producteurs, l'encadrement agricole devra se doter d'un système de gestion de l'information agricole, d'outils d'analyse et d'aide à la décision d'une part et d'autre part de vulgariser l'information climatique pour aider les producteurs à s'adapter aux risques du climat, le crédit agricole ne devra plus être lié à la seule culture du coton pour les producteurs, une formation des producteurs sur la production des engrais organiques (fumure par compostage) pourra réduire le coût des engrais chimiques et augmenter leur revenu monétaire.

**Mots clés :** Intensification, Adaptation, Maïs, Producteurs, Rendement

## **ABSTRACT**

In the 1970s, following the drought, Mali was faced with a cereal deficit. To remedy this chronic cereal deficit, the state has launched concrete actions to promote the cultivation of maize (CAE, 2001) through the maize project in 1980 and the Corn Intensification Program In 2009. This policy of intensification was supported by the WTDC in the south, through the distribution of fertilizers, improved maize seeds and the provision of equipment loans to farmers.

This study focused on analyzing the effects of agricultural intensification on the production of corn in the Koutiala: case of the village of N'Gountjina.

For analysis, producers were classified into two categories producers using improved varieties (E2) and producers using local varieties (E1). A descriptive static analysis with the Excel software served as a support for a comparative analysis of the effects of each intensification trajectory and the adaptation strategies to climate risks. The results show average yield gains of 1 411kg / ha with local varieties. E1 at 2.431 kg / ha with improved varieties E2 and an increase in cash incomes of 45 096 FCFA with E1 to 125 464 FCFA with E2. The use of stone bunds and bunds can increase yields. The E1 varieties combined with the use of bunds showed that yields increased from 1 299kg / ha to 1 375kg / ha. The use of bunds provides and yields up 1, 292kg / ha to 1 393kg / ha. The E2 varieties combined with the use of stony cords show that of yields increased from 2,376kg / ha to 2 511kg / ha. The E2 combined to use of bunds masquerade yields of 2 418kg / ha to 2 527kg / ha.

For facilitate ownership of trajectories are intensifying and are coping with climate risks by producers, the agricultural extension will acquire an agricultural information management system, tools analysis and decision support on the one hand and also to popularize climate information to help producers adapt to climate risks, the credit gricole will no longer be bound to the As the only producer of cotton for farmers , producer training on the production of organic fertilizers (composting fertilizer) can reduce the cost of chemical fertilizers and increase their cash income.

**Keywords :** Intensification, Adaptation, Maize, Producer, Yield

## INTRODUCTION

Le Mali, avec une superficie de 1 241 238 km<sup>2</sup>, est le plus vaste État d'Afrique de l'Ouest après le Niger. Le pays est traversé par deux grands fleuves : le Niger et le Sénégal. Il possède trois zones climatiques comprenant la zone saharienne (avec en moyenne 150 mm à 400 mm de pluies par an), la zone sahélienne (avec en moyenne 400 mm à 600 mm de pluies par an) et la zone soudanienne (avec en moyenne 600 mm à 1500 mm de pluies par an). Au Mali, l'économie reste dominée par le secteur primaire (l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'exploitation des ressources naturelles). Le secteur agricole a généré en moyenne 40.9% du PIB en 2017 et environ 80 % de la population active travaillent dans l'agriculture. (Coulibaly,2012).

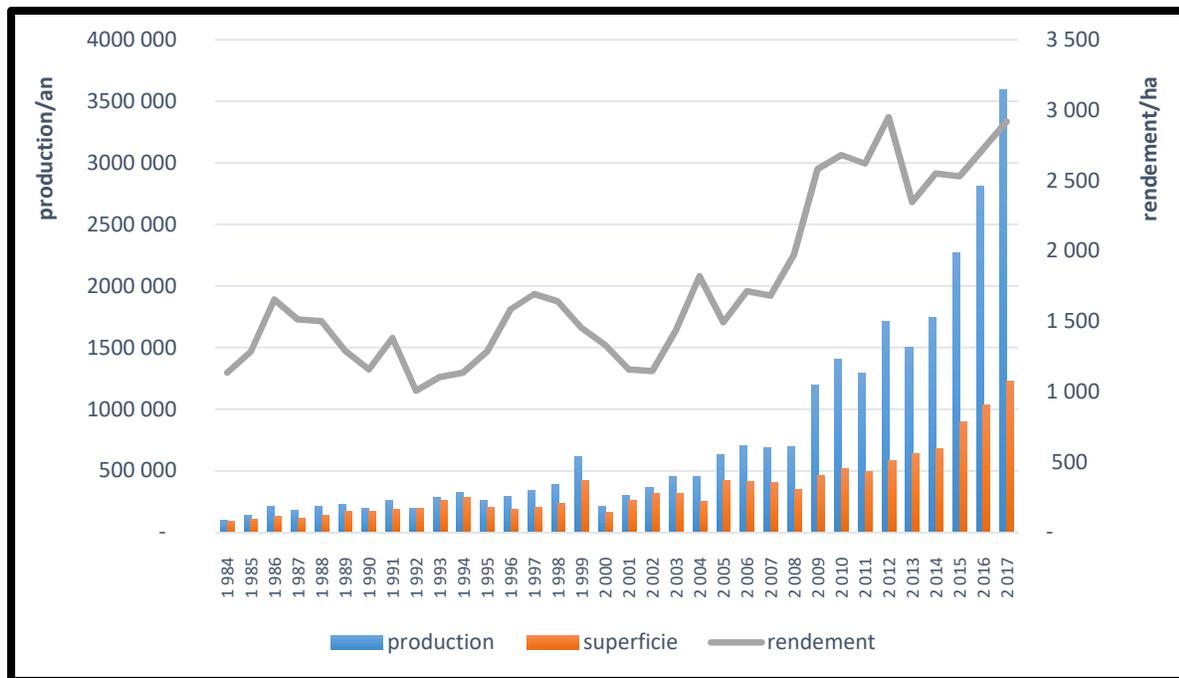
Le maïs, le sorgho, le mil, le riz, le blé, le fonio, l'arachide, le niébé et le coton sont les principales cultures du pays. La production céréalière est principalement constituée par des cultures pluviales dans la zone agricole ayant une pluviométrie annuelle supérieure à 600 mm Le mil et le sorgho sont présents dans toute cette zone. Le maïs est surtout présent dans les régions à plus de 900 mm de pluies par an (Bazile D 1 et Soumaré M 2 -2003).

Avant les années 70, la production de maïs au Mali occupait une place négligeable en termes de superficie (CAE, 2001). La culture était connue et pratiquée par les exploitations agricoles dans les différentes zones du pays. La production de maïs était surtout destinée à l'autoconsommation et jouait un rôle important pendant la période de soudure.

En effet, les variétés précoces de maïs arrivent à maturité au cours de la période août-septembre, qui correspond à la soudure en milieu rural. Cette période se caractérise par la réduction des stocks vivriers, et l'arrivée de nouvelles récoltes apporte une solution aux problèmes alimentaires que connaissent la plupart des exploitations agricoles. Le maïs occupait ainsi une place stratégique de culture de soudure avec d'autres cultures non céréalières comme l'igname, le niébé, qui permettait aux ménages de varier leur alimentation et d'obtenir un certain équilibre nutritionnel. Les variétés utilisées étaient traditionnelles, peu productives mais très adaptées aux milieux édaphiques et socio-économiques.

Pour faire face au déficit céréalière des années 1970 dû aux périodes successives de sécheresse, l'Etat Malien a lancé des actions concrètes en faveur de la promotion de la culture du maïs. L'action maïs a été lancée dès 1972 et accélérée en 1976 avec le projet maïs de la CMDT dans le sud du Mali. (ANCEY, 1983). La CMDT a mené des actions de vulgarisation appropriées en proposant aux paysans de nouvelles variétés et des intrants pour mener la culture intensive du maïs. Parallèlement à cette action de vulgarisation, la commercialisation était assurée par la CMDT pour le compte de l'Office des produits agricoles du Mali (OPAM). Le prix au producteur était garanti.

C'est ainsi que les surfaces emblavées ont été multipliées par 5 et les rendements qui étaient de l'ordre de 80 kg/ha sont montés en moyenne à 2 000 kg/ha, sinon plus. (TEME B. et al. 1992).



Source : Rapport-DNAMR /DNSI 2017

**Figure 1: Evolution de la production nationale de maïs, superficie et rendement/ha de 1984 à 2017**

A partir de 1986 sous l'instigation des bailleurs de fonds, l'Etat Malien, à l'instar des autres pays africains, institua la libéralisation de la commercialisation des céréales. L'OPAM s'est retiré du processus de commercialisation et les prix au producteur ont chuté de façon drastique. Les crédits intrants pour le maïs ont également été supprimés par la CMDT qui n'était plus à mesure de récupérer les frais engagés aux temps opportuns. Ces décisions ont eu comme conséquences la diminution de la production céréalière et la baisse des rendements. Le marché est devenu incertain et les risques encourus sont devenus importants avec la diminution des quantités pluviométriques due aux changements climatiques. (TEME B. et al. 1992).

En 2009/2010, l'Etat a lancé le Programme d'Intensification de la culture de maïs. Ce programme est mis en place à travers des subventions à l'achat de semences améliorées et d'engrais ; de crédits pour l'achat de matériels agricole et d'assistance technique. L'objectif de ce programme était de faire face à la sécurité alimentaire suite à la demande de plus en plus croissante de maïs pour la consommation humaine et pour l'alimentation de la volaille. Au sud du Mali, cette politique d'intensification a été soutenue par la CMDT à travers la distribution d'engrais, semences améliorées de maïs et l'octroi de crédits d'équipement aux producteurs (Diallo 2011).

Dans le cas spécifique de N’Gountjina, nous avons remarqué pendant la phase exploratoire qu’il y’a un regain d’engouement pour la culture du maïs. Il s’agit donc de voir si cet engouement pour la culture du maïs constitue une stratégie d’adaptation aux risques climatiques. Ceci suscite la question suivante : Quelles sont les manifestations de l’intensification de la production de maïs sur la vulnérabilité et l’adaptation des groupes sociaux face aux différents risques ?

## **QUESTIONS DE RECHERCHE**

Pour répondre à la question principale nous formulons les questions spécifiques suivantes :

Quels est le système de production du maïs dans le village de N’Gountjina ?

Quelles sont les trajectoires d’intensification de la culture de maïs dans le village de N’Gountjina ?

Comment expliquer la prédominance de ces trajectoires dans le contexte de N’Gountjina ?

Quels sont les impacts de ces trajectoires sur les exploitations agricoles ?

Quels sont les liens entre l’intensification de la production et la vulnérabilité des groupes sociaux ?

## **HYPOTHESES**

- L’intensification de la culture du maïs est une stratégie d’adaptation des groupes sociaux aux différents risques climatiques dans le village de N’Gountjina.
- L’utilisation des semences améliorées, des engrais minéraux, des produits phytosanitaires et la mécanisation constituent des trajectoires d’intensification de la production de maïs.
- Les cordons pierreux et des diguettes permettent de lutter contre l’érosion des sols et d’augmenter le rendement par hectare.
- Les trajectoires d’intensification permettent d’augmenter le rendement par hectare de la production de maïs et d’augmenter le revenu des producteurs.

## **OBJECTIFS DES RECHERCHES**

La principale motivation de ce projet de recherche est d’analyser les effets des trajectoires d’intensification de la culture du maïs et l’adaptation des groupes sociaux aux risques climatiques. L’objectif recherché dans cette étude est de voir quels peuvent être le lien entre l’utilisation des trajectoires l’intensification sur les rendements par hectare de la production de maïs et des stratégies d’adaptation des groupes sociaux aux risques climatiques dans le village de N’Gountjina.

Les objectifs spécifiques visés par cette étude se résument à :

- Analyser le système de production de maïs dans le village de N'Gountjina,
- Identifier les trajectoires d'intensification de la culture du maïs,
- Analyser les rendements par hectare de chaque trajectoire d'intensification et faire une analyse comparative des rendements,
- Analyser les stratégies d'adaptations aux risques climatiques et faire une analyse comparative des rendements,
- Proposer des solutions d'amélioration de l'intensification de la production de maïs.

Pour y parvenir une analyse statistique descriptive a été faite avec comme outils d'analyse l'Excel et SPSS. Les données en séries temporelles ont été utilisés et la programmation linéaire multiple comme outil d'analyse de corrélation avec le logiciel Stata.

Le document s'articule autour de quatre parties. La première partie présente le cadre de l'étude, le second traite la démarche méthodologique, la troisième montre des résultats et analyses, et la dernière présente la conclusion et les perspectives.

# **I. CADRE DE L'ETUDE/OBJECTIF**

## **1.1 Cadre institutionnel**

### **1.1.1 Présentation de l'ICRISAT :**

L'Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-arides est une organisation internationale à but non lucratif et apolitique dont le siège se trouve en Inde dans l'état d'Andhra Pradesh dans le village de Patancheru. Créé en 1972, il est l'un des 15 centres financés par un ensemble de plus de 50 bailleurs de fonds à travers le Groupe Consultatif pour la recherche Agricole Internationale (CGIAR).

### **1.1.2 Mission.**

La mission de l'ICRISAT est d'aider les paysans à augmenter la productivité agricole, la sécurité alimentaire, réduire la pauvreté et protéger l'environnement à travers la recherche scientifique. Les activités de l'ICRISAT couvrent les zones semi-arides des tropiques de l'Inde, et de l'Afrique de l'Ouest du Centre, de l'Afrique de l'Est et Australie. L'accent est mis sur les cinq cultures qui revêtent une importance particulière dans l'alimentation des pauvres : le sorgho, le mil, l'arachide, le pois chiche et le pois d'Angole.

### **1.1.3 ICRISAT au Mali**

La station de recherche de l'ICRISAT est située à Samanko et à 25 Km au sud-ouest de Bamako sur la gauche de la route de Kangaba. Le village de Samanko appartient à la commune rurale du Mandé dans la sous-préfecture de Kati dans la région de Koulikoro. Ses coordonnées sont les suivantes : L'altitude moyenne est de 331m ; 12°5' Attitude Nord Est, 8°5' Longitude Ouest. D'une superficie de 126 ha, la station est limitée à l'Est par le fleuve Niger, au Nord-est par les locaux du Corps de la paix, au Nord-Ouest par le village d'Ouezimbougou, à l'Ouest par le village de Samanko au Sud-ouest par le Service Semencier National (SSN), au Sud par le Centre d'Expérimentation et d'Enseignement du Machinisme Agricole (CEEMA) et le Centre d'Apprentissage Agricole de Samanko (CAA).

Au Mali, l'ICRISAT couvre les zones de culture du sorgho, du mil, de l'arachide. Ceci en collaboration avec les instituts nationaux de recherche (Institut d'Economie Rurale, et IPR), les ONG (Organisation Non Gouvernementale) tels qu'AMEDD, CADD, etc., les Services de Vulgarisation et les organisations paysannes.

## **1.1.4 Présentation du Projet ASSAR**

Le projet ASSAR programme des travaux dans les régions semi-arides, avec six centres dans les six pays en Afrique (Mali, Ghana, Ethiopie, le Kenya, la Namibie et le Botswana) et trois états (Karnataka, Maharashtra et Tamoul Nadu) en Inde. Les personnes habitant dans ces régions font face à un ensemble de défis complexes qui incluent des hauts niveaux de pauvreté, ressources naturelles rares et l'insécurité alimentaire. La plupart des individus dans ces pays sont dépendants à l'agriculture et l'élevage comme leurs sources fondamentales de nourriture et revenu et sont de plus en plus vulnérables aux impacts du changement climatique, y compris les changements dans la pluviométrie (chute ou retard de pluie), les plus longues sécheresses et les inondations plus fréquentes.

Les équipes ASSAR en Afrique de l'Ouest, Afrique de l'Est, Afrique du sud et au sud Asie étudient les dynamiques environnementales, sociales et politiques qui forment ces vulnérabilités, aussi bien que les facteurs et conditions qui permettent une adaptation efficace.

## **1.2 Cadres théoriques et conceptuel**

### **1.2.1 Cadres théoriques**

La première partie du travail a été consacrée à la recherche documentaire. Compte tenu de la spécificité du thème, il était impératif d'appréhender tout le contour théorique de la problématique. Cela nous a permis de placer notre thème dans le contexte particulier de l'agriculture malienne libéralisée dans un contexte global des débats sur les adaptations au changement climatique et de ses impacts sur les exploitations familiales. Le choix des lectures a été fait en fonction des mots clés du thème. Cette revue de la littérature a été effectuée tout au long du stage.

### **1.2.2 Définitions des concepts**

#### **Système de production**

Le système de production est un ensemble structuré de moyens de production (force de travail, terre, équipement, etc.) (TOURTE et al. (1982) et JOUVE (1994)), combinés entre eux pour assurer une production végétale ou animale en vue de satisfaire les objectifs et les besoins socioéconomiques et culturels de l'exploitation (ou du chef de l'unité de production) et de sa famille. Le système de culture (SEBILLOTTE, 1977), concept agronomique, s'applique à l'échelle de la parcelle ou du groupe de parcelles traitées de manière homogène, c'est-à-dire caractérisées par une succession de cultures et des associations éventuelles de cultures, et par un ensemble de techniques qui leur sont appliquées suivant un ordonnancement précis - l'itinéraire technique.

## **Exploitation agricole**

L'exploitation agricole a été définie par CHOMBART et al. (1963) comme étant une unité économique dans laquelle l'agriculteur pratique un système de production en vue d'augmenter son profit. Ce système est finalisé par les objectifs de l'agriculteur et de sa famille. Mais, si dans les pays développés, l'identification de l'exploitation agricole ne pose pas de problème, il n'en va pas de même dans certains pays en développement, spécialement en Afrique où l'unité de résidence, l'unité de consommation, l'unité de production et même l'unité d'accumulation peuvent être dissociées. C'est pourquoi nous avons privilégié l'unité de production (UP) comme l'unité d'analyse dans cette étude, tout en gardant à l'esprit les relations qu'elle a avec les autres unités mentionnées précédemment. L'unité de production est définie comme l'ensemble des personnes qui contribuent à la création et à la fourniture du produit.

## **Intensification agricole**

La notion d'intensification en agriculture de manière générale fait référence à la quantité de capital ou de travail investie par unité de surface cultivée. Selon TIREL (1987), l'intensification agricole des zones tempérées se réfère à l'évolution des systèmes de production marquée par l'augmentation de la productivité du travail, de la terre et du capital investi. Dans le cas des zones tropicales et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest, TOURTE (1970) indique que l'intensification des systèmes de culture reste un objectif faisant principalement référence à l'augmentation des rendements qui implique outre des changements techniques, une sédentarisation des aires de culture et l'entretien de la fertilité des sols cultivés.

La notion d'intensification telle que définit par TIREL se rapporte à un facteur (terre, travail ou capital). Ce facteur est exploité de façon intensive lorsque l'on combine à une quantité donnée de ce facteur des quantités croissantes d'autres facteurs. Selon MELLEVILLE (1978), une véritable intensification n'est pas synonyme d'accroissement des récoltes à l'unité de surface. Elle doit aussi assurer un maintien, voire une amélioration de la fertilité du milieu. Les perspectives d'évolution agraire ne devraient donc pas s'apprécier à travers les seules perspectives d'intensification mais plutôt convient-il d'en adopter une vision élargie. Les systèmes agricoles intensifs doivent parvenir à une réelle intégration entre secteurs d'activités en particulier entre agriculture et élevage.

## **Mécanisation**

La mécanisation porte sur l'utilisation des équipements de production agricole comme la daba, la charrue, le semoir, le multiculteur, et le tracteur. Elle comprend tous les niveaux de technologies agricoles, des outils manuels de base aux équipements motorisés. La mécanisation est considérée comme une trajectoire d'intensification non seulement les aspects technologiques de l'agriculture, mais prend en considération les effets qu'ont les outils sur le rendement agricole, et améliorer la productivité. Elle permet la facilité et la rapidité du travail.

## **Adaptation**

L'adaptation est définie comme un ensemble d'activités visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux impacts du changement climatique et aux risques liés au climat, en maintenant ou en accroissant la capacité d'adaptation et la résilience. (OCDE, CAD, 2011).

Les stratégies d'adaptation comprennent une large gamme d'activités, depuis les mesures visant la réduction des facteurs de vulnérabilité jusqu'aux interventions destinées à faire face aux impacts concrets du changement climatique.

## **Engrais**

Les engrais sont des substances organiques ou minérales, utilisés en mélange dans la production d'une spéculiation agricole (exemple le maïs) pour apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement et la qualité de graine. La fertilisation dépend souvent des rendements espérés, elle doit être équilibrée, suffisante et apportée au moment opportun. Il faut surtout s'assurer que l'augmentation de rendement compense bien largement les coûts liés à la fertilisation.

## **Semences améliorées**

Une semence est dite améliorée lorsqu'au moins une des caractéristiques de sa variété présente des performances supérieures à celles des variétés traditionnelles. Les caractéristiques qui la différencient des semences traditionnelles sont essentiellement :

- Le potentiel génétique de productivité élevé ;
- La bonne adaptabilité aux zones agro-climatiques.

(Source : projet de développement des semences améliorées (<http://www.pdsA.org>)).

Les variétés de semences améliorées les plus utilisées dans le village de N'Gountjina sont : la variété Dembagnuma et la variété Sotubaka. La variété Dembagnuma a un rendement de 3 187kg/ha et celle de Sotubaka 2 600kg/ha (*D. COULIBALY, et al...*). Le cycle de ces variétés est de 115-120

jours pour le Sotubaka et 120 jours pour le Dembagnuma (*Fiche technique, Banque Nationale de Développement Agricole*). Les semences améliorées constituent un intrant de première importance de l'intensification car le facteur variétal étant décisif pour le rendement.

## **Produits phytosanitaires**

Ils sont des produits chimiques utilisés pour protéger les cultures et les récoltes des agresseurs nuisibles, des mauvaises (herbicides), et des insectes (insecticides).

## **Cordons pierreux**

Les cordons pierreux sont des dispositifs antiérosifs composés en une ou plusieurs rangées le long des courbes de niveaux, ou autour d'un champ. Les cordons pierreux sont utilisés comme stratégie d'adaptation des groupes sociaux parce qu'elles permettent de récupérer les terres dégradées, de lutter contre l'érosion hydrique et d'améliorer l'infiltration des eaux. Selon les producteurs, son utilisation permet d'empêcher les eaux de ruissellement, réduire l'érosion hydrique, augmenter l'infiltration des eaux de pluie, conserver et améliorer la fertilité des sols. L'érosion prive le champ des nutriments indispensables à sa fertilité, ses nutriments se retrouvent emportés par les courants d'eau et terminent souvent dans les cours d'eau. Elles permettent d'empêcher ces mouvements d'eau de pluie et s'infiltrer uniformément dans le sol. Avec les cordons pierreux, chaque goutte de pluie peut s'infiltrer dans le champ où elle tombe.

## **Construction de diguettes**

Une diguette réduit le débit de crue sur le champ. Elle sert à diminuer le quota de crue maximum du cours d'eau auquel est soustraite l'eau. il est aussi préférable pour éviter les fortes pentes. Une période de sécheresse pendant la floraison peut entraîner des baisses significatives de rendement.

## **Maïs**

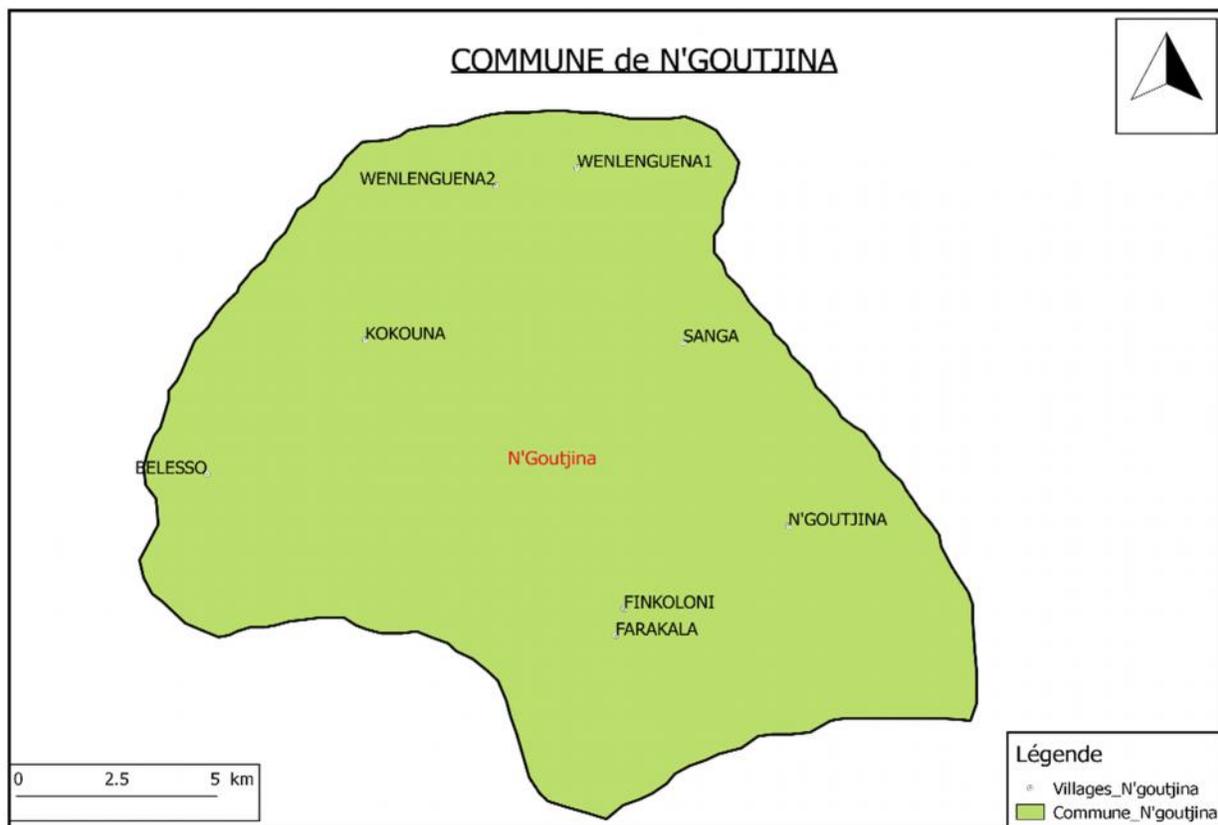
Le maïs est une céréale herbacée annuelle d'environ 2m de haut et à très faible ou sans tallage. Le maïs est une plante exigeante en lumière, en eau et en fertilisants. Le maïs préfère les sols meubles, riches en matières organiques, profonds, bien humides et bien drainés. Les sols acides ou salés sont à éviter car ils limitent les rendements. Il est aussi préférable d'éviter les fortes pentes. Une période de sécheresse pendant la floraison peut entraîner des baisses significatives de rendements. L'excès d'eau peut également provoquer des pourritures des racines. Le maïs est une plante qui possède deux types d'inflorescence : les fleurs mâles à l'extrémité de la tige et les fleurs femelles à l'aisselle des feuilles. Cette disposition des fleurs génère un taux d'allogamie très élevé, jusqu'à 95%, qui a des conséquences importantes en sélection et pour la multiplication des semences.

Deux (2) types de qualité de maïs sont produits : maïs local et maïs hybride. Le maïs local permet la reproduction et donc l'utilisation de ses propres semences. Le maïs hybride est utilisé dans la culture intensive avec beaucoup plus d'intrants afin d'exprimer ses potentialités. Son rendement est supérieur au rendement du maïs local. Le maïs est aujourd'hui un aliment de base pour l'alimentation humaine et animale (aviculture notamment) et c'est la 3ème céréale sèche du Mali après le mil et le sorgho. Il est consommé sous formes diverses : épi frais grillé, tô, couscous, bouillie, en pâtisserie et en boulangerie, etc. Son utilisation dans l'alimentation animale (volaille surtout) connaît un essor considérable dans les grands centres urbains tels que Bamako, Ségou et Sikasso. (*Source : Fiche technique Maïs version 1.0 Banque Nationale de Développement Agricole*)

## 1.3 Situation géographique

### 1.3.1 Situation géographique et population

La présente étude a été effectuée dans la commune de N’Goutjina, cercle de Koutiala dans la région de Sikasso au sud du Mali. Elle est limitée au Nord par la commune urbaine de Koutiala, au nord-est par la commune rurale de Sincina, à l’ouest par la commune rurale N’Golonianasso, au sud par la commune rurale de Zangasso, à l’est par la commune de Kapala. La commune compte huit (8) villages : N’Goutjina, Finkoloni, Farakala, Sanga, Bèlèso, Kokouna, Ouèlèguènan I, Ouèlèguènan II. Le chef-lieu de la commune N’Goutjina est situé entre 12°15' 52" de latitude Nord et 5°29'48" de longitude Ouest. N’Goutjina est Situé à 11 km de la ville de Koutiala. La figure ci-dessous résume les villages de la commune de N’Goutjina.



**Figure 2: carte de la commune N’Goutjina (Source : PDSC Commune de N’Goutjina 2006).**

La population de la commune est estimée à 24713 habitants au dernier recensement de 2016. Cette population est jeune et est composée essentiellement de Minyanka, Bobo, Peuls, et Dogons. Ils sont agriculteurs, éleveurs, artisans ou font du petit commerce. L'agriculture est la principale activité de la population qui est basée sur la culture du coton, du maïs, du mil, du sorgho, et du gombo. L'élevage est moins développé et est pratiqué pour augmenter la production agricole par l'utilisation du fumier et des bœufs de labour. Le cheptel est estimé à 722 bovins, 468 ovins-caprins, 254 ânes. L'activité artisanale est surtout dominée par la fabrication de matériels destinés à l'agriculture et la vente de pièces de rechanges (*Source : PDSC Commune de N'Gountjina 2006*).

### **1.3.2 Variations pédologiques**

Ils existent quatre (4) types de sols à N'Gountjina : sableux, argilo-sableux, argileux et gravillonnaire. En saison pluvieuse, l'horizon induré, imperméable, entraîne la formation de marres temporaires essentielles pour l'abreuvement des animaux dans l'espace sylvio-pastoral. Par endroit, la cuirasse est dégradée et le sol plus profond. Le sol est composé des éléments de dégradation de la cuirasse (gravillons) qui peuvent représenter une importante épaisseur mêlée à des sables et éléments de sol plus fins. L'état gravillonnaire confère aux sols des bonnes propriétés agricoles avec une forte macroporosité offrant un bon ressuyage des eaux de pluies et un bon enracinement des cultures.

### **1.3.3 Climat**

Le village est caractérisé par la présence intermittente entre les mois de décembre et février d'un vent frais et sec. Le climat tropical qui y sévit est caractérisé par deux saisons : l'une sèche, de novembre à juin, ponctuée par quelques pluies au mois d'avril, et l'autre pluvieuse, couvrant la période de juillet à octobre. La pluviométrie oscille entre 700 à 800 mm de pluies par an et cela sur 6 à 7 mois selon les années, les précipitations moyennes enregistrées sont de 916 mm à N'Gountjina.

### **1.3.4 Végétation**

Le relief est surtout constitué de plateaux à grés lessivés de moyenne taille. La commune abrite 2 mares : la mare sacrée de N'GOUTJINA et la mare de SANGA ; ailleurs ce sont des marigots temporaires dont le volume d'eau et l'importance dépendent de pluviométrie. La commune abrite une forêt classée de Koba avec 3500 hectares. Les parcs agro-forestiers sont composés d'arbres

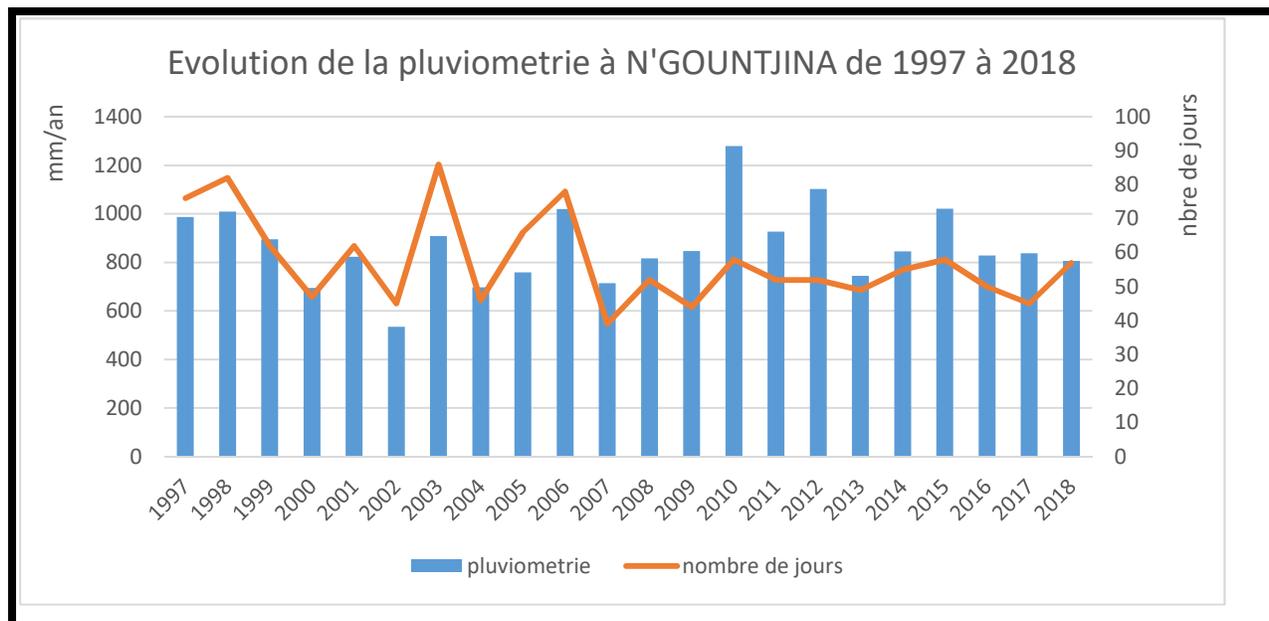
fruitiers présents naturellement mais remaniés par les activités humaines, comme le baobab (*Andansonia digitata*), le néré (*Parkia biglobosa*), et le karité (*Vitellaria paradoxa*).

### **1.3.4 Systèmes d'élevage**

Les producteurs pratiquent l'élevage de petits ruminants (ovins et caprins) auquel s'ajoutent quelques petits ateliers d'élevage de volailles (poules et pintades). Les agriculteurs de la zone, ayant dégagés des revenus monétaires grâce à la vente du coton-graine, ont acquis des animaux. Les exploitations ont acheté des bœufs de trait pour la culture attelée (travail du sol, sarclage et transport) puis des animaux d'élevage pour produire leurs propres bœufs de trait et développer un noyau d'élevage. La conduite des troupeaux varie selon leurs tailles. Les petits troupeaux sont conduits par des enfants de la famille. L'engagement d'un berger représente un coût qui se justifie pour les troupeaux de plus grande taille et composés de bœufs d'élevage. Le système d'élevage intégré aux exploitations agricoles permet d'apporter aux bovins de trait différents compléments alimentaires, dont des résidus de cultures (fanés d'arachide, tiges de maïs, etc.), de la graine de coton commandé, via les Organisations Professionnelles Agricoles (OPA) (achat à crédit ou au comptant basé sur les revenus cotonnier) pour compléter les animaux de trait avant la reprise des travaux agricoles.

### **1.3.5 Variabilité climatique à N'Gountjina**

La variation du climat est aisément perceptible à travers l'évolution de la pluviosité enregistrée au cours de ces dernières années dans le village de N'Gountjina. Après les épisodes de grande sécheresse de 1972-73 et de 1982-84, on a constaté une baisse de la pluviométrie vers les années 2000. Cette tendance s'est maintenue jusqu'en 2002. De 2003 à 2018, on a enregistré une fluctuation de la pluviométrie. En plus des hauteurs de pluie, on note également une variation sur la durée des pluies. Par exemple, en 2003, alors qu'on enregistrerait en 86 jours, 1279 mm de pluie, en 2010, on enregistrerait quasiment la même quantité de pluie tombée en 58 jours. Ces perturbations climatiques se caractérisent par un accroissement du taux de semis tardif, conséquence de l'installation tardive des pluies et de leur mauvaise répartition. Les semis tardifs (mois de Juillet) réduisent considérablement les rendements des plantes. La figure ci-dessous résume l'évolution de la pluviométrie de ces dernières années.



**Figure 3: Evolution de la pluviométrie à N'Gountjina de 1997 à 2018 (Source : CMDT-Koutiala 2018)**

Il est à noter que cette variation du climat a des impacts significatifs sur les ressources naturelles de la zone. Les sols sont en forte dégradation du fait de l'érosion essentiellement due à l'intensité du régime pluviométrique et la fréquence de plus en plus grande des événements extrêmes. Les chocs des gouttes de pluie (effet splash) sont à la base de deux types d'érosion hydrique rencontrés (érosion en nappe et érosion en ravines).

La figure ci-dessous montre les effets de l'érosion sur le sol à N'Gountjina



**Figure 4: Effet de l'érosion sur le sol à N'Gountjina, (Source : résultat de l'enquête 2018)**

## **II. DEMARCHE METHODOLOGIQUE**

### **2.1 Choix de la zone d'étude**

Le choix du site d'étude repose sur les observations de la phase exploratoire qui nous a conduits dans 7 villages du cercle de Koutiala. Le choix s'est porté sur le village de N'Gountjina pour les raisons suivantes : (i) les échanges avec les producteurs pendant cette phase ont montré que la production du maïs dans le village de N'Gountjina augmente ; ii) l'existence des mesures de lutte anti-erosives qui peuvent s'apparenter à des stratégies d'adaptation aux risques. Ces ont suscité notre curiosité. Ce qui a motivé le choix du village pour nous permettre de comprendre d'avantage ces stratégies.

### **2.2 Choix de la spéculation : le maïs**

Les échanges avec les producteurs de Koutiala pendant la phase exploratoire ont montré qu'après le coton, la production du maïs vient en première position suivie du sorgho et du mil. Le maïs est la deuxième culture de rente après le coton dans le village de N'Gountjina dans le cercle de Koutiala. Le maïs est utilisé tant pour l'alimentation humaine que celle de la volaille. L'aliment volaille est constitué de 60 à 70% de maïs (Diallo 2011). Le maïs est beaucoup consommé pendant les périodes de soudure et permet de lutter contre l'insécurité alimentaire dans le village. La commercialisation du maïs est facile compte tenu des besoins alimentaires de la volaille qui est en net progression dans le cercle de Koutiala. Il est à noter qu'en plus du coton, le maïs est la spéculation qui a bénéficié des projets ou programmes d'intensification à travers la CMDT selon les données recueillies. Elle constitue donc une stratégie d'adaptation aux risques climatiques pour les producteurs à travers l'utilisation de différentes trajectoires.

Pour vérifier ces hypothèses, la collecte et l'analyse des données sur le terrain ont été effectuées en faisant une comparaison de rendements entre les exploitants qui utilisent les trajectoires d'intensification et ceux qui ne les utilisent pas.

### **2.3 Echantillonnage**

Un échantillon de quarante (40) producteurs ont été enquêtés de manière aléatoire. La méthode d'entretien individuel a été utilisée au niveau de chaque producteur jusqu'à l'atteinte du point de saturation où les entretiens n'ajoutaient plus de nouvelles informations.

## 2.4 Collecte des données primaires

Pour la collecte des données primaires, la première étape qui était la phase exploratoire a consisté à collecter les données primaires sur un certain nombre de villages de Koutiala à travers un guide d'entretien. Pour cela sept (7) villages ont été ciblés à savoir : Wolobougou, N'Tièssou, N'Gountjina, Finkoloni, Basso, Bougoro et N'Gourosso. Le choix de ces villages a été fait en tenant compte des quatre (4) points cardinaux de la ville de Koutiala afin d'avoir une diversité d'informations.

Du 1er au 15 juillet 2018, pour mener à bien cette étude préliminaire, il a été nécessaire de faire un guide d'entretien adressé aux producteurs de ces villages pour connaître la réalité du terrain. Les questions de recherche étaient basées sur leur principale culture de rente et céréalière, leurs pratiques ancienne et moderne de l'agriculture, les acteurs qui interviennent dans l'introduction et la diffusion de ces pratiques, les conditions de collaboration les acteurs, les difficultés de collaborations, etc. Pour la collecte des informations, des séances de focus groupes ont été organisées avec les producteurs au niveau de chaque village à l'aide d'un outil de collecte qui était déjà élaborer.

Les entretiens avec ces acteurs dans les villages ont permis d'avoir de informations sur :

- Les trajectoires d'intensification de l'agriculture : l'utilisation de semences améliorées, d'engrais minéraux, des produits phytosanitaires et de la mécanisation ;
- Des stratégies d'adaptation des groupes sociaux aux différents risques dans le cercle de Koutiala : l'utilisation des cordons pierreux, des diguettes, et la pratique du zaï ;
- Les pratiques anciennes de l'agriculture à Koutiala : culture à la houe ou à la dabas, bitumage à la daba, culture à sec ;
- Les pratiques modernes de l'agriculture à Koutiala : labour à la charrue ou au tracteur, l'utilisation de la mécanisation, des produits phytosanitaires, d'engrais minéraux, de semences améliorées, de microdosage, le buttage, le démariage. La pratique moderne la plus utilisée est le labour à la charrue ou au tracteur dans tous les villages enquêtés. Les raisons évoquées par les producteurs sont entre autres la conservation l'humidité, la facilitation de l'aération du sol, le développement rapide des plants, une pratique plus bénéfique ;
- Les acteurs qui interviennent dans l'introduction et la diffusion de ces pratiques sont : la CMDT, ONG AMEDD, N'GASENE, service technique de l'agriculture, AMASSA et la BNDA. Les producteurs ont un rapport de partenariat avec ces acteurs (formations, organisations, coopération et d'aide). Les conditions de collaboration avec ces acteurs sont : agriculture comme activité principale et membre dans une coopérative agricole. Les

difficultés de collaboration avec ces acteurs comprennent le problème de coordination entre ces acteurs, le manque d'informations en temps réel ;

- Le coton est la culture de rente qui constitue la principale source de revenu des exploitations, tandis que les céréales (maïs, sorgho, mil etc.) constituent la base de l'alimentation. (*Source: résultat d'enquête, 2018*).

Cette étape a été suivie du choix du village de N'Gountjina comme site de l'étude sur production de maïs. La seconde étape a porté sur l'administration des questionnaires aux producteurs du village de N'Gountjina.

## **2.5 Traitement des données**

Pour l'analyse, les producteurs ont été classés en deux catégories : les producteurs utilisant les variétés améliorées (E2) et les producteurs utilisant les variétés locales (E1). Ensuite nous avons procédé à une comparaison des rendements entre E1 et E2 et également une comparaison des rendements entre les stratégies d'adaptations. Ces analyses ont été faites avec les données primaires collectées au niveau des producteurs de N'Gountjina. Une analyse de corrélation a été faite avec les données secondaires sur l'évolution de la production du maïs, d'engrais, de semences améliorées, des produits phytosanitaires et de la mécanisation. Ces données ont été collectées au niveau de la CMDT Koutiala. La saisie des données a été faite sur Word et SPSS, les calculs des statistiques et l'élaboration des graphiques ont été réalisés à l'aide de logiciel Excel. L'analyse de corrélation a été faite sur le logiciel STATA.

### III. RESULTATS ET ANALYSE

#### 3.1 Caractéristiques sociodémographique des producteurs

Du 29 septembre au 18 Octobre 2018, le questionnaire élaboré a été administré auprès des 40 producteurs (37 hommes et 3 femmes) de maïs sélectionnés de manière aléatoire. Parmi ces producteurs vingt-cinq (25) sont membres de la coopérative « N'Iporokotèrè » de N'Gountjina et 15 personnes sont non membres. Le tableau ci-dessous donne la répartition des producteurs enquêtés par sexe et par niveau d'instruction.

**Tableau 1 : Répartition des exploitants enquêtés par sexe et par niveau d'instruction**

Type d'Exploitants		Niveau d'instruction					Total	
		Aucun Niveau	Alphabétisé	Primaire	Secondaire	Supérieure		Coranique
Sexe	Masculin	16	16	1	1	1	2	37
	Féminin	0	0	1	2	0	0	3
Total		16	16	2	3	1	2	40

*Source : Résultats des enquêtes, 2018*

#### 3.2 Typologie des exploitations

L'Etude a distingué deux (2) types de producteur suivant le niveau de mécanisation (traction attelée et culture manuelle). Elle ne tient pas compte des différenciations sociales et de la diversification des systèmes de production. Au sein du village de N'Gountjina, il existe presque toujours des exploitations agricoles de dimension inégale, en relation directe avec la taille des familles ou des segments de lignage qui y mettent en œuvre les systèmes de production.

La typologie proposée est basée sur les modalités d'utilisation de semences locales et de semences améliorées, des intrants agricoles en relation avec la mécanisation pour faire une comparaison au niveau des rendements par hectare.

**Tableau 2 : Typologie des producteurs de maïs**

Typologie Exploitation	Caractéristiques	Rendement (kg/ha)
E1	Exploitation utilisant la semence locale, la mécanisation, les engrais et produits phytosanitaires ;	1411
E2	Exploitation utilisant la semence améliorée, la mécanisation, les engrais et produits phytosanitaires.	2431

*Source : Résultats des enquêtes, 2018*

### 3.3 Systèmes de cultures

L'agriculture à N'Gountjina est une agriculture familiale, mécanisée et essentiellement pluviale. Le défrichage de nouvelles terres se fait par un système d'abatis-brulis. Cependant, le nombre et la durée des jachères se sont considérablement réduits. Outre la jachère, les producteurs ont recours à différentes techniques de gestion de la fertilité des sols telles que l'application de la fumure organique et minérale et la rotation de cultures. La rotation triennale coton-maïs-arachide est la principale rotation de culture pratiquée. Du fait de la pression foncière, la rotation biennale coton-maïs est devenue assez fréquente. Les principales spéculations rencontrées sont : coton, maïs, riz, mil/sorgho, arachide, niébé. Les cultures pérennes de rentes sont la mangue, la banane, et l'orange. Les cultures pures sont dominantes. Dans la zone les associations de culture sont pratiquées.

Le travail est essentiellement fourni par la main-d'œuvre familiale. La culture attelée est beaucoup utilisée. Au sein de l'exploitation, le travail se répartit entre les membres selon les opérations culturales et le type de spéculation. La main-d'œuvre salariée est peu développée, et se rencontre systématiquement au moment de la récolte. Les sols sont préparés par un labour, un billonnage ou un simple sarclage. Le semis manuel ou le semoir interviennent selon l'arrivée des pluies, entre la fin du mois de mai (semis précoce) et le début du mois de juillet (semis tardif) pour la culture du coton, et avec un décalage pour le maïs vers la fin du mois de juillet. Les semis des céréales sèches sont moins contraignants, ils peuvent intervenir fin mai comme fin juillet.

La lutte contre les adventices est réalisée à la traction animale avec des sarclages au corps sarcler (1 à 3 passages) suivis de désherbages manuels, entre les plans le long de la ligne de semis. Des herbicides, totaux et sélectifs sont utilisés. Néanmoins, on constate une sous-utilisation des équipements attelés au fur et à mesure que l'on progresse dans les opérations culturales. Par exemple, malgré le fait que le semis en ligne soit réalisé à presque 75% avec des semoirs, plus de 2/3 des sarclages sont effectués manuellement.

Le coton et le maïs sont fertilisés avec des engrais minéraux (complexe NPK et urée) alors que les céréales sèches reçoivent des engrais détournés des cultures principales. Le complexe NPK est appliqué en début de cycle, 20 jours après le semis. Les recommandations font état de 200 kg/ha de complexe NPK à apporter sur le coton et 150 kg/ha sur le maïs, et 100 kg/ha sur le mil et le sorgho. L'urée est appliquée au cours du cycle (50 kg/ha pour le coton, mil et sorgho et 100 kg/ha pour le maïs) avant un buttage sur les céréales.

L'épandage d'engrais est strictement fonction du sarclage, qui dépend de la main-d'œuvre disponible. Ainsi, les dates d'application d'engrais sont toujours tardives dans les Unités de Production (UP) à forte contrainte de main d'œuvre. Certains producteurs préfèrent appliquer l'urée en même temps que le complexe NPK, réalisant alors un apport combiné, ou une moitié en même temps que le complexe NPK et l'autre avant le buttage lors de la floraison et fructification des cultures.

Les récoltes manuelles sur toutes les cultures, s'étalent d'octobre-novembre (maïs, céréales sèches) à novembre-décembre (coton). Le calendrier agricole simplifié pour la culture du maïs est présenté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 3 : Calendrier agricole simplifié pour la culture du maïs.**

Travaux mois	Jan.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Préparation du sol												
Semis												
Fertilisation												
Désherbage												
Entretiens												
Récolte												

*Source : Résultats des enquêtes, 2018*

### 3.4 Analyse de l'effet des trajectoires d'intensification

L'étude a montré que les trajectoires d'intensification utilisées dans la production de maïs par les exploitants portent sur l'utilisation de semences améliorées, l'utilisation des engrais, l'utilisation des produits phytosanitaires et la mécanisation. Parmi les 40 producteurs enquêtés seulement 11 producteurs utilisent les variétés améliorées comme intensification de l'agriculture et 29 producteurs les variétés locales. Cela s'explique par le fait que le prix des semences améliorées est élevé, la nécessité de renouvellement tous les 2 à 3 ans et la non disponibilité de semences au moment propice. La plupart des producteurs s'auto approvisionnent à partir des variétés locales. Les produits phytosanitaires herbicides sont utilisés à 70% et insecticides à 30%. L'engrais est utilisé à 100% et la mécanisation est utilisée à 75% par les producteurs comme trajectoires d'intensification.

**Tableau 4 : Utilisation des trajectoires d'intensification**

Exploitations	Nombre	Pourcentage (%)
Utilisation de semences améliorées	11	27,5
Utilisation d'engrais	40	100
Utilisation de la Mécanisation (charrues, semoir ; etc.)	30	75
Utilisation des produits phytosanitaires (herbicides)	28	70
Utilisation des produits phytosanitaires (insecticides)	12	30

**Source : Résultats des enquêtes, 2018**

Pour analyser les effets de ces différentes trajectoires d'intensification, nous avons procédé à un échantillonnage en distinguant deux groupes d'exploitations familiales : les exploitations orientées vers l'utilisation des semences améliorées et celles orientées vers l'utilisation des semences locales. Au sien de ces deux groupes, nous avons procédé à une comparaison des rendements et des comptes d'exploitations des deux types d'exploitants.

- Exploitation 1 (E1) utilisant la semence locale, la mécanisation, les engrais et produits phytosanitaires ;
- Exploitation 2 (E2) utilisant la semence améliorée, la mécanisation, les engrais et produits phytosanitaires.

Le tableau ci-dessous donne la comparaison des comptes d'exploitation E1 et E2.

**Tableau 5 : Comparaison des comptes d'exploitation**

Compte d'exploitation E1				Compte d'exploitation E2			
Charges		Produits		Charges		Produits	
Rubriques	Montants	Rubriques	Montant	Rubriques	Montants	Rubriques	Montant
Amortissements	11 793	Vente	<b>197556</b>	Amortissements	11 793	Vente	<b>340 308</b>
Labour	20 000			Labour	20 000		
Semences	3 750			Semences	8 000		
DAP	23 982			DAP	61 412		
UREE	21 678			UREE	23 334		
Fumure organiques	28 055			Fumure organiques	28 055		
Pesticide	1 811			Herbicide	1 811		
Herbicide	10 642			Pesticides	10 642		
MO familiale	3 750			MO familiale	3 750		
Mo récolte	7 500			Mo récolte	20 000		
Emballages	3500			Emballages	6 077		
Transports	6 000			Transports	10 000		
Stockages	10 000			Stockages	10 000		
<b>Total charge</b>	<b>152 460</b>	<b>Total vente</b>	<b>197 556</b>	<b>Total charge</b>	<b>215 374</b>	<b>Total vente</b>	<b>340 308</b>
Bénéfice	<b>45 096</b>	Perte	<b>0</b>	Bénéfice	<b>125 434</b>	Perte	<b>0</b>
<b>Totaux</b>	<b>197 556</b>	<b>Totaux</b>	<b>197 556</b>	<b>Totaux</b>	<b>340 308</b>	<b>Totaux</b>	<b>340 308</b>

**Source : Résultats des enquêtes, 2018**

**Tableau 6 : Comparatif des marges de production**

Compte d'exploitation E1		Compte d'exploitation E2	
Chiffre d'affaire vente grain de maïs	197556	Chiffre d'affaire vente grain de maïs	340308
Marge Nette	45096	Marge Nette	125434
Coût de production (FCFA/kg)	108	Coût de production (FCFA/kg)	88

*Source : Résultats des enquêtes, 2018*

### 3.5 Effets de l'utilisation des semences améliorées

Pour mesurer les effets de l'utilisation des semences améliorées sur la production de maïs nous avons trouvé comme hypothèses de comparaisons, les variables suivantes : la quantité moyenne de semence utilisées par hectare (Kg /ha), la quantité moyenne de fertilisants (nombre de sacs utilisés par hectare), le rendement moyen par hectare, le coût moyen de production d'un Kg de maïs par les exploitants E1 et E2. Les deux types d'exploitations utilisent les mêmes types de mécanisation et le prix moyen/Kg de maïs est de 140 FCFA/kg. La quantité de semences locales utilisées par hectare est de 25 kg qui est supérieure à celle des semences améliorées par hectare soit 20 kg. Le prix de vente d'un kg de semence locale est 150 FCFA et 400 FCFA pour la semence améliorée. Les Exploitations E2 utilisent plus d'engrais minéraux (4 sacs de DAP, et 2 sacs de l'UREE) que l'exploitation E1 (3 sacs de DAP, et 2 sacs de l'UREE). Les exploitations E2 ont un rendement moyen de 2431 kg/ha, un coût moyen de production de 215 374 FCFA/ha tandis que l'exploitation E1 ont un rendement moyen de 1411 kg/ha avec un coût moyen de production de 152 460 FCFA/ha. La marge nette de l'exploitation E2 est 125 434 FCFA/ha et celle de l'exploitation E1 est de 45 096 FCFA/ha, soit un écart de 80 338 FCFA/ha. Le prix moyen de vente de maïs dans l'exploitation E1 et E2 est de 140 FCFA/kg.

Par rapport à l'utilisation de la main d'œuvre, l'exploitation E2 utilise des groupes de travailleur de 20 personnes en raison de 1000FCFA/jour et l'exploitation E1 utilise des groupes de travailleur de 10 personnes en raison de 750 FCFA/ jour. Cela explique par le fait que l'exploitation E2 utilise deux groupes de travailleurs de 10 personnes pour finir le travail en une journée par ce que leur rendement est plus élevé que l'E1. En ce qui concerne le prix la plupart de l'exploitant E1 ont un membre de famille ou une connaissance dans le groupe et cela démunie le prix de 250FCFA/par personne.

Le coût de transport dépend de nombre de jours de transport de la charrette et la distance. Concernant l'exploitation E1 il faut au moins trois jours de transport de charrette avec au moins deux travailleurs agricoles en raison de 1000 FCFA/jour. Dans l'exploitation E2 il faut cinq jours

de transport de charrette avec deux travailleurs agricoles en raison de 1000 FCFA/jour parce que leur rendement est plus élevé que l'exploitation E1.

Il est à noter que malgré l'augmentation des charges de production, le rendement moyen par hectare de l'exploitation E2 demeure supérieur au rendement moyen par hectare de l'exploitation E1. Cela montre que l'utilisation des semences améliorées permet d'intensifier la production du maïs.

### 3.6 Effets de l'utilisation des herbicides et des insecticides

L'Etude a montré que parmi les 11 producteurs utilisant les semences améliorées, 6 utilisent les herbicides et 3 utilisent les insecticides. Parmi les 29 producteurs utilisant les semences locales, 22 utilisent les herbicides et 12 utilisent les insecticides comme trajectoires d'intensification. Pour analyser les effets de l'utilisation des herbicides et des insecticides, nous avons procédé à une comparaison des rendements moyen par hectare des exploitations utilisant les semences améliorées et les herbicides et celles uniquement les semences améliorées sans les herbicides. De la même façon nous avons fait une comparaison entre les exploitations qui utilisent les semences locales et les herbicides ou les insecticides et celles qui ne les utilisent pas. Les tableaux ci-dessous donnent la comparaison des rendements entre les deux types d'exploitation.

**Tableau 7 : Comparaison des rendements Exploitation utilisant semences améliorées :**

<b>Exploitation E2, Rendement (Kg /ha)</b>			
Utilisation d'herbicides	2429	Sans utilisation d'herbicides	2260
Ecart 169 kg/ha			
Utilisation d'insecticides	2462	Sans utilisation d'insecticides	2396
Ecart 66 kg/ha			

*Source : Résultats des enquêtes, 2018*

**Tableau 8 : Comparaison des rendements Exploitations utilisant semences locales :**

<b>Exploitation E1, Rendement (Kg /ha)</b>			
Utilisation d'herbicides	1465	Sans utilisation d'herbicides	1286
Ecart 179 kg/ha			
Utilisation d'insecticides	1360	Sans utilisation d'insecticides	1238
Ecart 122 kg/ha			

*Source : Résultats des enquêtes, 2018*

L'analyse des tableaux ci-dessus montre que l'utilisation des herbicides ou des insecticides à un impact sur la rentabilité de la production aussi bien chez les exploitations utilisant les semences

améliorées que celles utilisant les semences locales. L'utilisation des produits phytosanitaires constitue une trajectoire d'intensification pour les producteurs de maïs.

### 3.7 Effets de l'utilisation de la mécanisation

Pour analyser les effets, nous avons comparé les rendements de 19 producteurs qui ont les mêmes équipements (daba, multiculteur, charrue, charrette, semoir) et qui utilisent des semences locales avec ceux des producteurs qui n'utilisent pas le semoir. Les rendements moyens de ces 19 producteurs sont de 1435 kg/ha. Les 10 producteurs qui n'utilisent pas le semoir ont un rendement moyen de 1317kg/ha.

Cela semble monter une différence entre les producteurs qui possèdent l'équipement complet et ceux qui manque de certains équipements.

### 3.8 Utilisation des stratégies d'adaptation

L'étude a montré que parmi les 40 exploitants enquêtés, 34 exploitants utilisent des stratégies d'adaptation telle que les cordons pierreux et les diguettes.

Les 34 exploitants qui utilisent les stratégies d'adaptations, 6 exploitants sont les producteurs qui utilisent les semences améliorées et les 28 restants sont ceux qui utilisent les semences locales.

Les 6 exploitants qui utilisent les stratégies d'adaptations dans l'exploitation E2, 4 exploitants utilisent les cordons pierreux et 2 utilisent les diguettes comme stratégies d'adaptations.

Les 28 exploitants qui utilisent les stratégies d'adaptations dans l'exploitation E1, 18 exploitants utilisent les cordons pierreux et 10 utilisent les diguettes comme stratégies d'adaptations.

**Tableau 9 : Utilisation des stratégies d'adaptation**

Exploitations	Nombre	Pourcentage (%)
Cordons pierreux E1	18	62
Diguettes E1	10	34
Cordons pierreux E2	4	36
Diguettes E2	2	18

*Source : Résultats des enquêtes, 2018*

Pour analyser les effets de ces stratégies d'adaptation, nous avons calculé les rendements moyens par hectare et par type d'exploitation tout en faisant une comparaison de rendement moyen par hectare. Dans l'exploitation E1, les 62% qui utilisent les cordons pierreux comme stratégie d'adaptation ont un rendement de 1375 kg/ha et les 38% qui ne les utilisent pas ont un rendement de 1299kg/ha. L'écart entre ces deux types d'exploitation est de 76kg/ha soit 10 640 FCFA/ha.

En ce qui concerne les producteurs qui utilisent les diguettes, les 34% qui l'utilisent comme stratégie d'adaptation ont un rendement de 1 393kg/ha et les 66% qui n'utilisent pas les diguettes comme stratégie d'adaptation ont un rendement de 1292 kg/ha. L'écart entre ces deux types d'exploitation est de 101 kg/ha soit 14 140FCFA/ha.

**Tableau 10 : Comparaison des rendements moyens de l'exploitation E1**

Exploitation E1			
Stratégies d'adaptation	Rend (kg/ha)	Sans Stratégies d'adaptation	Rend (kg/ha)
Cordons pierreux	1375	Sans cordons pierreux	1299
Diguettes	1393	Sans diguettes	1292

**Source : Résultats des enquêtes, 2018**

Dans l'exploitation E2, les 36% qui utilisent les cordons pierreux comme stratégie d'adaptation ont un rendement de 2511 kg/ha et les 64% qui ne les utilisent pas ont un rendement de 2376 kg/ha. L'Écart entre ces deux types d'exploitation est de 135 kg/ha soit 18 900 FCFA/ha. En ce qui concerne les producteurs utilisant les diguettes, les 18% qui l'utilisent comme stratégie d'adaptation ont un rendement de 2527kg/ha et les 82% qui n'utilisent pas les diguettes comme stratégie d'adaptation ont un rendement de 2418 kg/ha, soit un écart entre ces deux types d'exploitation de 110 kg/ha soit 15 400 FCFA/ha.

**Tableau 11 : Comparaison des rendements moyens de l'exploitation E2**

Exploitation E2			
Stratégies d'adaptation	Rend (kg/ha)	Sans Stratégies d'adaptation	Rend (kg/ha)
Cordons pierreux	2 511	Sans cordons pierreux	2 376
Diguettes	2 527	Sans diguettes	2 418

**Source : Résultats des enquêtes, 2018**

L'analyse montre que l'utilisation des cordons pierreux et des diguettes constituent des stratégies d'adaptation des groupes sociaux aux différents risques climatiques. L'utilisation des cordons pierreux et des diguettes par type d'exploitations montre une augmentation des rendements par hectare :

- Pour les exploitations E1 utilisant les cordons pierreux et les diguettes : les rendements à l'hectare passent respectivement de 1299 Kg/ha à 1375 kg/ha et de 1292 kg/ha à 1393kg/ha.
- Pour les exploitations E2 utilisant les Cordons pierreux et les diguettes : les rendements à l'hectare passent respectivement de 2376 Kg/ha à 2511 kg/ha et de 2418 kg/ha à 2527 kg/ha.

### 3.9 Modélisation comme outil d'analyse

Pour confirmer les effets des trajectoires d'intensification sur l'accroissement de la production de maïs, il a été nécessaire de faire une analyse de corrélation pour voir s'il y a un lien entre l'utilisation des semences améliorées, des engrais minéraux, des produits phytosanitaires et la mécanisation et l'intensification de la production de maïs dans le village de N'Gountjina. Les données collectées (l'évolution de la production du maïs, de l'engrais, de semence améliorée, de produit phytosanitaire, et la mécanisation sur une période de 22 ans) au niveau village à travers la CMDT ont servi de base pour la modélisation économétrique.

L'économétrie est une science qui permet de vérifier la validité d'une théorie économique, comme « la demande dépend du prix », en utilisant les mathématiques et des données statistiques. L'économètre se trouve donc au carrefour de plusieurs disciplines : l'économie, les mathématiques et les statistiques (*cf. Mme. G. Bordet, enseignante- Université Paris Diderot, année 2011-2012*). *L'économétrie est un outil à la disposition de l'économiste qui lui permet d'infirmer ou de confirmer les théories que nous avons construit. Dans le cadre de l'économétrie, nous pouvons considérer qu'un modèle est une présentation formalisée d'un phénomène sous forme d'équations dont les variables sont des grandeurs économiques.*

#### Formulation du modèle

Le choix du modèle a été motivé par les observations ressorties de nos enquêtes. Pour faire cette analyse nous avons utilisé le modèle en séries temporelles (les variables représentent des phénomènes observés à intervalle de temps réguliers).

#### Hypothèse :

L'intensification de la production de maïs dans le village de N'Gountjina dépend de la quantité d'engrais, quantité des produits phytosanitaires, nombre de multiculteur, utilisation de la semence améliorée. Cette hypothèse formalisée nous donne le modèle suivant :

Production du maïs = quantité d'engrais + quantité de produit phytosanitaire + nombre de multiculteur + utilisation de la semence améliorée. Soit : production du maïs =  $b_0 + b_1 * \text{quantité d'engrais} + b_2 * \text{quantité de produit phytosanitaire} + b_3 * \text{nombre de multiculteur} + b_4 * \text{utilisation de la semence améliorée} + \epsilon$ .

Ou encore :  $Y_t = b_0 + b_1 * X1_t + b_2 * X2_t + b_3 * X3_t + b_4 * X4_t + \epsilon_t$

Avec :

- $X1$  = quantité d'engrais,  $X2$  = quantité de produit phytosanitaire,  $X3$  = nombre de multiculteur
- $X4$  = utilisation de la semence améliorée sont appelées « variables explicatives, ou indépendantes,
- $Y_t$  = production du maïs au temps t : « la variable dépendante ou variable à expliquer »

**b1, b2, b3, b4** sont appelés « *paramètres ou coefficients* » du modèle

- **b0** : la constance ou terme constant (paramètre du terme constant)

-  $\varepsilon$  terme d'erreur, qui représente l'ensemble des phénomènes explicatifs du modèle

Alors nous avons un modèle en série temporelle et linéaire multiple car le modèle comporte quatre (4) variables explicatives ( $k = 4$ )

### **Modèle en série temporelle :**

Les variables représentent des phénomènes observés à intervalle de temps réguliers, et dans notre étude nous avons l'évolution du rendement du maïs dans le village de N'Gountjina de 1997 à 2018 Avec :  $T = 1997, \dots, 2018$

### **Modèle linéaire multiple :**

Le modèle linéaire est dit multiple à partir de deux (2) ou plusieurs variables explicatives, et dans notre étude avons quatre (4) variables explicatives ( $k = 4$ ) : **X1, X2, X3 et X4**. Où « **k** » est égal au nombre de variables explicatives du modèle. Le tableau ci-dessous donnent l'évolution de la production du maïs et ces trajectoires d'intensifications à N'Gountjina

**Tableau 12 : Evolution de la production du maïs et ces trajectoires d'intensifications à N'Gountjina**

T	Yt	X1t (kg/ha)	X2t (l/ha)	X3t (U/ha)	X4t (Qté/ha)
1997	109725	14250	171	43	0
1998	136800	18750	225	45	0
1999	91200	20000	240	50	0
2000	110460	21000	252	50	0
2001	191610	22500	270	57	0
2002	113242	20500	246	57	0
2003	75384	18000	216	57	0
2004	67145	16250	195	57	0
2005	200229	23250	279	62	600
2006	238896	28000	336	65	625
2007	265095	32250	387	65	80
2008	285120	33000	396	80	60
2009	358274	40750	489	115	50
2010	355600	43750	525	119	425
2011	393510	48750	585	123	300
2012	506464	59500	714	132	218
2013	338256	40200	486	130	150
2014	392268	48500	582	122	400
2015	336444	39750	477	122	100
2016	467884	53000	636	132	180
2017	466240	47000	564	130	250
2018	675000	67500	810	135	500

**Source : CMDT-Koutiala 2018**

Le test de corrélation a été calculé pour mesurer le degré de liaison entre la variable dépendante (Y= la production du maïs) et les variables explicatives (X1= quantité d’engrais, X2= quantité de produit phytosanitaire, X3= nombre de multiculteur et X4= Utilisation de la semence améliorée).

Ces 2 variables « X et Y » peuvent être :

- En corrélation positive, (les séries X et Y augmentent ou diminuent en même temps).
- En corrélation négative, (quand la série X augmente, la série Y diminue et réciproquement)
- Non corrélées, les deux variables X et Y ne sont pas corrélé

**Tableau 13 : Analyse de corrélation**

Variables	Corrélation entre y et x1 x2 x3 x4
Y	1.0000
x1	0.9821*
x2	0.9820*
x3	0.9087*
x4	0.5277*

**Source : Résultats des enquêtes, 2018**

- 0.9821\* est Le coefficient de corrélation entre la production du maïs et la quantité d’engrais utilisée.
- 0.9820\* est Le coefficient de corrélation entre la production du maïs et la quantité de produit phytosanitaire utilisée.
- 0.9087\* est Le coefficient de corrélation entre la production du maïs et la nombre de multiculteur utilisée.
- 0.5277\* est Le coefficient de corrélation entre la production du maïs et l’utilisation de semence améliorée.

Ces résultats montre qu’il y’a une corrélation entre la variable dépendante (Y= la production du maïs) et les variables explicatives (X1= quantité d’engrais, X2= quantité de produit phytosanitaire, X3= nombre de multiculteur et X4= utilisation de la semence améliorée). Le  $r_{yx1} = 0.9821^*$ ,  $r_{yx2} = 0.9820^*$ ,  $r_{yx3} = 0.9087^*$ ,  $r_{yx4} = 0.5277^*$ . Elles sont toutes corrélées positivement et proche de 1.

- Si on augmente la superficie, la production augmente en même temps.
- La production augmente lorsqu’on augmente aussi la quantité d’engrais utilisé.
- La production augmente lorsqu’on augmente aussi la quantité de produit phytosanitaire.
- La production augmente lorsqu’on augmente aussi le nombre de multiculteur.

- La production augmente lorsqu'on augmente aussi l'utilisation de la semence améliorée. Cela signifie qu'il existe un lien entre l'intensification de la production du maïs et les trajectoires d'intensification car une augmentation de série Y entraîne une augmentation des séries X et vice versa.

## IV. CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

### 4.1 CONCLUSION

La présente étude a évalué les effets des trajectoires d'intensification de la production de maïs et les stratégies d'adaptation des producteurs face aux risques climatiques dans le village de N'Gountjina. Il ressort que l'utilisation des trajectoires d'intensification et des stratégies d'adaptation ont eu comme impacts : (i) l'augmentation du rendement de maïs, (ii) l'augmentation du revenu des productions à travers la vente des surplus de production de maïs et (iii) certains producteurs ont développé des systèmes agro-sylvo-pastoraux bien intégrés et productifs.

Ainsi l'étude a démontré que le rendement des producteurs utilisant les variétés locales (E1) est faible dans le village de N'Gountjina 1411 kg/ha par rapport aux producteurs qui utilisent les variétés améliorées (E2) 2431 kg/ha. L'analyse du coefficient de corrélation a montré qu'il y a un lien entre l'intensification de la production de maïs et les trajectoires d'intensification car toutes les variables sont colorées positivement et plus proches de 1. Ainsi, Le coefficient de corrélation entre la production de maïs et la quantité d'engrais utilisés ( $r_{yx1} = 0.9821^*$ ), Le coefficient de corrélation entre la production de maïs et la quantité de produit phytosanitaire utilisés ( $r_{yx2} = 0.9820^*$ ), Le coefficient de corrélation entre la production de maïs et le nombre de multiculteurs utilisés ( $r_{yx3} = 0.9087^*$ ) Le coefficient de corrélation entre la production de maïs et l'utilisation de la semence améliorée ( $r_{yx4} = 0.5277^*$ ).

Cependant, les résultats techniques significatifs obtenus par l'intensification de la production de maïs par rapport aux pratiques actuelles des producteurs, restent confrontés aux prix élevés des intrants et au bas prix d'achat de maïs aux producteurs au moment des récoltes.

Face à la pression démographique et devant la nécessité de stimuler la croissance économique, les acteurs du développement sont interpellés pour la recherche de systèmes d'innovations et de mécanismes financiers pour faciliter et encourager l'appropriation de ces trajectoires par les producteurs.

## 4.2 RECOMMANDATIONS

- L'encadrement agricole devra se doter d'un système de gestion de l'information agricole, d'outils d'analyse et d'aide à la décision d'une part et d'autre part vulgariser l'information climatique pour aider les producteurs à s'adapter aux aléas du climat,
- Renforcer les capacités des producteurs et poursuivre le crédit à l'équipement. Ceci pour atteindre une mécanisation à 100% et doter les producteurs du paquet technologique nécessaire à la culture du maïs
- Créer une association agriculture-élevage orientée sur la production de fumure organique en complément d'un recours important à la fumure minérale chez les grands agriculteurs et les agro-éleveurs,
- Mettre en place un dispositif de Recherche-Action en partenariat. Il s'agit d'expérimenter avec les producteurs à travers les coopératives, les techniques de gestion des sols ainsi que la prévision saisonnière.

## 4.3 PERSPECTIVES

- Cette étude pourra être plus poussée en prenant en compte d'autres paramètres tels que : les techniques culturales, l'aptitude des sols, le bilan minéral des sols, l'élevage...etc. Une analyse à l'échelle du village qui prend en compte les limites naturelles du terroir, la multifonctionnalité des ressources constitue également une perspective à travers le développement d'un modèle village.
- L'acquisition d'engins motorisés pour la mécanisation est coûteuse et représente d'importantes charges non encore maîtrisées. La conduite d'une étude expérimentale à partir de suivi d'équipements permettrait de statuer sur les opportunités de motorisation.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bazile. D1 et Soumare. M2, 2007 ; La valorisation de l'agro biodiversité pour assurer une production agricole durable : Le cas du sorgho dans la zone cotonnière de Koutiala au Mali. 2003 Contribution à l'amélioration de la compétitivité de la filière maïs dans le Cercle de Koutiala – Mali Série de Documents de Travail N° 131 Mali –
- CAE. 2001. Test de dégermage du maïs au niveau des minoteries rurales en zone CMDT. CAE/Afrique Verte/IER.
- Cf. Mme. G. Bordet, enseignante-université Paris Diderot, année 2011-2012.
- Changement climatique et Stratégies d'adaptation et d'atténuation dans l'agriculture (leçon 3) FAO 2013
- Coulibaly, 2012 ; Baisse de rendement de coton graine : Impact sur le revenu coton des producteurs de M'pèssoba (zone CMDT de Koutiala).
- Diakité L et Koné Y. (2011) Paramètres d'analyse des marchés céréaliers (riz, mil, sorgho, maïs) et des produits primaires (lait, huile, sucre) au Mali, novembre
- Diakité, Lamissa and Mariko, Dramane. (1998). Etude de l'impact économique de la recherche agronomique sur le maïs. IER/ECOFIL.
- Diallo, A. S. (2011). An Analysis of the Recent Evolution of Mali's Maize Subsector. College of Agriculture and Natural Resources-Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, Michigan State University. Master of Science in Agricultural Economics.
- DUFUMIER D. 2004 Etude des systèmes agraires et typologie des systèmes de production agricole dans la région cotonnière du Mali. Projet « caractérisation des systèmes agraires » Institut National Agronomique Paris-Grignon, France.
- D. COULIBALY, F. SISSOKO, S. DOUMBIA, A. BA, B. DEMBELE. Evaluation de l'effet de la fertilisation minérale sur la production de variétés améliorées de maïs et le disponible fourrager en zone cotonnière du mali-sud (mali)
- FAO. 2014. Analyse Des Incitations Et Pénalisations Pour Le Maïs Au Mali. Série de notes techniques, SAPAA, par Dembélé, Gourichon. H et Koné, B ; Rome.
- Fiche technique Maïs version 1.0 Banque Nationale de Développement Agricole
- Mas Aparisi A, Diallo F ; Balié J ; 2013. Analyse Des Incitations Et Pénalisations Pour Le Maïs Au Mali. Série notes techniques, SPAAA, FAO, Rome.
- Saidou Nourou Maky TALL. 2011 Adoptabilité technico-économique dans les systèmes de production du centre-nord de la côte d'ivoire : le cas du village de Nambingue.

## ANNEXES

**Annexe 1 :** Analyse les effets de l'intensification agricole sur la culture du maïs, dans le cercle de KOUTIALA : cas du village de N'GOUNTJINA

- Guide d'entretien Adresse aux producteurs de Koutiala

**Entretien effectué le .....**

**Durée :** .... h .... mn

**Enquêteur :** Aïcha TRAORE

**Village :**

**Le Nombre de Participants :** Homme  Femme

**Questions :**

1. Comment l'Agriculture est pratiquée à Koutiala ?
2. Quelle est la principale culture de rente ?
3. Quelle est la principale culture céréalière ?
4. Comment était l'Agriculture à Koutiala ?
5. Quelles sont les pratiques modernes qui ont été introduites dans l'agriculture à Koutiala ?
6. Citer trois pratiques modernes par ordre d'importance ?
7. Quels sont les acteurs qui interviennent dans l'introduction et la diffusion de ces pratiques ?
8. Comment sont les rapports avec ces acteurs ? Donner des exemples.
9. Quelles sont les conditions de collaboration avec ces acteurs ?
10. Qui peut collaborer avec ces acteurs ?
11. Qui ne peut pas collaborer avec ces acteurs ?
12. Quelles sont les difficultés liées à cette collaboration ?
13. Comment améliorer la collaboration avec ces acteurs ?
14. Quelle est la pratique moderne la plus utilisée aujourd'hui à Koutiala ?
15. Quelles sont les perspectives pour cette pratique ?
16. Avez-vous autre chose à ajouter ?

**Annexe 2 : Questionnaire adressé aux producteurs du village de N'GOUNTJINA**

Date : /\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/

N° .....

**1. Identification de la zone d'enquête**

Région..... Cercle..... Commune..... Village.....

**2. Démographie.**

2.1. Nom du chef d'exploitation : .....

2.2. Activité principale.....

2.3. Activité (s) secondaire.....

2.4. Statut matrimonial : Marié (é)  Veuf (Ve)  Divorcé (e)

2.5. Chef d'exploitation/\_\_\_/ Sexe /\_\_\_/ (M F)

2.6. Depuis combien de temps est-il chef d'exploitation notez l'année : /\_\_\_/

2.7. Nombre de ménages dans l'exploitation |\_\_\_|

2.8. Ne Nombre de personnes dans l'exploitation /\_\_\_/ Hommes/\_\_\_/ Femmes /\_\_\_/

**3. Niveau d'instruction**

Aucun niveau	
Alphabétisé	
Primaire	
Secondaire	
Supérieur	
Coranique	

#### 4. Appartenance à des organisations paysannes

Organisation	0 =Non 1= Oui	Si oui indiquez la durée	Nature de relation
Association villageoise	__		
Ton villageois	__		
Coopérative producteur de coton	__		
Caisse mutuelle crédit épargne	__		
GIE	__		
Autres.....	__		

#### 5. Productions du maïs

5.1 . Cultivez-vous du maïs ? |\_\_| (0= Non ; 1=Oui) si Oui depuis combien de temps ? .....

5.2.Pourquoi vous cultivez le maïs plus que les autres céréales ? .....

.....

5.3.Quels sont les changements intervenus dans les techniques de production du maïs ces 10 dernières années ? et pourquoi ? .....

5.4.L'intensification de la culture de maïs est- telle une stratégie d'adaptation pour faire face aux différents risques climatiques ? .....

5.5.Quelles sont les trajectoires d'intensification de la culture du maïs que vous utilisez de plus ?

.....

5.6.Parmi les trajectoires d'intensification de la culture du maïs, quels sont selon vous le ou lesquels faut-il améliorer..... ;

.....

.....

5.7.Quelles sont les contraintes actuelles liées à votre production de maïs ?

.....

.....

5.8.Avez-vous des propositions d'amélioration ?

.....

.....

## 6. Evaluation des intrants pour la production d'un hectare de maïs

6.1 Quels est la quantité et le prix des intrants que vous utilisez dans la production d'un hectare de maïs actuellement ?

Intrants	Maïs 2017	Prix d'un Kg
Semence	Qté	
1		
2		
3		
Fumure organique	Qté	
1		
2		
3		
Fumure Minéral	Qté	
1		
2		
3		
Pesticide	Qté	
1		
2		
3		
4		

## 7. Evaluation de la main d'œuvre

7.1 L'exploitation a-t-elle des salariés permanents ? |\_\_\_| (0=Non, 1 =Oui) si Oui combien en 2017.... Combien ils sont payés (Par mois) ? :.....

7.2 L'exploitation a-t-elle des salariés saisonniers ? |\_\_\_| (0= Non, 1= Oui) Si oui combien en 2017 |\_\_\_| Combien ils sont payés (Par mois) ? .....

7.3 L'exploitation utilise-t-elle des salariés journaliers ? |\_\_\_| (0= Non ; 1=Oui)

7.4 Si Oui combien en 2017 ? ..... Combien ils sont payés (Par jour) ? .....

7.5 L'exploitation utilise-t-elle des groupes de travailleurs ? |\_\_\_| (0=Non ; 1=Oui)

7.6 Quelle est l'implication des femmes et des jeunes dans la production du maïs ?

.....

**8. Quels matériels possédez-vous et qui sont utilisés sur l'exploitation du maïs ?**

<b>Matériels Traction animal</b>	<b>Nombre 2017</b>	<b>Prix unitaire FCFA</b>	<b>Durée de vie</b>
Charrues			
Semoirs			
Herses			
Multiculteur			
Sarcluse			
Batteuses			
Charrettes âne			
Autres			
<b>Matériels d'épandage</b>			
Pulvérisateur à piles			
Autres			

<b>Matériels motorisés</b>			
Tracteurs			
Motoculteurs			
Charrues			
Semoirs			
Herses			
Remorques			
Batteuses à moteur			
Moulins			
Décortiqueuses			
Autres			
<b>Véhicules et autres</b>			
Camions			
Voitures			
Motos			
Vélos			

Moto pompes			
Pompes manuelles			
Groupes électrogènes			
Plaques solaires			
Batteries			
Bascules			
<b>Autres</b>			

9. L'exploitation a-t-elle pris des crédits en 2017 .... (0= Non, 1= Oui) montant : .....F  
CFA, Montant remboursé..... FCFA

10. Si oui, indiquer l'organisme ou type prêteur (commerçant ou famille), le montant, et la finalité.

<b>Organisme ou prêteur</b>	<b>Montant 17</b>	<b>Finalité /objet</b>

11. Quels sont vos charges d'exploitation pour un hectare ?

<b>Charges d'exploitation 2017</b>	<b>Prix unitaire</b>	<b>Montant FCFA</b>
Frais de semis		
Frais de labour		
Frais de désherbage		
Frais de stockage		
Frais de transport		
Frais de Battage		
Frais de carburant		
Frais d'Entretien machine		
Autres frais		

12. Commercialisation du maïs

12.1 Quelle est votre période de vente ?

.....  
.....

12.2 Pourquoi cette période ?

.....  
.....

12.3 Sur quel marché écoutez-vous votre production ?

.....  
.....

12.4 Pourquoi ce marché ?

.....  
.....

12.5 Quelle est l'importance de votre activité (production du maïs) ?

.....  
.....

12.6 Pourquoi le maïs est beaucoup plus utilisé dans l'alimentation aujourd'hui que les autres céréales ?

.....  
.....

**Evaluation des ventes de maïs 2017**

Commercialisation	Quantité en Kg	Prix d'un Kg
Vente bord champs		
Vente au marché		
Vente à domicile		
Autoconsommée		
Don		
Reserve pour semence		

### 13. Composition du cheptel de l'exploitation

<b>Cheptel Bovin</b>	Nombre 2017	Observation
Bœufs de labour		
Taureaux		
Vaches		
Taurillons		
Génisses		
Veaux		
<b>Autres cheptels</b>		
Ovins		
Caprins		
Chevaux		
Ânes		
Porcs		
Volailles		
Autre		