

République du Sénégal



Un Peuple - Un But - Une Foi

Ministère de l'Economie, des
finances et du Plan



Ecole Nationale de la Statistique et de
l'Analyse Economique (ENSAE)

Institut de Recherche pour le
Développement



Laboratoire Population Environnement
Développement (LPED)

MEMOIRE DE STAGE

ETUDE SUR LA MESURE ET L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNEL DE
L'INTENSIFICATION AGRICOLE A NIAKHAR : Construction
d'indicateur à partir de données du projet CERAO-2014.

Champs de Mil



Photo : IRD



Photo : MARS C.

Arrosage de la Pastèque

Champs d'arachide



Photo : Diaspora. Eco

Rédigé par :

FONTON Sènan Johannes

Elève, Ingénieur Statisticien Economiste

Sous la supervision de :

M. LALOU Richard

Démographe, Chercheur à l'IRD

Novembre 2018

DECHARGE

L'Ecole Nationale de l'Analyse et de l'Analyse Economique (ENSAE) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD-Sénégal) n'entendent donner ni approbation, ni improbation aux idées émises dans ce mémoire. Elles sont propres à l'auteur et doivent être considérées comme telles

DEDICACE

Je dédie ce document à toute ma famille.

SOMMAIRE

DECHARGE.....	i
DEDICACE.....	ii
SOMMAIRE	iii
AVANT-PROPOS	v
REMERCIEMENTS	vi
LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET ACRONYMES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES CARTES	x
RESUME.....	xi
ABSTRACT	xii
CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE.....	1
Section 1 : LE PROJET CERAO	2
Section 2 : INTRODUCTION.....	3
☞ Problématique.....	4
☞ Objectifs et hypothèses de l'étude.....	5
CHAPITRE II : MESURE DE L'INTENSIFICATION ET DE LA VIABILITE.....	7
Section 1 : CONCEPTS ET MESURES DE L'INTENSIFICATION AGRICOLE ET DE VIABILITE	8
❖ Concepts de l'intensification agricole et de viabilité.....	8
❖ Mesure de l'intensification agricole et de la viabilité.....	11
Section 2 : QUELQUES RESULTATS DE RECHERCHES SUR L'INTENSIFICATION AGRICOLE.....	14
CHAPITRE III : DEMARCHE METHODOLOGIQUE	18
Section 1 : PRESENTATION DES DONNEES.....	19

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Section 2 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	21
CHAPITRE IV : INDICATEURS D'INTENSIFICATION AGRICOLE ET PROFILS DES VILLAGES	31
Section 1 : QUELQUES STATISTIQUES DESCRIPTIVES	32
Section 2 : CONSTRUCTION DE L'INDICATEUR D'INTENSIFICATION DES MENAGES ET PROFIL DES VILLAGES.....	37
CHAPITRE V : DETERMINANTS DE L'INTENSIFICATION AGRICOLE.....	53
Section 1 : CHOIX DES VARIABLES	54
Section 2 : ESTIMATION DU MODELE ET INTERPRETATIONS	55
LIMITES DE L'ETUDE.....	60
CONCLUSION.....	61
BIBLIOGRAPHIE	63
ANNEXES	a

AVANT-PROPOS

L'Ecole Nationale de la Statistique et de l'Analyse Economique (ENSAE) est une école à vocation sous régionale. L'ENSAE est membre du réseau des Ecoles de statistique Africaines (ESA) avec comme autres membres l'Ecole Nationale de la Statistique et d'Economie Appliquée (ENSEA) de la Côte d'Ivoire et l'Institut Supérieur de Statistique et d'Economie Appliquée (ISSEA) du Cameroun. Elle forme des Ingénieurs Statisticiens Economistes (ISE), des Ingénieurs des Travaux Statistiques (ITS) et des Techniciens Supérieurs de la Statistique (TSS).

En prélude à la troisième année, phase terminale de la formation ISE, les élèves Ingénieurs Statisticiens Economistes rédigent un mémoire à soutenir devant un jury. Ce mémoire fait suite à un stage de trois (03) mois effectué dans un organisme. Cette démarche s'inscrit dans la volonté de L'ENSAE de concilier la pratique statistique dans les organismes avec les connaissances théoriques acquises en classe afin de former des cadres immédiatement opérationnels après leur formation.

A cet effet, nous avons effectué un stage d'une durée de trois (03) mois au sein du Laboratoire Population Emploi et Développement (LPED) de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD-Sénégal). Les trois (03) mois passés au sein de ce laboratoire est sanctionné par la rédaction du présent document qui s'intitule : « **Etude sur la mesure et l'analyse de l'intensification agricole à Niakhar** ».

REMERCIEMENTS

Nous tenons, avant toute chose, à exprimer nos vifs remerciements à l'endroit de toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, nos remerciements vont à l'endroit des sieurs Richard LALOU, notre encadreur, qui nous a autorisé à effectuer notre stage dans son Laboratoire et Dominique MASSE du Laboratoire mixte international Intensification écologique des sols cultivés en Afrique de l'Ouest (LMI IESOL / UMR ECO&SOLS) et coordinateur du Projet CERAO. Une mention spéciale à M. Pape NDIAYE pour son encadrement et soutien sans faille tout au long de ce stage malgré ses multiples occupations, et à l'ensemble du personnel de l'IRD, pour le cadre convivial de stage.

Nos remerciements vont également à l'endroit de M. Abdou DIOUF, Directeur de l'École Nationale de la Statistique et de l'Analyse Économique (ENSAE), M. Mady DASOKHO, Coordonnateur des études et tout le corps professoral de l'ENSAE, en occurrence M. Idrissa DIAGNE, M Souleymane FOFANA respectivement responsables de la filière ISE et ITS, M Souleymane DIAKITE, Chef de l'unité recherche et M. Mamadou CISSE qui ne ménagent aucun effort pour nous garantir de bonnes conditions d'études.

Nos chaleureux remerciements à toutes les personnes qui ont consacré leur précieux temps pour la lecture et pour la correction de ce document.

Nous n'oublions pas nos chers parents et frères, oncles et tantes pour leur soutien moral et matériel. Qu'ils voient en ce document le fruit de la confiance qu'ils ont placé en nous.

Que tous, cités ou omis, reçoivent ici l'expression de notre profonde gratitude.

LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ACM	Analyse des Correspondances Multiples
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de Démographie
CERAO	Auto-adaptation des agro-socio-écosystèmes tropicaux face aux changements globaux
CES	Conservation des Eaux et Sols
COPA	Consistance Ordinale sur le Premier Axe
ENSAE	Ecole Nationale de la Statistique et de l'Analyse Economique
ENSEA	Ecole Nationale supérieure de Statistique et d'Economie Appliquée
ESA	Ecoles Statistiques Africaines
ESCAPE	Changements Environnementaux et Sociaux en Afrique : passé, présent et futur
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
ISE	Ingénieurs Statisticiens Economistes
ISSEA	Institut Sous régional de Statistique et d'Economie Appliquée
ITS	Ingénieurs des Travaux Statistiques
OPS	Observatoire Population Santé
PSE	Programme Sénégal Emergent
SIIL	Feed the Future Innovation Lab for Sustainable Intensification
TSS	Techniciens Supérieurs de la Statistique

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des variables par dimensions d'intensification agricole.....	22
Tableau 2 : Résultats de l'Analyse des correspondances multiples (exploratoire).....	38
Tableau 3: Résultats du test de la propriété COPA.....	40
Tableau 4: Valeurs propres de l'ACM confirmatoire.....	42
Tableau 5: Indicateur par Village.....	44
Tableau 6 : Indicateur des 10 exploitations ayant de fort indicateurs et des 10 ayant de faible indicateur.....	45
Tableau 7: Seuil d'intensification agricole.....	47
Tableau 8: Analyse de la variance.....	48
Tableau 9 : Les indices d'intensification.....	49
Tableau 10:Liste des variables explicatives.....	54
Tableau 11: Préviation du modèle après estimation.....	55
Tableau 12: Pouvoir explicatif du modèle.....	56
Tableau 13: Estimations des coefficients et des Odds ratios.....	58

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition des cultures principales suivant les villages	32
Figure 2: Répartition de la pratique d'embouche suivant le village.....	33
Figure 3: Conflit foncier.....	33
Figure 4: Conservation d'eau de pluie dans le processus de production.....	35
Figure 5: Montant après-vente de produits agricoles.	36
Figure 6: Types de sols et infertilité des terres.....	36
Figure 7: Scree test de Cattell	41
Figure 8 : Plan factoriel des exploitations après l'ACM confirmatoire.....	43
Figure 9: Contribution des modalités les axes1 et 2.....	44
Figure 10 : Quintiles de l'indicateur d'intensification agricole suivant le village.....	46
Figure 11: Qualité de l'ajustement du modèle.....	57

LISTE DES CARTES

Carte 1: Les villages d'études du projet CERAO	19
Carte 2: Indicateur suivant le village.....	45
Carte 3 : Classement des villages suivant le seuil d'intensification.....	48
Carte 4 : Incidence de sous intensification.....	50
Carte 5: Intensité de la sous intensification.....	51
Carte 6: Sévérité de la sous intensification	52

RESUME

L'objectif de cette étude est de déterminer les facteurs explicatifs de l'intensification agricole à Niakhar. De ce fait, nous avons, en premier lieu, construit un indicateur l'intensification agricole de chaque exploitations ; en deuxième lieu, nous avons fait une analyse comparative entre villages étudiés et en troisième lieu, par une analyse économétrique, nous avons analysé l'impact de certaines caractéristiques des exploitations sur l'intensification agricole.

Au moyen de vingt-six (26) variables toutes qualitatives ordinales et répartir en cinq (05) dimensions, une ACM confirmatoire a été effectuée. Cette méthode d'analyse factorielle nous a permis de construire des structures de pondération pour les modalités des variables. Ainsi, l'indicateur d'intensification agricole a été construit pour chaque exploitation agricole mais également pour chaque village étudié. L'analyse de l'intensification agricole montre que 74 pour cent des exploitations agricoles de Niakhar se situent en dessous du seuil de sous intensification. L'incidence de sous intensification est plus élevé dans les villages de « Ngayorekhème » et de « Diohine » respectivement 84 et 73 pour cent. La Contribution sur l'axe 1, l'axe de l'intensification agricole, révèle que les dimensions : économique, productivité et résilience sont les plus contributives respectivement : 40, 24 et 22 pour cent. Par ailleurs, l'étude des déterminants de l'intensification agricole réalisée avec le modèle dichotomique logit, donne un impact significatif au sens statistique de toutes les variables explicatifs. Avoir un membre adulte du ménage à l'étranger augmente les chances d'avoir une activité agricole intensive. Plus la vente de la production est élevé plus l'exploitation agricole s'intensifie ; de même plus le nombre de plants de protection sur l'exploitation est élevé plus l'activité agricole sur l'exploitation est intensive. Le sol « Dior » est celui qui favorise l'intensification agricole.

Mots clés : Indicateur, intensification agricole, exploitation, ACM, modèle logit, Niakhar.

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the explanatory factors of agricultural intensification in Niakhar. As a result, we first constructed an agricultural intensification indicator for each farm; secondly, we made a comparative analysis between the villages studied and, thirdly, by an econometric analysis, we analyzed the impact of certain farm characteristics on agricultural intensification.

Using twenty-six (26) variables of all ordinal quality and dividing into five (05) dimensions, a confirmatory ACM was performed. This factor analysis method allowed us to construct weighting structures for the modalities of the variables. Thus, the indicator of agricultural intensification was constructed for each farm but also for each village studied. Analysis of agricultural intensification shows that 74 percent of Niakhar's farms are below the under-intensification threshold. The incidence of under-intensification is higher in « Ngayorekhome » and « Diohine » villages respectively 84 and 73 percent. The Contribution on Axis 1, the axis of agricultural intensification, reveals that the dimensions: economic, productivity and resilience are the most important contributors respectively: 40, 24 and 22 per cent. In addition, the study of the determinants of agricultural intensification carried out with the logit dichotomic model gives a significant impact to the statistical meaning of all the explanatory variables. Having an adult member of the household abroad increases the chances of having an intensive agricultural activity. The higher the sale of production, the more the farm is intensified; the more the number of protection plants on the farm is higher the more intensive the agricultural activity on the farm. The soil "Dior" is the one that favors agricultural intensification.

Key Words : Indicator, agricultural intensification, exploitation, MCA, logit model

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

Ce chapitre introductif présente le projet ayant servi d'étude ainsi que le contexte général de l'étude. Il s'articule ensuite autour de la problématique de l'étude, des objectifs ainsi que des hypothèses de recherche.

*« Le rôle du développement
s'entend comme un
accompagnement. Grâce à des
méthodes, des acquis
scientifiques et un certain recul,
il faut donner [aux paysans] les
moyens de réfléchir sur eux-
mêmes et sur leur mode
d'existence ».*

(Rabot, 1990)

Section 1 : LE PROJET CERAO

Le projet CERAO (Auto-adaptation des agro-socio-écosystèmes tropicaux face aux changements globaux), est issu d'une volonté de contribution à l'amélioration de la production agricole dans les régions semi-arides en Afrique de l'Ouest. Il a consisté à identifier les processus écologiques et sociaux déterminant la viabilité et la durabilité des écosystèmes sociaux et agricoles dans un contexte de risque climatique et socio-économique. L'hypothèse principale dudit projet s'inspire du fait que : les agro-socio-écosystèmes ont une capacité d'adaptation à des contraintes climatiques ou démographiques. Ces voies d'adaptation se référant au fonctionnement des écosystèmes naturels. Ainsi, l'observation et l'analyse des trajectoires d'agro-socio-écosystèmes ayant été sous de telles contraintes, en considérant les concepts issus des sciences de l'écologie ou de la complexité, peuvent permettre d'identifier des voies d'intensification écologique de la production de céréales.

L'objectif spécifique du projet est d'analyser et de modéliser les trajectoires de divers écosystèmes sociaux et agricoles dans un contexte de fortes contraintes climatiques et socio-économiques. Le projet repose sur une analyse diachronique et multidisciplinaire dans le Bassin Arachidier du Sénégal. Au cours des dernières décennies cette région a subi une forte péjoration pluviométrique¹ et une forte croissance démographique.

L'Observatoire Population Santé (OPS) de Niakhar sur lequel trois agro-socio-écosystèmes contrastés ont été identifiés, ont été étudiés. Leurs trajectoires au cours des dernières décennies sont analysées en termes de structure sociale, de systèmes de culture, de système d'élevage et de la gestion de la fertilité des sols. Les activités ont été organisées autour de 3 tâches :

- ☞ La première tâche avait pour objectif de préciser le contexte climatique, démographique et la dynamique de l'occupation des terres au cours des dernières décennies.
- ☞ La deuxième tâche a consisté à décrire les trajectoires au cours du temps des ménages, des systèmes de culture, des cycles de nutriments et des matières organiques, et de la biodiversité des céréales.
- ☞ La troisième tâche a intégré, dans un premier temps, les connaissances par une formalisation s'appuyant sur des modèles de systèmes de culture et d'exploitation agricole, un système multi-agents, et enfin un modèle multi-compartiments couplé avec une analyse réseaux des flux de nutriments. En second lieu, elle a identifié les déterminants écologiques et sociaux des futures pratiques d'intensification écologique

¹ La persistance de la faiblesse de l'hydraulicité accompagnée de celle accentuée de la pluviosité.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

de la production de céréales dans les régions semi-arides sub-sahariennes à travers un travail de synthèse des résultats obtenus dans les tâches précédentes.

Le présent travail contribue à l'atteinte de la troisième tâche dudit projet. Il s'agira plus précisément, de répondre en partie à la deuxième phase de cette tâche.

Section 2 : INTRODUCTION

Les pays au sud du Sahara dont fait partie le Sénégal, connaissent une croissance démographique nettement supérieure à la moyenne ; en effet le taux de croissance annuelle est de 2,7 pour cent par an (Banque mondiale, 2017). Aussi, les conditions environnementales, sociales et économiques sont-elles en mauvaises phases dans ces dits pays quant aux enjeux et défis agricole. Lors du Sommet Rio+20 de la conférence des nations unies pour le développement durable, qui s'est tenu en juin 2012 au Brésil, les dirigeants mondiaux ont réaffirmé ce qui suit : « l'élimination de la pauvreté, l'abandon des modes de consommation et de production non viables en faveur de modes durables, ainsi que la protection et la gestion des ressources naturelles sur lesquelles repose le développement économique et social sont à la fois les objectifs premiers et les préalables indispensables du développement durable ». Ce qui témoigne ainsi de la place accordée à la viabilité économique, sociale et même environnementale dans un processus d'intensification pour une meilleure atteinte des objectifs de développement durable.

L'agriculture a une importance très variable dans les économies des différents pays, mais comme l'on peut s'y attendre, cette importance diminue à mesure que le PIB par habitant augmente et que l'économie se transforme, d'un point de vue structurel. Dans certains pays en développement, l'agriculture représente plus de 30 pour cent de l'activité économique totale et dans le groupe des pays les moins avancés, elle assure 27 pour cent du PIB (OCDE, 2012). Plusieurs facteurs sont à la base d'une bonne production agricole. Il s'agit entre autres des conditions humaines, des conditions climatiques (notamment l'environnement), des aspects économiques etc. La BAD, en 2016, note que des pénuries généralisées de denrées alimentaires, comme celles de 2008, ont conduit à des crises alimentaires et à des émeutes dans de nombreuses capitales africaines.

Pays d'Afrique situé au sud du Sahara, le Sénégal compte 15,3 millions d'habitants avec un Produit Intérieur Brut de 14,765 milliards de dollars en 2016 (Banque Mondiale, 2017).

L'agriculture occupe une place prépondérante dans la vie socio-économique du Sénégal. En effet, avec une contribution estimée à 2,5 points de pourcentage pour un taux de croissance

annoncée à 6,6 pour cent en variation annuelle pour 2016 (ANSD, 2016) ; le secteur primaire dominé par l'agriculture est actuellement le moteur de la croissance au Sénégal. La croissance du sous-secteur agricole au Sénégal est estimée à 10,5 pour cent en 2015 contre 4,7 pour cent en 2014. Les statistiques de l'ANSD pour la campagne agricole 2016-2017 parlent d'elle-même : 2 247 094 tonnes de céréales produites (contre 1 454 693 tonnes en moyenne sur les 5 dernières années). Le secteur agricole qui joue un rôle important dans l'amélioration et le renforcement de la sécurité alimentaire des populations est caractérisé par une agriculture de subsistance fortement dépendante des aléas climatiques. D'après la FAO (2010), la pauvreté au Sénégal affecte en priorité les zones structurellement déficitaires en céréales et en produits alimentaires, telles que Louga, le Nord de Diourbel, les zones hors vallée de la région du fleuve (notamment la zone de Niakhar), où la baisse de la production ne permet plus d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. Ainsi, en 2014, dans le cadre du Programme Sénégal Emergent (PSE), le gouvernement a tracé sa stratégie de développement à long terme. Cette aspiration à un mieux-être se décline en une vision qui est celle d'« un Sénégal émergent à l'horizon 2035 ».

☞ Problématique

Couvrant une superficie de 196.722 km² et situé en grande partie dans la zone soudano-sahélienne au climat de type semi-aride tropical, le Sénégal est subdivisé sur la base des caractéristiques climatiques, édaphiques et floristiques en six grandes zones agro-géographiques. On distingue : la zone du fleuve Sénégal, la zone de la Casamance, la zone du Bassin arachidier, la zone sylvo-pastorale, la zone des Niayes et la zone du Centre-Est et Sud-est.

Dans la région soudano-sahélienne, les systèmes de production agricole sédentaires prédominent (Pieri 1992). Propre aux climats de mousson, cette région est soumise à des aléas climatiques intra-annuel et interannuel importants (Boulier et Jouve 1990). Le cadre biophysique présente aussi certaines contraintes notamment au niveau pédologique. En effet, les sols présents sont très anciens et très évolués et plusieurs systèmes de production agricole y sont enregistrés (Dugy, 2016). Au nombre de ces derniers, les systèmes agropastoraux sont bien dominants. Dans ces systèmes, la matière organique revêt un rôle central et multiple. Sa mobilisation dans les différents flux de l'agro-éco-système permet d'assurer plusieurs services éco-systémiques qu'ils soient liés à la production, notamment agricole (maintien de la fertilité des sols), ou aux supports de production comme les propriétés biologiques et chimiques des sols. Elle peut donc être considérée comme un indicateur de durabilité dans les systèmes

agropastoraux (Manlay 2000, Rufino et al. 2006). En particulier dans le centre du Sénégal, au sein du bassin arachidier, un lien étroit entre agriculture et élevage est évoqué en matière de fertilité des champs. La « civilisation du bovin et du mil » a donné au bétail une place prépondérante dans les transferts de fertilité depuis les aires non cultivées vers celles cultivées (Pélissier 1966, Lericollais 1999). Ce système connaît depuis les années 1970 des changements structurels majeurs du fait notamment de contraintes démographiques et socio-économiques, accentuées par des péjorations climatiques d'ordre pluviométrique (Badiane 2006, Dugy 2016).

Toutefois, la population sénégalaise vit majoritairement en milieu rural, environ 55% de la population totale (ANSD, 2015). L'agriculture, au sens large du terme, reste la principale occupation de la population active en milieu rural. Or, le secteur agricole est exposé à des risques majeurs, liés notamment à la production (cités plus haut), au marché, aux finances, aux institutions, etc. L'amélioration de la production agricole dans ces régions en identifiant les processus écologiques et sociaux déterminants la viabilité et la durabilité des agro-socio-écosystèmes dans un contexte risque climatique et socio-économique sont donc des enjeux de développement. Aussi, dans un contexte de profonde transformation démographique et sociale, le Sénégal doit intensifier sa production agricole mais également répondre aux défis de l'adaptation face aux changements climatiques. La zone de Niakhar, situé dans le bassin arachidier, constitue de ce fait une zone d'étude expérimentale de l'intensification agricole. Dès lors, on peut s'interroger à savoir : « comment mesurer intensification agricole dans un tel contexte ? » et « quels sont les facteurs explicatifs de intensification agricole ? ».

☞ Objectifs et hypothèses de l'étude

L'objectif général de l'étude est de déterminer les facteurs explicatifs de l'intensification agricole à Niakhar. Il s'agit de façon spécifique de:

- O1** : analyser l'effet des caractéristiques socio-économiques du ménage sur l'intensification agricole de leur exploitation ;
- O2** : déterminer les liens probable des indicateurs de viabilité sur l'intensification agricole ;
- O3** : faire une étude comparative entre les villages en termes d'intensification agricole.

Afin d'atteindre ces objectifs, nous formulons les hypothèses suivantes :

- H1** : Les ménages possédant un membre à l'étranger ont une exploitation agricole intensive ;

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

H2 : Les indicateurs de viabilité concourent à l'atteinte de bonne intensification agricole ;

H3 : Les profils d'intensification agricole diffèrent selon le village.

CHAPITRE II : MESURE DE L'INTENSIFICATION ET DE LA VIABILITE

Dans ce chapitre, nous allons présenter quelques concepts et définitions. Ensuite il sera question de revues empirique et méthodologique et enfin de quelques mesures de l'intensification et de la viabilité.

*« Il faut de la mesure dans le
langage, dans le silence, ...
Tout ce qui est bienfait,
reconnaissance, injure, étude
et travail en cette vie, exige
cette mesure qui s'arrête à
propos. ».*

(Ausone, Env. 390 ap. J-C)

Section 1 : CONCEPTS ET MESURES DE L'INTENSIFICATION AGRICOLE ET DE VIABILITE

Dans cette section nous allons présenter successivement les concepts de de l'intensification agricole et de viabilité et les mesures de ces concepts.

❖ *Concepts de l'intensification agricole et de viabilité*

- L'intensification agricole

L'agriculture intensive est un système de production agricole caractérisé par l'usage d'important intrants qui cherche à maximiser la production par rapport aux facteurs de production, qu'il s'agisse de la main d'œuvre, du sol ou des autres moyens de production (matériel, intrants divers). Elle est également appelée agriculture productiviste. Elle repose sur l'usage optimum d'engrais chimiques, de traitements herbicides, de fongicides, d'insecticides, de régulateurs de croissance, de pesticides etc.

La notion d'agriculture intensive est relative. Elle peut chercher à maximiser la productivité du sol, en augmentant les facteurs humains et financiers. C'est par exemple le cas des élevages hors-sol ou des cultures en serre. Elle peut au contraire chercher à réduire la main d'œuvre par le recours à la mécanisation sur de grandes surfaces, c'est le cas de la céréaliculture des pays développés. Elle s'oppose en cela à l'agriculture extensive (Anthère et al, 2002).

L'agriculture intensive a permis, au cours du XXe siècle, d'augmenter très fortement les rendements et par voie de conséquence la production agricole, et de diminuer corrélativement les coûts de production. Les gains de productivité réalisés ont autorisé la très forte diminution de la population agricole dans les pays développés (elle ne représente plus que 2 à 3 % de la population active), en assurant non seulement la couverture des besoins de la population agricole, mais également un surplus destiné à couvrir ceux de la population non agricole et les exportations, contribuant ainsi à corriger, en partie, les déséquilibres alimentaires existant sur la planète. Ils ont permis aussi d'améliorer les conditions de vie des agriculteurs, en réduisant la pénibilité du travail et en augmentant leurs revenus (Anthère et al, 2002).

L'intensification de l'agriculture aussi connue sous le terme de révolution verte, a assuré la sécurité alimentaire, tant en quantité qu'en qualité, des pays développés et contribuer à améliorer l'approvisionnement de certains pays en voie de développement.

Pour Zurek et al. (2015), l'intensification agricole est « *la production de plus de nourriture sur un même terrain tout en réduisant les impacts négatifs sur l'environnement et en augmentant la contribution au capital naturel et au flux des services environnementaux* ». L'intensification

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

agricole peut être définie donc comme l'augmentation de la production par unité de produite et par unité de temps.

Selon la FAO (2004), il y a intensification agricole lorsque la production totale s'accroît grâce à un meilleur rendement des intrants; ou lorsque la production se maintient alors que diminuent les intrants (plus faible quantité d'engrais mieux appliqué, protection des plantes ou des animaux mieux ciblée, cultures mixtes ou assolement sur de plus petites surfaces). Le premier type d'intensification, celui destiné à accroître la production, est d'importance critique lorsqu'il s'agit d'augmenter les approvisionnements alimentaires, par exemple durant une période de forte croissance démographique. Cependant, dans un contexte de problèmes environnementaux ou sociaux, l'effort porte davantage sur l'intensification liée à une meilleure utilisation des intrants. Mais dans un cas comme dans l'autre, les changements qui en découlent s'expliquent conceptuellement par opposition aux ajustements extensifs, c'est-à-dire les variations dans l'utilisation des intrants. Or, historiquement, l'ajustement extensif le plus couramment employé en agriculture, et le plus efficace, est la variation à la hausse ou à la baisse des superficies cultivées.

Mieux, l'agriculture intensive est une forme d'agriculture qui atteint une productivité relativement élevée des champs grâce à une utilisation efficace des intrants. Une forme particulière de l'agriculture intensive est celle qui utilise en grande quantité des intrants externes et donc de capital ; c'est l'agriculture intensive dite « moderne ». Cette dernière forme est toujours plus obligée de tenir compte des conséquences négatives pour l'environnement et de les éviter.

Souvent, l'intensification n'a lieu qu'après une longue période d'augmentation de la production par extensification, c'est-à-dire une augmentation de l'espace agricole. La croissance démographique limite finalement cette façon de procéder. L'intensification ne devient donc pas seulement indispensable, elle est favorisée également par l'augmentation du prix de la terre, d'abord dans la région périurbaine, puis dans les régions dotées de ressources naturelles riches. L'intensification peut devenir en soi une forme efficace de lutte contre la désertification, grâce au maintien de systèmes de production viables. L'épuisement des ressources naturelles (parcours, peuplements de ligneux et sols) par nécessité pourrait être ainsi évité. L'amélioration de la disponibilité et de l'accessibilité des intrants, tels les engrais, stimulerait la lutte contre la désertification bien mieux que par le biais d'une lutte contre ses symptômes, à savoir les dunes vives et le ruissellement croissant.

A moins d'augmentations parallèles des disponibilités alimentaires, la faim, la maladie et la famine sont inévitables. Individus et groupes s'appuient couramment sur la pensée « conséquentialiste »² pour considérer des solutions ou adopter des conduites ayant pour effet (conséquence) d'augmenter les volumes de vivres disponibles. Les bénéfices associés à cette démarche justifient l'intensification agricole au niveau le plus fondamental (FAO, 2004). Couty (1991) associe la notion d'intensification à celles d'innovation et de durabilité en faisant correspondre à l'intensification les innovations qui permettent de produire durablement autant ou davantage de produits.

L'agriculture intensive est parfois accusée d'être pratiquée aux dépens des considérations environnementales, d'où son rejet par un certain nombre de producteurs et de consommateurs. Il faut toutefois noter qu'une agriculture intensive ne peut atteindre ses objectifs de rendement qu'à la condition de fournir aux plantes des conditions de croissance optimales, ce qui suppose notamment un maintien de la fertilité des sols par la compensation intégrale des éléments exportés. (Anthère et al, 2002).

Selon Surech (1995), l'intensification ne se décrète pas, c'est un processus coûteux en travail, en capital et en savoir-faire qui demande plus d'investissement et qui rend l'activité agricole plus risquée. L'intensification agricole ne se produit donc que lorsqu'elle est nécessaire, lorsqu'elle est rentable et si les inputs nécessaires sont disponibles. Ces conditions font appel à la saturation foncière consécutive à la pression démographique, à l'existence d'un marché potentiel et à l'existence d'un environnement social et économique favorable. Lélé (1989) distingue deux types d'intensification en fonction des déterminants : une intensification autonome provoquée par la pression démographique et les conditions du marché (surtout l'accessibilité au marché) et une intensification interventionniste résultant de l'adoption d'une culture de rente et des mesures d'accompagnement tel le crédit agricole, les subventions d'intrants, l'encadrement et les aménagements hydro-agricoles avec maîtrise de l'eau.

- **La viabilité**

C'est un concept qui est utilisé pour mesurer la performance des différentes formes d'agriculture. La viabilité, au sens premier (Martinet, 2010 ; Chavas, 1993) est la capacité des exploitations ou des territoires (ou de toute entité animée) à survivre. Elle peut aussi se définir comme le caractère de ce qui est apte à vivre et/ou à survivre et qui présente les conditions pour durer et se développer (le petit robert, 2001). La manifestation élémentaire de la viabilité des

² Ethique téléologique et constitue l'ensemble des théories morales qui soutiennent que ce sont les conséquences d'une action donnée qui doivent constituer la base de tout jugement moral de ladite action.

exploitations appartenant à une forme d'organisation est donc mesurable au fait que les exploitations appartenant à cette forme d'organisation survivent de façon pérenne.

Ainsi, la théorie de la viabilité permet de ne faire qu'un nombre réduit d'hypothèses sur le futur. On fixe uniquement des bornes à l'intérieur desquelles l'état du système doit rester ou des zones à éviter. En pratique, on ne choisit pas de critère d'optimisation ou de scénario d'action prédéfini, mais on choisit les zones de fonctionnement souhaitable et les actions possibles.

Penser un développement viable à long terme « revient à envisager de gérer au mieux, sur la base d'objectifs de très long terme » d'ordres éthique et politique, « des interactions entre des sources différentes de variabilité, naturelle et sociale ». Le concept de développement durable s'en distingue fondamentalement par une vision de la nature comme stock à gérer à l'optimum, à l'équilibre (Weber, 1995).

❖ *Mesure de l'intensification agricole et de la viabilité*

- *Mesure de l'intensification agricole*

D'après le guide d'évaluation de l'intensification proposé par Musumba et al. (KSU-SIIL-2009), un cadre d'indicateurs d'intensification est présenté. Ces indicateurs axés sur des objectifs intégrés, sont organisés en cinq domaines essentiels pour la durabilité. Il s'agit entre autres de : la productivité, l'économie, l'environnement, la condition humaine et les domaines sociaux. Ces cinq domaines de l'intensification durable, sont également apparus à Accra, au Ghana, en 2013 (Glover, 2016). L'évaluation des indicateurs axée sur les objectifs intégrés est semblable au cadre axé sur les objectifs proposé par Olsson et al. (2009) dans lequel les objectifs de l'innovation sont identifiés, puis les indicateurs sont liés aux objectifs pour évaluer la performance dans une approche équilibrée entre les domaines.

Ce cadre a été développé principalement pour les petits agriculteurs où les changements dans la production agricole peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur la réduction de la pauvreté, l'évitement de la dégradation des terres, l'amélioration de la sécurité alimentaire et la sécurité nutritionnelle.

Ce cadre de cinq domaines distingue les aspects importants de l'intensification durable par rapport aux trois domaines utilisés par de nombreuses évaluations de la durabilité: les domaines économique, environnemental et social (Lopez-Ridaura et al. 2002, Van Cauwenbergh et al, 2007). Le cadre à cinq domaines garantit que des aspects importants tels que l'équité (genre,

âge, classe), la nutrition et les facteurs communautaires tels que la cohésion sociale et l'action collective ne soient pas négligés dans le processus de sélection des indicateurs. Aussi l'existence de chevauchement entre les indicateurs dans les différents domaines n'est pas à négliger et fournit-il des informations supplémentaires. Les domaines sont décrits et organisés comme suit:

Productivité

Le domaine de la productivité est essentiel pour appréhender, la production à la fois dans les systèmes de culture et d'élevage. Ce domaine se concentre sur la terre en tant qu'entrée critique. L'augmentation de la productivité est la caractéristique essentielle de l'intensification, dans le but d'augmenter la production par unité d'intrant pour une période donnée (saison ou année). Dans les systèmes d'élevage, les taux de chargement ou de prélèvement peuvent être utilisés comme mesure de l'intensification, tandis que dans les systèmes de culture, l'intensification se concentre sur les rendements (Mahon et al. 2017). D'autres intrants associés à l'intensification (tels que le travail, la qualité de l'eau, les engrais et le capital) sont pris en compte dans le domaine économique.

Économique

Ce domaine se concentre sur des questions directement liées à la rentabilité des activités agricoles et aux rendements des facteurs de production (terre, travail et capital). En plus de la rentabilité, ce domaine comprend des indicateurs liés à la productivité des intrants, à l'exception de la terre, et comprend l'eau, les éléments nutritifs, le travail et le capital. En outre, les indicateurs susceptibles d'affecter la probabilité d'investissement dans l'amélioration de la productivité (participation au marché) sont inclus. Les décisions des agriculteurs de choisir la culture à cultiver et d'allouer des ressources à différentes activités sont influencées par la qualité marchande d'un produit donné et par les stratégies de subsistance choisies pour améliorer le bien-être. Ce domaine tient compte de l'orientation du marché des agriculteurs, la diversification des sources de revenus, l'étendue et le mouvement vers la production de cultures à haute valeur.

Environnement

Associé dans la plupart du temps à l'écologie, le domaine de l'environnement se concentre sur la base de ressources naturelles soutenant l'agriculture (sol, eau, air), les services environnementaux directement affectés par les pratiques agricoles (habitat, capacité de rétention d'eau du sol, biodiversité) et le niveau de pollution agricole (pesticides, eutrophisation, gaz à effet de serre). Les paramètres d'efficacité améliorés sont décrits dans le domaine

économique, mais ils sont également essentiels pour resserrer les cycles des nutriments et de l'énergie, un principe clé pour l'agriculture durable.

Condition humaine

Ce domaine contient des indicateurs liés à l'individu ou au ménage, y compris l'état nutritionnel, la sécurité alimentaire et la capacité d'apprendre et de s'adapter. Bien que certains de ces concepts dépendent des interactions sociales (comme au sein du ménage ou de la communauté), ils sont distincts de ceux du domaine social qui mettent directement l'accent sur les relations interpersonnelles.

Sociale

Ce domaine se concentre sur les interactions sociales des communautés agricoles ou de la société, notamment les relations équitables entre les sexes, les relations équitables entre les groupes sociaux, le niveau d'action collective et la capacité de résoudre les conflits liés à l'agriculture et à la gestion des ressources naturelles.

Avec une telle spécification des domaines d'intérêt pour l'analyse de l'intensification plusieurs indicateurs ont été identifiés comme moteurs. Il s'agit de : les rendements, la rentabilité, la production animale, la variabilité de la production, la sécurité alimentaire, la disponibilité de l'eau, la qualité des sols, l'équité entre genre, la nutrition, la biodiversité végétale, la sécurité alimentaire, le capital social, la capacité des agriculteurs, l'émission de gaz à effet de serre, la participation au marché, etc.

- **Mesure de la viabilité**

Les formes d'organisation des exploitations définies par le travail et les structures des exploitations expliquent, en partie, leur viabilité. Pour pouvoir tester une telle hypothèse, il est essentiel de distinguer les différences de viabilité dues à la forme de l'organisation et les différences de viabilité dues à d'autres facteurs explicatifs, comme l'environnement des exploitations. Il est donc important de se donner un cadre d'analyse global qui propose un ensemble de déterminants de la viabilité et un ensemble d'indicateurs du potentiel de viabilité. On cherche à connaître la part de la viabilité qui est due à des éléments structurels et celle qui est due au contexte territorial ou macroéconomique.

Nous distinguons différentes mesures de la viabilité :

- ☞ une mesure du résultat de la capacité des exploitations à survivre, passant par l'observation brute de l'évolution de la prévalence des exploitations de chaque catégorie

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

(qui est une mesure dynamique, répétée dans le temps). Il s'agit en d'autres termes de la résilience, c'est-à-dire la capacité d'un système à expérimenter des perturbations tout en maintenant ses fonctions vitales et ses capacités de contrôle.

- ☞ une mesure du potentiel de viabilité qui comprend l'étude de la durabilité économique, environnementale, sociale et institutionnelle, passant par l'observation d'un ensemble de facteurs favorables à la pérennité des exploitations (une mesure instantanée de différents paramètres des exploitations existantes et de leur environnement peut éventuellement donner une idée de ce potentiel à long terme, mais là aussi une suite de mesures répétées est souhaitable pour mieux l'appréhender).

Le potentiel de viabilité à long terme est caractérisé par deux ensembles d'indicateurs que l'on soupçonne de jouer un rôle dans la viabilité des exploitations à long terme : l'un caractérisant le territoire, l'autre caractérisant les exploitations. Ainsi, si les conditions de viabilité se dégradent dans un territoire ou pour un type d'exploitations donné, par exemple si l'eau disponible devient très faible, on pourra dire que les conditions de viabilité à long terme, sur ce territoire ou pour cette catégorie d'exploitations ne sont pas réunies, avant même, que la diminution de la proportion de ce type d'exploitations soit observée. Ces conditions ne peuvent être qualifiées de nécessaires ou de suffisantes à la viabilité. Le potentiel territorial de la viabilité, qui concerne un ensemble d'exploitations, inclut des conditions sociodémographiques, la dynamique agro-écologique du paysage, et la dynamique hydrologique du paysage.

Le potentiel individuel de la viabilité inclut le niveau de vie et les conditions sociales des exploitations, les niveaux de performance agricole brute et nette, leur bilan énergétique, leur bilan d'émission de gaz à effet de serre, leur bilan hydrique, le maintien de la biodiversité utile à la viabilité de l'exploitation, leur bilan agronomique, et leur autonomie.

Section 2 : QUELQUES RESULTATS DE RECHERCHES SUR L'INTENSIFICATION AGRICOLE

Plusieurs études ont longuement abordé la problématique de l'intensification agricole. Au nombre de ces dernières, une étude de l'équipe du CNRS a analysé les données de productions annuelles pour 54 cultures, réparties dans les 22 régions de France métropolitaine, de 1989 à

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

2010 afin de mesurer l'effet de l'intensification des pratiques agricoles sur la pollinisation³ et le rendement des cultures. RAMDANE et al. (2014) ont pu calculer le rendement moyen et sa variabilité temporelle pour chaque culture et région. L'intensité de l'agriculture a ensuite été estimée au niveau régional en tenant compte du système de rotation des cultures, des quantités d'intrants utilisées (irrigation, engrais, pesticides) et de la présence d'habitats semi-naturels dans le paysage (par exemple haies ou forêts). Ils ont finalement comparé toutes ces informations au cours des années afin d'examiner l'efficacité des méthodes d'intensification de l'agriculture.

RAMDANE et al. (2014) ont montré que le rendement moyen des cultures peu ou non rattachées à la pollinisation augmentait avec l'intensité de l'agriculture, et que la variabilité de leur rendement diminuait. En revanche, ces gains s'amenuisent pour les cultures les plus liées à la pollinisation. Pour les cultures très dépendantes des pollinisateurs (de 65 % à 95 %), le rendement moyen n'augmente pas avec l'intensification des pratiques agricoles et une plus forte variabilité du rendement moyen est observée. L'ensemble de ces résultats révèle l'impact négatif de l'intensification sur l'activité des pollinisateurs, ce qui limite la productivité des systèmes agricoles. L'enjeu est désormais de développer de nouvelles approches permettant de maximiser les rendements en se reposant sur les services fournis par la nature, tels que la pollinisation ou le contrôle des ravageurs des cultures.

Reardon et al. (1995), dans leur étude portant sur l'intensification induite par le facteur capital dans l'agriculture sahélienne, s'interrogent en premier lieu sur le type d'intensification à adopter pour satisfaire les besoins de croissance de demande pour produits agricoles et protéger l'environnement. Ils affirment que le modèle « d'intensification induite par le facteur capital » est la meilleure option pour remplir ce rôle dualiste. Cette option implique une augmentation radicale de l'utilisation de l'engrais chimique, de la fumure organique, des digues, et de la traction animale (en d'autres termes, ces pratiques ont un effet positif sur l'intensification). Oussible et Bourarach (2009), au travers d'une simulation basée sur les données d'une enquête et des essais menés au Garhb montrent que l'intensification agricole sous irrigations a un impact positif sur la production et les profits mais on note également un impact négatif quant aux potentiels actuels de productions et la durabilité de production des sols qui peut atteindre des niveaux irréversibles.

Le Mali-sud, est caractérisé par une forte croissance démographique à laquelle s'ajoute un accroissement du cheptel, Kébé (1994), analyse les déterminants de l'intensification agricole

³ Mode de fécondation privilégié utilisé par les plantes angiospermes (plantes à fleurs produisant des fruits), et gymnospermes (plantes à graines).

dans ledit contexte du Mali-sud. Il eut recours à la modélisation mathématique (programmation linéaire PL) pour structurer et améliorer les connaissances et les informations disponibles et pour se doter d'une capacité prédictive. Au terme de son travail, les résultats révèlent que les contraintes de ressources au niveau des exploitations sont telles qu'il est peu probable que les politiques macro-économiques d'ajustement structurel puissent favoriser l'accroissement de l'offre agricole par conséquent d'une bonne intensification agricole.

Les engrais minéraux constituent un puissant moyen d'intensification. Les rendements moyens des cultures céréalières dans les pays développés ont triplé et quadruplé depuis les années 1950 avec le développement d'engrais azotés. L'impact des engrais minéraux s'est ressenti également dans de nombreux pays en développement à travers la révolution verte (FAO, 1981). Dans le cas des pays de l'Afrique de l'ouest, la consommation d'engrais par unité de surface est très faible. Sur les superficies cultivées, la consommation varie entre 3 et 12 kg/ha, ce qui est très faible comparativement à la moyenne mondiale d'environ 85 kg/ha, et à la moyenne française de l'ordre de 195 kg/ha (SOFRECO, 1988). La limite agronomique à l'utilisation des engrais est donc loin d'être atteinte dans ces pays. Au Burkina Faso, l'utilisation d'engrais par hectare cultivé n'est que de 7kg/ha.

Les semences améliorées (génétiquement ou dans leurs caractéristiques physiques et physiologiques) permettent d'accroître la productivité et la rentabilité d'une culture comme l'a démontré la révolution verte en Asie (World Bank et al. 1991). Cependant les rendements potentiels des variétés améliorées ne peuvent être obtenus que moyennant le recours à de fortes doses d'intrants à l'hectare (engrais chimiques, herbicides, pesticides) (Milleville, 1994). Il convient dans ce cas, pour les pays africains, de développer et d'utiliser une technologie équilibrée d'engrais et de semences pour atteindre les objectifs de production et de maintien de la fertilité des sols (Ouédraogo, 2005).

Différents auteurs (Fusiller, 1994 ; Ouédraogo, 2005), montrent dans des études menées au Burkina et au Cameroun, que le rendement de maïs s'élève de façon significative avec le niveau de mécanisation. Selon Jabert (1985), dans les conditions moyennes d'utilisation de la culture attelée, un labour de début de cycle à 15 cm de profondeur sur sols ferrallitiques peu épuisés permet une augmentation du rendement de plus de 50% sur le riz, de 25 à 40% sur le coton, 25 à 46% sur le maïs, 11 à 23% sur l'arachide, 15 à 36% sur le sorgho et 6 à 24% sur le mil. La mécanisation permet une meilleure maîtrise des cultures par un respect du calendrier optimal et une bonne densité de semis si elle est bien maîtrisée. Dans le cas contraire son impact peut rester faible. Si la traction animale a permis l'accroissement de la production agricole, elle n'a pas abouti à l'intensification agricole espérée. En effet, son usage s'est traduit dans tous les cas

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

par un accroissement des superficies cultivées (dans les régions où la terre était disponible) que par l'intensification. Ce qui a fait dire à certains qu'elle est un facteur de dégradation de l'environnement.

L'existence de marché est un facteur déterminant de l'intensification d'après une étude de Boserup (1970). Il a étudié les zones rurales environnant les grands centres urbains (Kano au Nigeria). Il ressort de ses recherches que les paysans assurés de pouvoir écouler leurs produits recherchent le maximum de profit possible en augmentant le niveau de productivité agricole par l'intensification en y investissant une partie de leur revenu. Dans d'autres cas, l'intensification est liée à une culture de rente avec des débouchés sûrs. L'existence de marché favorise l'intensification des cultures de rente et permet d'obtenir des rendements élevés (Von Braun et al, 1986). Un exemple d'intensification lié au développement d'une culture de rente et donc à l'existence de marché est donné par l'évolution de la zone Mali Sud où le coton offre un marché relativement sûr et rémunérateur depuis plusieurs décennies (Kebe, 1994).

CHAPITRE III : DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Cette partie présente la méthodologie adoptée dans le mémoire. Après une brève description des données (leur nature et leur source), les différents modèles économétriques utilisés sont décrits.

*«Avec l'impérialisme de
la méthodologie,
on brise tout le travail de
recherche et
d'approfondissement. ».*

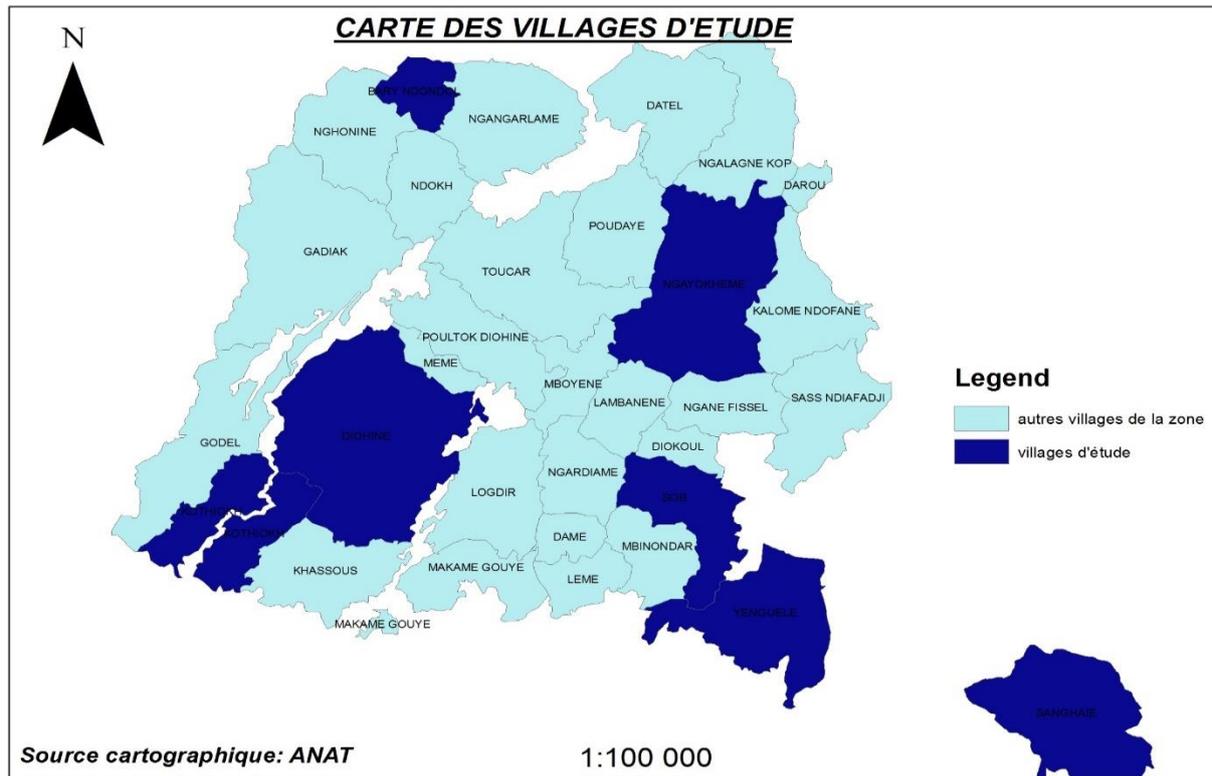
*(François Châtelet
1972)*

Section 1 : PRESENTATION DES DONNEES

- La zone d'étude

Située dans le département de Fatick, au cœur du bassin arachidier sénégalais, la zone d'étude, en occurrence la zone de Niakhar, s'étendant sur environ 15 km de long et 15 km de large et occupe une superficie d'environ de 230km².

Carte 1: Les villages d'études du projet CERAO



Source : CERAO_2015, Auteur

La zone d'étude de Niakhar est localisée en région sahélienne. Cette région tropicale sèche est soumise au climat sahélo-soudanien continental qui se caractérise par deux principales saisons distinctes : une saison sèche, de huit (08) à dix (10) mois selon les localisations, où la température est élevée avec de fortes amplitudes journalières, et une saison humide, de quatre mois. En 2010, une pluviométrie de 450 mm a été enregistrée. On constate de grandes irrégularités d'une année sur l'autre, de la quantité d'eau (minimum de 227 mm en 1986 et maximum de 632 mm en 1995, à Niakhar) mais aussi de la répartition dans le temps et dans l'espace des précipitations. La végétation est essentiellement composée de baobabs, de rôniers et de tamariniers. Aussi, cette zone est une zone agro-pastorale où l'élevage (ovins, caprins, bovins et même porcins) est important. La zone d'étude comprend actuellement 30 villages

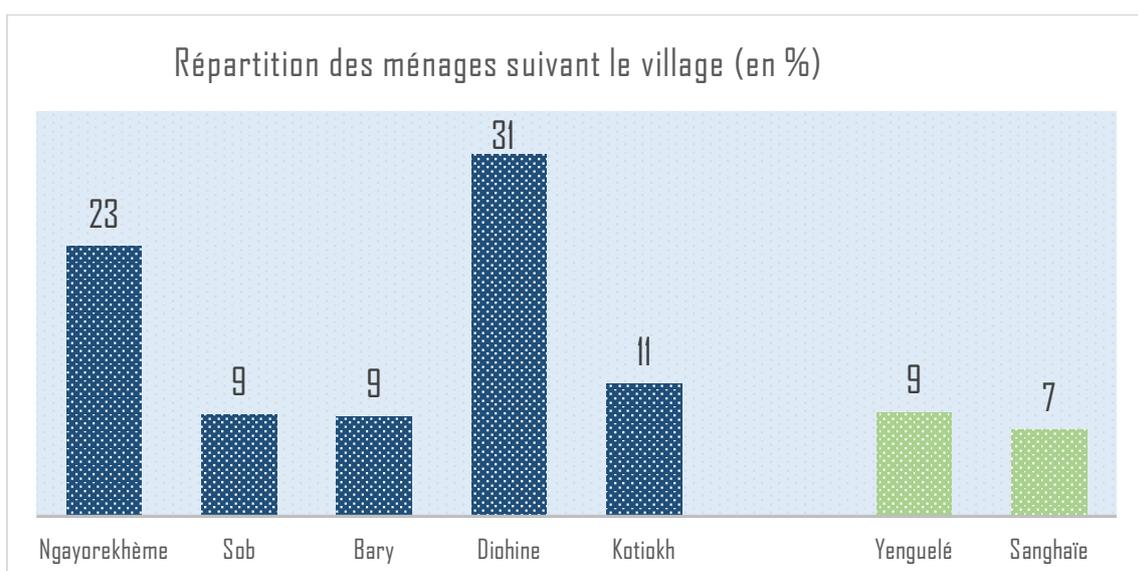
Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

regroupant 40 000 habitants environ en 2012, répartis en hameaux et concessions de 16 personnes en moyenne. La population est majoritairement Sérère. La religion la plus rencontrée est l'Islam suivie du Christianisme qui connaît une avancée non négligeable ces derniers temps. Sept structures de santé desservent la zone d'étude de Niakhar dont trois postes de santé localisés à l'intérieur du périmètre de celle-ci (Diohine, Toucar et Ngayokhem).

- **Nature et source des données**

Les données de l'étude proviennent des enquêtes CERAO 1, réalisée en 2014 dans la région de Fatick. L'enquête a été effectuée au cours des mois d'août à octobre 2014. L'échantillon d'étude est composé de 578 ménages et concerne sept villages de la région de Fatick. La constitution de l'échantillon s'est faite au moyen d'un sondage stratifié représentatif. Au nombre des villages étudiés, on distingue cinq villages situés dans la zone de Niakhar et dont environ 84 pour cent des ménages enquêtés ressortent. Il s'agit entre autre des villages de « Ngayorekhème », « Sob », « Bary », « Diohine » et de « Kotiokh ». Aussi les villages de « Yenguelé » et « Sanghaïe » qui sont des villages voisins à ceux de Niakhar. Ils représentent respectivement 9 et 7 pourcent des ménages enquêtés. On note que les villages de « Diohine » et de « Ngayorekhème » sont les plus représentés respectivement 31 et 23 pour cent des ménages enquêtés. Les données recueillies dans le cadre de cette enquête concernent d'une part les caractéristiques démographiques des ménages et d'autre part les caractéristiques clés des exploitations agricoles (l'ensemble des parcelles possédées).

Graphique 1: Répartition des ménages suivant le village



Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Section 2 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Afin d'atteindre les objectifs et de se prononcer sur les hypothèses émises, les méthodes d'analyse qui suivent ont été adoptées. Dans un premier temps, l'analyse descriptive est effectuée à travers les outils d'analyse uni variée et bi variée. Ensuite, l'analyse multidimensionnelle est effectuée pour la construction des différents indicateurs, et enfin l'analyse explicative, dans laquelle les déterminants de l'indicateur d'intensification agricole sont identifiés.

- **Choix des dimensions et des variables**

Dans le cadre de ce travail, cinq (05) dimensions ont été retenues pour la construction de l'indicateur d'intensification agricole. Comme l'a proposé le guide d'évaluation de l'indicateur d'intensification agricole, quatre (04) des cinq (05) dimensions ont été retenues : la productivité, environnement, économique, social. La dernière dimension considérée dans le présent travail est celle de la résilience. Notons également que ces dimensions sont très courantes dans la littérature comme constaté dans la revue empirique ; ce qui témoigne de leur valeur pour l'analyse de l'intensification agricole.

Après avoir défini les différentes dimensions de l'intensification, le SIIL-2009 suggère une classe bien définie de variables (par dimension) qui pourront pour le mieux concourir à l'atteinte de l'objectif premier de cette étude. Ces classes de variables sont choisies tout en identifiant les synergies et les éventuels compromis entre elles mais constituent un ensemble équilibré d'indicateurs. Aussi, un poids bien défini est affecté par dimension pour capturer l'indicateur d'intensification agricole dans sa globalité. Mais cette démarche n'implique pas forcément une meilleure atteinte de notre objectif. En effet, certaines dimensions / variables auront des poids bien différentes que d'autres alors que ces dernières apportent différentes informations. De même, elle peut conduire à supprimer, du fait d'un poids très faible, de cette l'analyse plusieurs variables.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Tableau 1 : Liste des variables par dimensions d'intensification agricole.

Variables Nécessaires (Intensification)	Nom de la variable	Provenance
Dimension Production		
Production Mil	produc_mil	Agriculture
Production Arachide	produc_arachide	Agriculture
Nombre d'animaux de trait	nb_ani_trait	Ménage
Nombre de manches à sarcler	nb_mach_sarc	Ménage
Nombre de charrette	nb_charr	Ménage
Nombre d'animaux vendu	Q322	Agriculture
Embouche	Q554_a	Agriculture
Nombre d'animaux acheté	Q325	Agriculture
Dépenses en aliments	Q332	Agriculture
Dimension Sociale		
Taille du ménage	m17	Ménage
Revenus	revenu	Ménage
Possession d'un troupeau	Q301	Agriculture
Habitat amélioré (toit et sol)	habit	Ménage
Dimension Ecologie		
Association de culture	Q527a	Agriculture
Rotation de culture	Q528a	Agriculture
Parcage des bœufs	Q529a	Agriculture
Pratique de la jachère	Q530a	Agriculture
Plant d'acacia	Q531a	Agriculture
Nouvelles fumure	Q535a	Agriculture
Eau de pluie	Q538a	Agriculture
Nombre d'espèces planté ou protégé sur parcelles	Q145	Agriculture
Problème de fertilité des sols, salinité et striga	Q132, Q134, Q136	
Dimension Résilience		
Pratique du maraichage	Q191	Agriculture
Pratique de l'embouche	Q335	Agriculture
Pratique de l'élevage	Q301	Agriculture
Activité rémunératrice hors agriculture et élevage	Q500, Q901, Q907	Ménage
Revenus Activités rémunératrices hors exploitation	Q504	Ménage
Nb de parcelles empruntées	Q129	Agriculture
Revenus "dons"	Q1304	Ménage
Dimension Economique		
Dépense totale en engrais chimique	q149	Agriculture
Dépenses en main d'œuvre (culture agricole)	q164	Agriculture
Dépenses en semences hivernage	q184	Agriculture
Dépenses en engrais hivernage	q185	Agriculture
Dépenses main d'œuvre (maraichage)	q1105	Agriculture
Dépense en eau	q1107	Agriculture
Dépenses en intrants et semences (maraichage)	q1108	Agriculture

Source : Base CERAO_2015, Auteur

Dans le cadre de ce travail, nous optons pour une approche permettant d'utiliser le maximum d'informations disponibles sur chaque dimension. Une variable ne sera totalement exclue de l'analyse multidimensionnelle de l'intensification agricole que lorsqu'elle sera avérée inadaptée dans tout le processus de construction des indicateurs décrit dans la section suivante.

Encadré 1 : Le Résilience.

Le concept de résilience est polysémique et est largement utilisé et est emprunté de la physique. Il traduit la propriété d'un métal capable de résister aux pressions et de reprendre sa structure initiale, suite à une déformation. C'est au début des années 1980 que le concept a fait son apparition dans le milieu des sciences sociales avec la psychologue américaine, Emmy Werner. En psychologie, la résilience caractérise la capacité à faire face à l'adversité pour vivre, réussir et se développer.

La notion de résilience est souvent associée à celle de vulnérabilité pourtant ces deux concepts sont bien différents. Plusieurs approches de définitions sont proposées pour mieux appréhender le concept de la résilience :

Définition 1: Holing et Gunderson (2002), définissent la résilience comme la capacité d'un système à expérimenter des perturbations tout en maintenant ses fonctions vitales et ses capacités de contrôle. Dans cette dernière, c'est donc bien la capacité d'un système à résister en maintenant l'essentiel de sa structure et de son fonctionnement tout en incluant la possibilité d'un changement, tant dans la structure que dans les modalités du fonctionnement du moment que cela fonctionne. Elle est basée sur les conditions qui maintiennent un équilibre initial mais potentiellement instable qui peut déboucher sur un autre équilibre. On peut la mesurer par la magnitude ou le niveau de perturbations que peut absorber un système jusqu'à la rupture ou le changement de structure du système. Ces auteurs la définissent comme un « écosystème de résilience ».

Définition 2 : Selon la FAO (2016), la résilience est «la capacité de prévenir les catastrophes et les crises, d'en prévoir les effets, de les absorber, de s'y adapter et de s'en remettre le plus rapidement possible et de manière efficace et durable»

Définition 3 : « La résilience, c'est l'aptitude des individus et des systèmes (les familles, les groupes et les collectivités) à vaincre l'adversité ou une situation de risque. Cette aptitude évolue avec le temps, elle est renforcée par les facteurs de protection chez l'individu ou dans le système et le milieu ; elle contribue au maintien d'une bonne santé ou à l'amélioration de celle-ci. »

- [Méthode de construction des indicateurs d'intensification agricole.](#)

Il est retenu pour la présente étude, la méthode d'inertie, en occurrence, l'Analyse des Correspondances Multiples. D'une part, ce choix se justifie, par le fait qu'il permet de limiter la part d'arbitrages dans la fixation des poids relatifs de chaque dimension dans les indicateurs finaux. D'autre part les propriétés : biais de marginalisation et de dualité, qui sont propres à l'ACM concordent avec l'étude de la thématique d'intensification agricole et de viabilité. La construction des indicateurs suite à une ACM se fera en calculant un indice synthétique pour chaque ménage, par le biais de sous indicateurs reflétant un certain axe d'intensification ou de viabilité. Le calcul de l'indicateur et de sous-indicateurs doivent suivre des règles spécifiques.

L'ACM est un cas particulier de l'analyse factorielle et a été développée essentiellement par Benzécri (1973). L'objectif de cette méthode est de mettre en évidence des associations entre des variables catégorielles (nominales ou ordinales), entre des modalités de différentes variables et ultimement, entre des individus ou des unités statistiques. En fait, l'ACM est aux variables qualitatives ce que l'analyse en composantes principales est aux variables quantitatives.

Généralement, une ACM est réalisée à partir d'un tableau disjonctif complet ou d'un tableau de Burt. Techniquement, l'ACM permet de projeter et donc de représenter un nuage de points situé initialement dans un espace de très grande dimension dans un sous-espace optimal de dimension inférieure en ne conservant que l'essentiel de l'information. Elle permet aussi d'élaborer des variables quantitatives que sont les coordonnées des individus sur les principaux axes de l'analyse, dont l'interprétation est guidée par les variables actives qui y contribuent le plus. Par rapport à nos objectifs, l'ACM va permettre d'estimer les coefficients de pondération des modalités des différents indicateurs retenus et les coordonnées prédites pour chaque individu sur les axes choisis.

- [Forme fonctionnelle postulée](#)

L'approche que nous utilisons pour construire notre indicateur synthétique est basée sur les travaux de Benzécri (1973) et d'Asselin (2002). Ces auteurs s'inspirent de la mécanique statique et appliquent les techniques des méthodes d'analyse factorielle pour obtenir des indicateurs synthétiques de la pauvreté. Par exemple, Asselin (2002), dans ses travaux sur la pauvreté multidimensionnelle, définit de façon imagée cette approche pour mieux appréhender la théorie qui en découle. Il la résume en considérant l'ensemble des observations n de notre population comme un nuage de points dans l'espace R^m où m est le nombre de variables contenues dans l'analyse et chaque point i du fichier de données se voit attribuer un poids de façon à ce que le

nuage de points ait un poids moyen. L'espace dans lequel se trouve le nuage de points peut être représenté par plusieurs dimensions où chaque dimension est associée à une inertie dite relative. L'inertie totale (dispersion totale) est la somme pondérée des distances entre le poids moyen et les différents points du nuage. Le cadre théorique général des analyses multi variées est basé sur cette approche. Pour Asselin (2002), l'ACM permet d'associer un poids ou encore un niveau d'importance à chaque variable ainsi qu'à chaque modalité des variables.

Ainsi, en adoptant les notations d'Asselin (2002), l'indicateur synthétique pour un individu i prend la forme fonctionnelle suivante :

$$I_{i,t} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sum_{jk}^{Jk} W_{jk}^k I_{i,jk}^k$$

où K est le nombre de variables retenues dans l'analyse, W_{jk}^k désigne le poids ou le score normalisé de la j ème catégorie de la variable k sur chaque axe retenu de l'ACM et $I_{i,jk}^k$ est une variable binaire prenant la valeur 1 si l'individu i a la catégorie j_k et 0 ailleurs. Les W_{jk}^k dans cette équation permettent de refléter l'importance relative des modalités sur l'ensemble des individus par rapport aux dimensions ou axes retenus. Ainsi, les indicateurs apparaîtront comme une combinaison des indicateurs des axes retenus tout en tenant compte de la structure de ces derniers. Se basant sur les travaux de Minvielle (2003), la formule des indicateurs de global pour un ménage s'écrira :

$$IE_i = \frac{\sum_t^p \lambda_t \times I_{i,t}}{\sum_t^p \lambda_t},$$

Où les λ_t sont les plus grandes valeurs propres obtenues des axes retenus de l'ACM, $I_{i,t}$ l'indicateur synthétique pour l'axe t choisi et p le nombre d'axes retenus pour l'ACM.

Pour obtenir l'indicateur synthétique, deux ACM seront réalisées, l'une dite exploratoire et l'autre dite confirmatoire. Les variables utilisées dans ces ACM sont présentées dans la section suivante ainsi que les critères ayant présidé à leur sélection.

- Détermination du seuil d'intensification agricole

La détermination du seuil d'intensification agricole dans le cadre de ce travail s'inspire de la démarche utilisée notamment dans la détermination du seuil de pauvreté. Plusieurs méthodes ont été identifiées dans la littérature permettant de définir le seuil de pauvreté dans le cas multidimensionnel. Ayadi et Al. (2006), propose le choix d'une valeur d'un quantile de l'indicateur de pauvreté. Par convention ou de façon arbitraire, 40 à 60 pour cent de la médiane de l'indicateur composite de pauvreté est considéré.

Une autre méthode, utilisée par Asselin (2002) et Faye (2005), consiste à diviser la population en deux catégories (pauvre et non pauvre) dans chaque indicateur primaire en définissant déjà un seuil dans ces indicateurs primaires. L'ensemble de ces seuils permet de définir la ligne de pauvreté comme étant la valeur de l'indicateur composite prise par l'individu se trouvant sur le seuil.

La troisième méthode consiste à utiliser des méthodes de classification permettant d'obtenir des classes naturelles regroupant les individus qui se ressemblent le plus. Cette dernière méthode nous paraît la plus objective et sera utilisée pour la détermination du seuil d'intensification agricole. Elle sera faite en deux étapes : la première étape consistera à faire une classification hiérarchique sur un échantillon raisonnable d'exploitation agricole afin de former deux groupes homogènes d'exploitation dont les parangons seront récupérés. La deuxième étape consistera à faire un partitionnement par les k-means en utilisant comme point de départ les exploitations parangons issu de la première étape. Il sera ainsi possible de distinguer entre les deux groupes issus de ce processus, les exploitations les plus intensifiées des non intensifiées.

Désignons par P, le groupe des exploitations agricoles moins intensifiées et identifié par la classification, et par R, le groupe des exploitations agricoles plus intensifiées. Le seuil d'intensification agricole qui en découle sera donné par la relation ci-après :

$$\text{Seuil} = \max C_i^P m_i^P + \min C_i^R m_i^R$$

Où $\max C_i^P$ est la valeur maximale de l'indicateur composite dans le groupe des exploitations agricoles moins intensifiées et $\min C_i^R m_i^R$ valeur minimale dans le groupe des exploitations agricoles plus intensifiées ; m_i^P et m_i^R représentent respectivement le poids du groupe des exploitations agricoles moins intensifiées et celui du groupe des exploitations agricoles plus

intensifiées. Cette méthode est utilisée entre autres par Ki et al (2005), Bousmah et Ventelou (IRD, 2017), Yessoufou (IRD, 2018).

- Agrégation par groupe de population et comparaison

Une agrégation par groupe a pour but principal de pouvoir faire des comparaisons, notamment entre les différents villages de la Base CERAO. La comparaison faite à ce niveau est basé sur le seuil d'intensification fixé plus haut. Aussi, en s'inspirant des travaux de Foster, Greer et Thorbecke (FGT) sur la famille d'indices, nous pouvons analyser l'incidence, l'intensité et la sévérité de l'intensification agricole grâce à cette famille d'indices. La famille d'indices est donnée par :

$$P_a(X, s) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{(Ind_i \leq s)} \left(\frac{s - Ind_i}{s} \right)^a$$

Où s désigne le seuil d'intensification agricole; I est une variable indicatrice prenant la valeur 1 si l'indicateur composite (Ind_i) est inférieur au seuil et la valeur 0 sinon ; n est la taille du groupe de la population sur lequel la mesure est calculée. Cette famille permet d'avoir différents indices d'intensification agricole selon les valeurs du paramètre a . De ce fait :

- Pour $a=0$, $P_0(X, s)$ est donc l'incidence de sous intensification, proportion de la population en dessous du seuil d'intensification ;
- Pour $a=1$, $P_1(X, s)$ mesure l'intensité de la sous intensification (le gap moyen de l'indicateur composite par rapport au seuil) ;
- Pour $a=2$, $P_2(X, s)$ est la sévérité de la sous intensification (c'est la moyenne des gaps d'intensification, pondérée par les mêmes gaps).

Nous ferons également les tests de dominance afin d'appréhender la robustesse des différentes comparaisons. En effet, les différents indices d'agrégation sont sensibles à la distribution de la population. Avec un seuil donné, et pour une classe de mesure donnée, un groupe E_1 d'exploitation agricole peut être plus intensif qu'une autre exploitation E_2 , alors qu'une petite modification du seuil ou un changement de classe de mesure pourrait permettre au groupe E_2 d'être plus intensif que le groupe E_1 .

- **Modèle économétrique**

L'objectif de cette partie est d'analyser les effets d'autres variables sur l'intensification agricole qui s'inscrit dans le cadre d'un modèle dichotomique. De ce fait, un choix s'impose quant à forme fonctionnelle à postuler (logistique ou normale). Les modèles Logit simple et probit simple sont utilisés pour estimer une variable qualitative binaire. On parle aussi de modèle dichotomique. Il s'agit, en générale, d'expliquer la réalisation ou la non réalisation d'un évènement (Christophe Hurlin, 2003).

En notant cette variable y_i , elle peut s'écrire sous la forme suivante :

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si l'exploitation a une activité agricole intensive} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

Le choix particulier du modèle logit est aussi justifié par la latitude qu'il donne dans l'interprétation des résultats et sa simplicité en comparaison avec le modèle probit.

Soit N la population totale des exploitations agricoles dans laquelle on observe sur chaque exploitation i , l'intensification agricole y_i . L'objectif est d'expliquer la survenance de l'évènement : « être intensif » dans la population en fonction de caractéristiques des exploitations et des ménages propriétaires de ces exploitations. On peut écrire :

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i^* \geq s \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Où y_i^* est une variable latente assimilable à l'indicateur d'intensification agricole.

En écrivant la relation existante entre y_i^* et les variables explicatives comme suit :

$$y_i^* = X_i b + u_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

la probabilité de réalisation de l'évènement s'écrit :

$$p_i = \Lambda(x_i \beta) = 1 / (1 + e^{-x_i \beta}) = e^{x_i \beta} / (1 + e^{x_i \beta}), \quad \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

L'estimation des paramètres se fait par la méthode du maximum de vraisemblance. Les observations étant supposées, indépendantes, la vraisemblance s'écrit comme le produit des probabilités :

$$L(\beta, X) = \prod_{i=1}^n [P(y = 1/X, \beta)]^{y_i} [1 - P(y = 1/X, \beta)]^{1-y_i}$$

$$L(\beta, X) = \prod_{i=1}^n [F(X\beta - c)]^{y_i} [1 - F(X\beta - c)]^{1-y_i}$$

La log vraisemblance s'écrit :

$$L = \log L(\beta, X) = \sum_{i=1}^n y_i \log [F(X\beta - c)] + \sum_{i=1}^n (1 - y_i) \log [1 - F(X\beta - c)]$$

En calculant le gradient de la log vraisemblance, on obtient une forme non linéaire :

$$\sum_{i=1}^n X_{ik} f(X_i\beta - c) [(y_i - F(X\beta - c)) / (F(X\beta - c) (1 - F(X\beta - c)))]$$

On utilise alors un algorithme d'optimisation numérique (par exemple, l'algorithme de Newton-Raphson). La concavité de la fonction log vraisemblance garantit l'unicité de la solution.

$$\beta_{MV} = \text{Argmax}_{\beta} L$$

- **Les aides à l'interprétation du modèle**

Dans les modèles logit et probit, les coefficients ne sont pas directement interprétables, mais plutôt leurs signes et valeurs relatives.

- le signe d'un coefficient : indique si la variable associée influence la probabilité $P(y = 1/X, \beta)$ à la hausse (*signe positif*) ou à la baisse (*signe négatif*)
- l'effet marginal : permet de mesurer la sensibilité de la probabilité de l'évènement $y_i = 1$ $P(y = 1/X, \beta) = F(X\beta - c)$ par rapport à des variations dans les variables explicatives x .
 - ✓ Pour les variables quantitatives, on aura :

$$Em_j = \partial P(y=1/X, \beta) / \partial X_j = \beta_j f(X_i\beta).$$
 - ✓ Pour les variables qualitatives, on prendra la différence des probabilités.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Les coefficients du modèle logit ont une interprétation intéressante qui justifie son utilisation intensive dans plusieurs domaines. On a, en effet :

$$\ln [P (y_i = 1/x_i, \beta) / P (y_i = 0/x_i, \beta)] = \ln (p_i / (1 - p_i)) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki}$$

Les coefficients β_j sont ainsi, les effets marginaux des variables explicatives x_i sur le logarithme du « odds » ou rapport des côtes $ci = p_i / 1-p_i$. On définit le « Odds Ratio » (OR) associé à une variable x_i par :

$$OR_{x_j} = [P (y_i=1/x_{ij}=1) / (1-P (y_i=1/x_{ij}=1))] / [P (y_i=1/x_{ij}=0) / (1-P (y_i=1/x_{ij}=0))]$$

$$OR_{x_j} = (p_1/1 - p_1) / (p_0/1 - p_0)$$

Il est interprété comme étant un rapport de chance ou de risque permettant d'évaluer l'impact direct de la variable dans le modèle.

CHAPITRE IV : INDICATEURS D'INTENSIFICATION AGRICOLE ET PROFILS DES VILLAGES

Ce chapitre introductif présente le contexte général de l'étude. Il s'articule ensuite autour de la problématique de l'étude, des objectifs et hypothèses de recherche ainsi que de l'intérêt de l'étude.

*«L'homme qui pense en scientifique
cherche non seulement à constater
les faits, mais, ..., il tâche d'en
analyser les lois que l'observation
immédiate ne discerne pas et
d'éliminer l'influence de ses propres
penchants sur les résultats de ses
réflexions. ».*

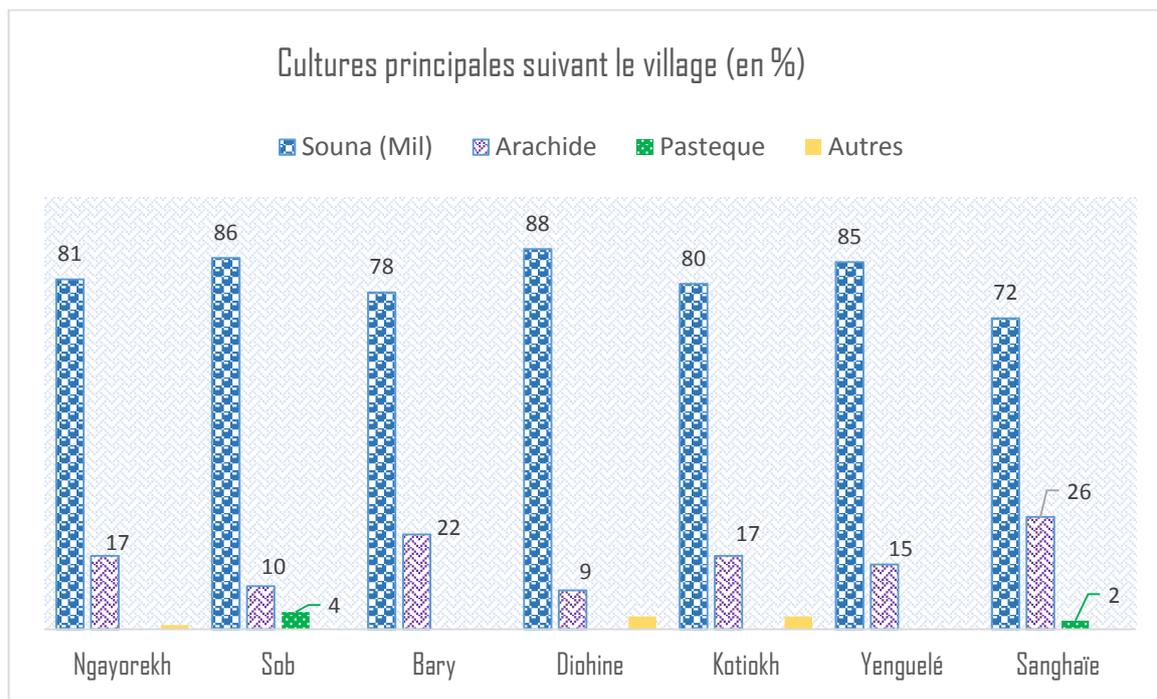
(Alexandre Zinoviev, 1981)

Section 1 : QUELQUES STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Avant d'entamer les analyses économétriques, il est important de faire une analyse descriptive des données afin de mieux comprendre les caractéristiques de notre échantillon

Le graphique ci-dessous présente la répartition des cultures principales suivant le village.

Figure 1: Répartition des cultures principales suivant les villages



Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Il ressort de ce graphique que le mil (la souna) constitue la principale culture (plus de 70%) dans tous les différents villages. Le village de « Diohine », à environ 88% de culture de mil et est ainsi le village qui pratique plus la culture de mil. Il est suivi des villages de « Sob » et de « Yenguelé » respectivement 86% et 85% de culture de mil, comme culture principale.

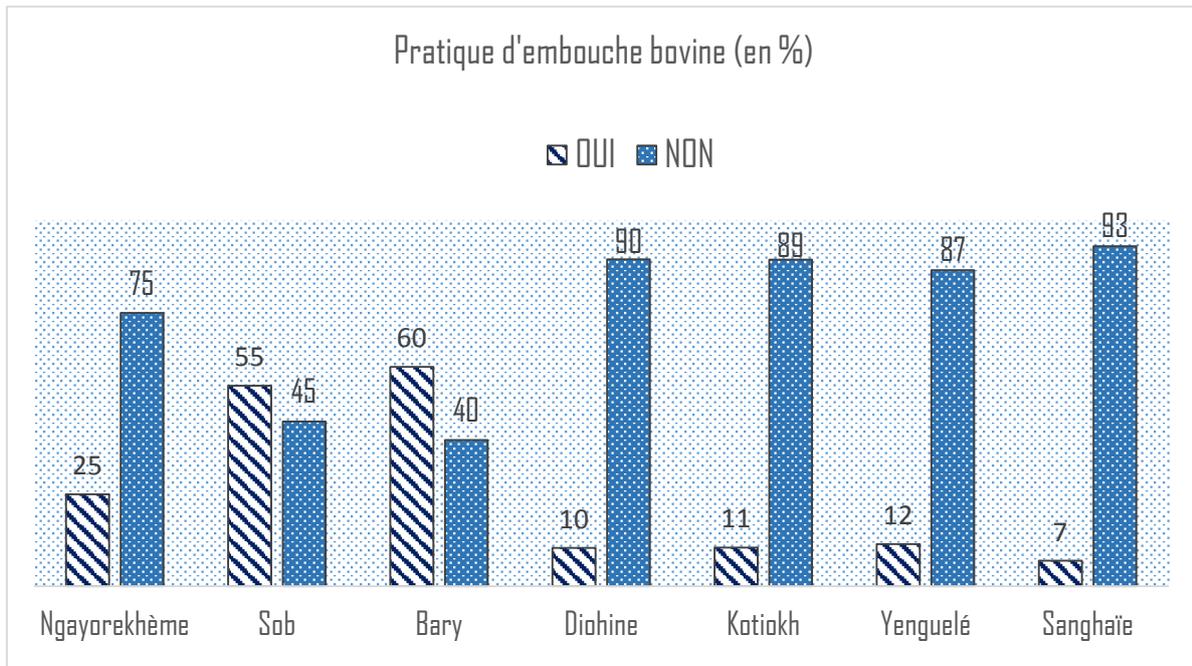
Par opposition, le village de « Sanghaïe », qui pratique le moins la culture de mil pratique plus celle de l'arachide comme seconde pratique culturelle (26%). Aussi remarquons-nous que la culture d'arachide constitue la seconde pratique culturelle dans tous les villages.

Aussi, la culture de la pastèque n'est pas très développée mais est une culture que le village de « Sob » et celui de « Sanghaïe » ont adopté et constitue en occurrence la troisième principale culture dans ces dits villages. On note respectivement 4% et 2% à « Sob » et à « Sanghaïe ».

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Le graphique 3 ci-dessous présente la répartition de la pratique d'embouche bovine suivant le village. L'élevage d'embouche est une technique consistant à nourrir du bétail avec des herbes ou des plantes permettant un engraissement rapide.

Figure 2: Répartition de la pratique d'embouche suivant le village.



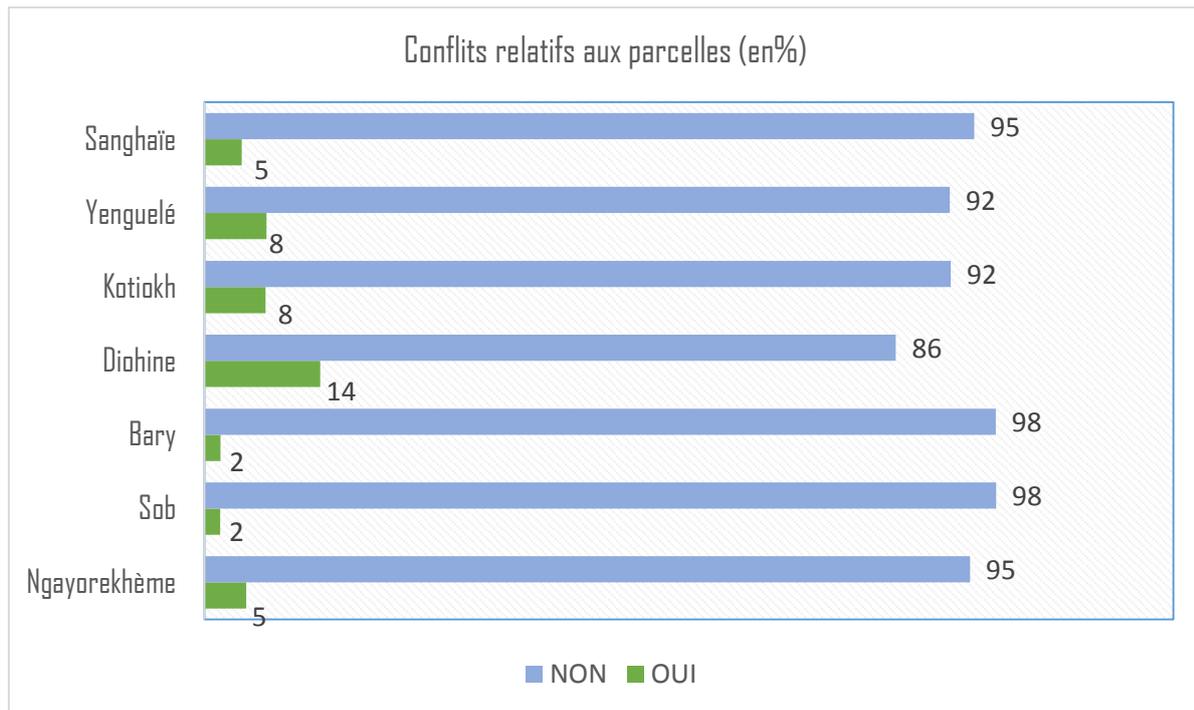
Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Au vu de ce graphique, on remarque que la pratique d'embouche est intense dans les villages de : « Bary » ; « Sob » et « Ngayorekhème » avec respectivement 60%, 55% et 25% de pratique d'embouche. Par contre, dans les quatre autres villages à savoir : « Diöhine » ; « Kotiokh » ; « Yenguelé » et « Sanghaïe », la pratique d'embouche est très faible respectivement 10%, 11%, 12% et 7%.

Le graphique 4, étudie le nombre de ménages qui ont été confronté à des conflits fonciers.

Figure 3: Conflit foncier.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

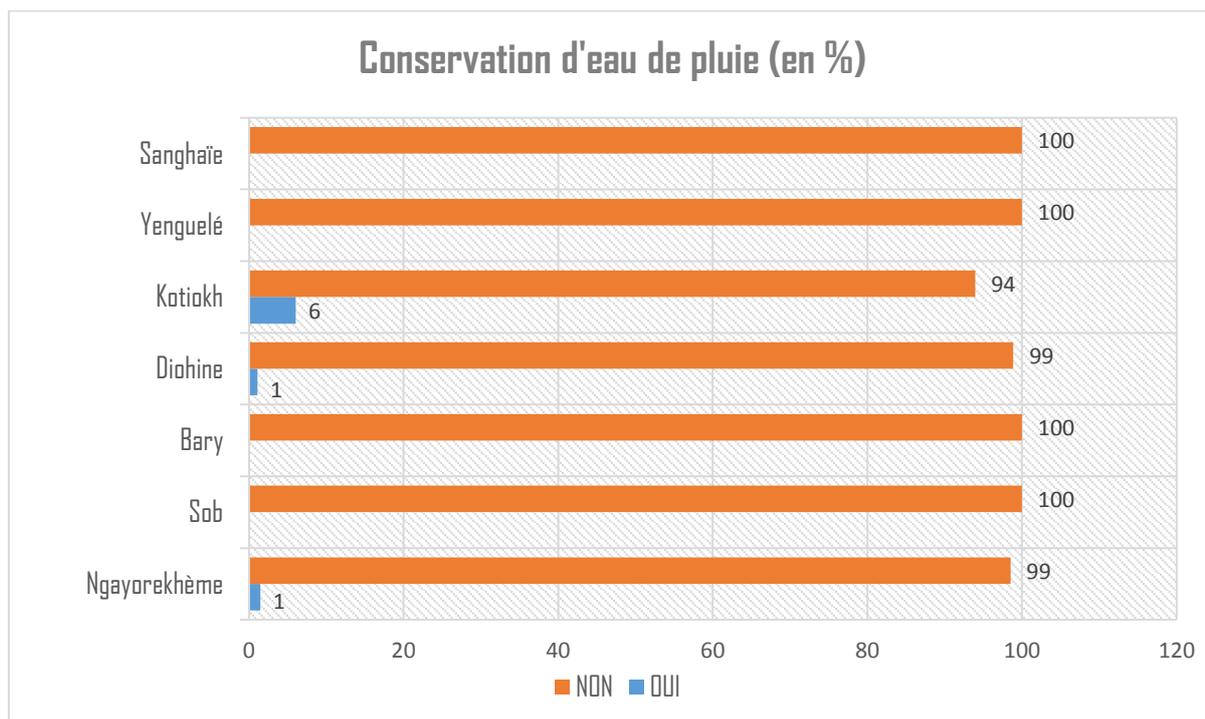


Source : Base CERA0_2015, nos calculs

La proportion de ménages confrontés à des conflits est très faible et relativement stable sur l'ensemble des sept villages à l'exception du village de « Diohine » où 14% des ménages estiment avoir connus un conflit foncier durant les douze (12) dernier mois. D'une manière générale, le faite que la proportion de conflits soit très faible dans la zone de Niakhar fait d'elle, une zone propice à la mise en place de la réforme sur le foncier. La dite réforme prévoir de délivrer des certificats fonciers sur la base de discussion et d'un accord social au sein de la société sur la reconnaissance pour tous des droits de chaque exploitant agricole.

L'eau de pluie est pour la plupart considérée comme une denrée rare mais très précieuse des exploitations agricoles en zone semi-aride. De ce fait sa conservation constitue un atout indispensable dans un contexte de meilleur rendement agricole de ces exploitations. Aussi, les techniques villageoises permettent-elles une conservation de cette eau, le graphique suivant renseigne sur la conservation de l'eau de pluie des différents villages étudiés.

Figure 4: Conservation d'eau de pluie dans le processus de production.



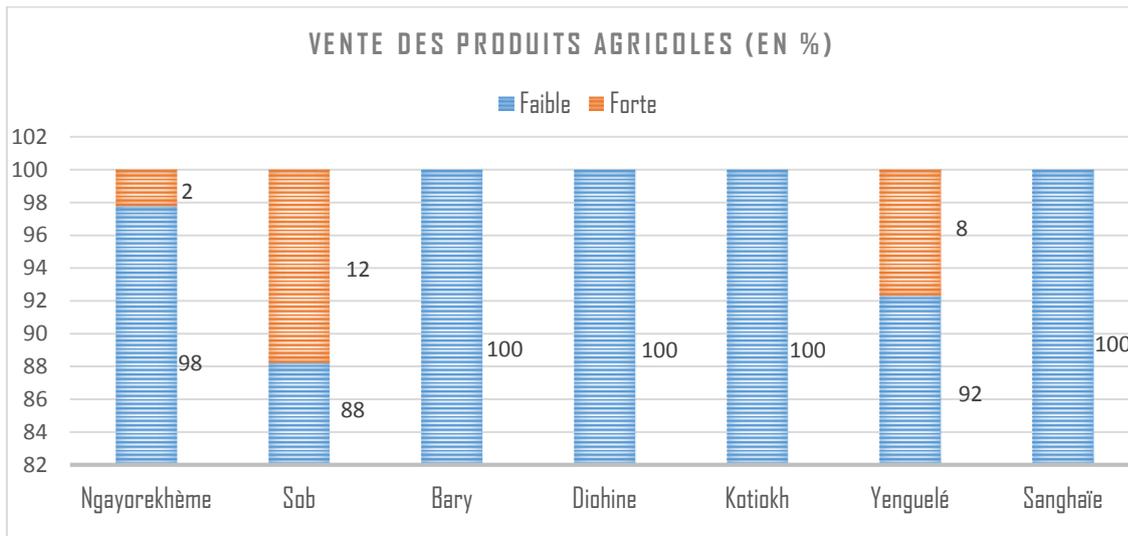
Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Il ressort de ce graphique que seul une fine partie des ménages du village de « Kotiokh », environ 6% et une très faible (négligeable : 1 pour cent) partie des ménages des villages de : « Diohine » et de Ngayorekhème » conservent de l'eau de pluie. Par ailleurs, une absence complète de conservation d'eau de pluie est à noter dans les autres villages.

Le graphique 6 ci-dessous présente les ventes des produits agricoles. Tout montant de vente de produits agricoles mensuel par unité de personnes inférieur au SMIC est considéré comme faible et dans le cas contraire comme fort. De ce graphique il ressort que tous les ménages des villages de : « Bary » ; « Diohine » ; « Kotiokh » et « Sanghaïe » ont un montant de vente de produits agricoles mensuel par unité de personnes faible. Par contre seulement 12 pour cent des ménages de « Sob » ont un montant de vente de produits agricoles mensuel par unité de personnes fort. Dans les villages de « Yenguelé » et de « Ngayorekhème » respectivement, cette proportion est de 8 et 2 %.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

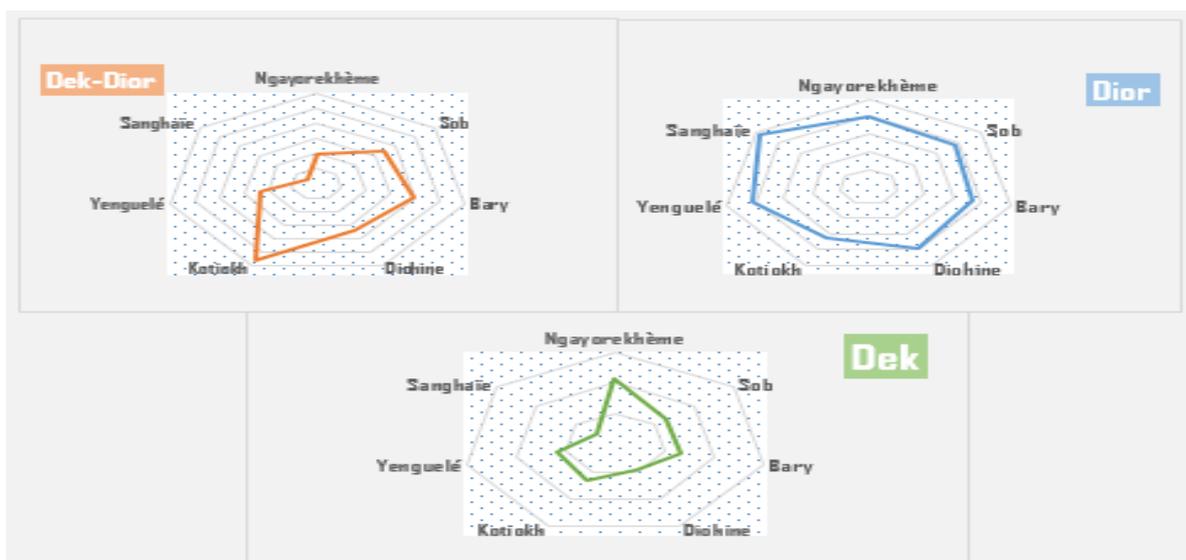
Figure 5: Montant après-vente de produits agricoles.



Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Le graphique ci-dessous présente l'infertilité des différents types de sols par villages. Le graphique montre que le sol « Dior » est quasi infertile dans l'ensemble des villages mais plus sévèrement dans le village de « Sanghaïe ». Par contre, le sol « Dek » est moins infertile dans le village de « Sanghaïe » mais plus infertile dans le village de « Ngayorekhème ». La combinaison de ces deux différents types de sol à savoir le sol « Dek-dior » très infertile dans les villages de « Katiokh » et de « Bary » et beaucoup moins infertile dans les villages de « Sanghaïe » et de « Ngayorekhème ».

Figure 6: Types de sols et infertilité des terres.



Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Section 2 : CONSTRUCTION DE L'INDICATEUR D'INTENSIFICATION DES MENAGES ET PROFIL DES VILLAGES

L'exploitation de la base de données du CERAO-1 nous a permis d'identifier trente-six (35) variables regroupées en cinq dimensions d'intensification agricole. Une analyse des correspondances multiples a été effectuée sur l'ensemble des 35 variables pour appréhender l'intensification dans son analyse multidimensionnelle. Plusieurs des variables sélectionnées (14), sont de nature dichotomique prenant ainsi les valeurs 0 ou 1. De façon générale, la valeur minimale indique l'absence d'un avantage dans l'intensification agricole et cette modalité contribuera de façon négative à l'intensification agricole. Par contre, la contribution sera positive si la valeur dichotomique est de 1, ce qui indique ainsi la présence d'un avantage à l'intensification agricole.

Les 21 autres variables sélectionnées sont toutes de nature ordinale, mais comportent un nombre de modalités qui varie. Les modalités sont pour la plupart comprises entre 1 et 4. Toutes les modalités par variables sont classées dans un ordre qui, selon la littérature, permettra d'augmenter la contribution à l'intensification agricole. De ce fait, par exemple, les modalités 2 contribueront plus à l'intensification que les modalités 1.

➤ Construction de l'indicateur d'intensification des ménages

La construction de l'indicateur d'intensification agricole se fera en deux étapes. Dans un premier temps, nous effectuerons une ACM exploratoire qui nous permettra, le cas échéant, de retirer les variables trop liées entre elles, mais aussi de regrouper les modalités rares qui sont susceptibles de se présenter. Aussi sera-t-il question d'après l'analyse de la COPA, d'identifier les variables qui ne respecteront pas le sens ascendant donné aux modalités des variables quant à la positivité des contributions. Une fois cette étape terminée, une deuxième ACM sera réalisée (ACM confirmatoire) à partir de laquelle nous pourrons construire notre indicateur d'intensification agricole pour chaque individu sélectionné dans la banque de données.

- Critère de sélection des variables

Les résultats de l'ACM exploratoire sont présentés dans le tableau 3 ci-dessous. Ce dernier, présente le pourcentage et le pourcentage cumulé de l'inertie principale (non ajustée et ajustée) en fonction des axes. Ces valeurs mesurent le pourcentage de la variance expliquée par le modèle. Plus le pourcentage d'inertie est élevé, plus l'axe explique une grande part de la

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

variance totale. Pour cette ACM, l'inertie totale est égale à 1,4280. Le tableau de Burt contenant beaucoup d'informations redondantes, les pourcentages relatifs à cette information issus de l'ACM et présentés dans le tableau 4 sont largement sous-estimés. Ainsi, les quatre premiers axes de cette ACM, par exemple, ne représentent pas 22,54 % de la dispersion totale, mais beaucoup plus. L'inertie totale est surestimée et donc les proportions des premières valeurs propres sont réduites. Pour obtenir les pourcentages réels, nous utilisons la correction de Benzécri (1979) qui conseille de considérer les axes principaux dont les valeurs propres sont supérieures à l'inverse du nombre de variables actives dans le modèle (1/35, dans notre cas). Ainsi, avec la correction de Benzécri (1979), voir tableau 3, les quatre premiers axes représentent environ 88,12 % de la dispersion totale.

Tableau 2 : Résultats de l'Analyse des correspondances multiples (exploratoire)

Axe	Résultats non ajustés			Résultats ajustés par la formule de Benzécri		
	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	0,1286	9,00	9,00	0,0106	63,15	63,15
2	0,0712	4,99	13,99	0,0019	11,49	74,63
3	0,0646	4,52	18,51	0,0014	8,18	82,81
4	0,0576	4,03	22,54	0,0009	5,31	88,12
5	0,0545	3,81	26,36	0,0007	4,23	92,35
6	0,0466	3,26	29,62	0,0003	2,05	94,40
7	0,0447	3,13	32,74	0,0003	1,63	96,04
8	0,0411	2,87	35,62	0,0002	0,98	97,02
9	0,0398	2,78	38,40	0,0001	0,79	97,81
10	0,0381	2,67	41,07	0,0001	0,57	98,38
11	0,0372	2,61	43,67	0,0001	0,47	98,85
12	0,0361	2,53	46,20	0,0001	0,36	99,21
13	0,0354	2,48	48,68	0,0000	0,30	99,51
14	0,0350	2,45	51,13	0,0000	0,26	99,77
15	0,0328	2,30	53,43	0,0000	0,11	99,88
16	0,0316	2,21	55,64	0,0000	0,06	99,94
17	0,0309	2,16	57,80	0,0000	0,03	99,97
18	0,0303	2,12	59,92	0,0000	0,02	99,99
19	0,0296	2,07	61,99	0,0000	0,01	100
20	0,0293	2,05	64,04	0	0	100
...			
Total	1,4280	100	100	0,0168	100,	...

Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Le tableau 4, ci-dessous présente les résultats de l'analyse de la propriété de consistance du premier axe factoriel (propriété COPA). D'après cette propriété, l'intensification agricole s'accroît tout au long du premier axe factoriel. A la lumière de ces résultats, seules les variables en couleur (verte) seront considérées dans la suite de l'analyse.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Tableau 3: Résultats du test de la propriété COPA.

Variables	Catégories	Axe 1	Variables	Catégories	Axe 1
q527_a	Non	0,0089	q149	Faible	1,2648
	Oui	0,0505		Moyen	2,0153
q528_a	Non	0,0098	q164	Fort	3,1283
	Oui	0,1102		Faible	0,1031
q529_a	Non	0,0744	q184	Moyen	1,3348
	Oui	1,5004		Fort	0,5258
q530_a	Non	0,0008	q185	Faible	0,1646
	Oui	0,0080		Moyen	0,1345
q531_a	Non	0,2111	q185	Fort	1,0233
	Oui	0,2681		Faible	1,5022
q535_a	Non	0,2868	q1108	Moyen	1,7381
	Oui	2,1639		Fort	3,6759
q191	Non	0,0281	q504	Faible	0,0002
	Oui	0,0435		Fort	0,0085
q335	Non	2,0166	m17	Faible	0,0251
	Oui	7,6773		Fort	0,0830
q301	Non	3,4449	protec	Elevé	1,7220
	Oui	6,2137		Peu	1,0503
q500	Non	0,1161	protec	Assez	1,7262
	Oui	0,1567		Elevé	0,1254
q901	Non	0,0321	produc_mil	Peu	0,6569
	Oui	0,3576		Assez	1,3093
q907	Non	0,2578	produc_mil	Faible	0,5728
	Oui	0,4459		Moyen	0,1983
q1304	Non	0,2271	produc_arachide	Fort	1,2367
	Oui	0,2594		Faible	1,3087
q134	Non	0,0930	Habit	Moyen	2,1386
	Oui	0,0197		Fort	3,8761
q132	Non	0,0432	q332	Amélioré	0,0941
	Oui	0,0028		Non amélioré	0,0033
q136	Non	0,0024	q322	Faible	1,4855
	Oui	0,0139		Moyen	1,0792
q322	Autre marché	6,2377	q325	Fort	6,2055
	Marché local	1,4646		Aucun	0,6656
	Pas de Vente	1,4034		Faible	5,2016
q554_a	Activité agricoles	1,4251	nb_ani_trait	Faible	0,0123
	Activités pastorales	2,9126		Moyen	0,1512
	Dépenses alimentaire	0,8602	nb_charr	Faible	0,2945
Pas embouche	1,9561	Moyen		3,7123	
q145	Santé, scolarité	2,9650	revenu	Faible	0,4681
	Elevé	0,4107		Moyen	1,2152
	Peu	0,1438		Fort	0,6524
	Assez	0,1864			

Source : Base CERAO_2015, nos calculs

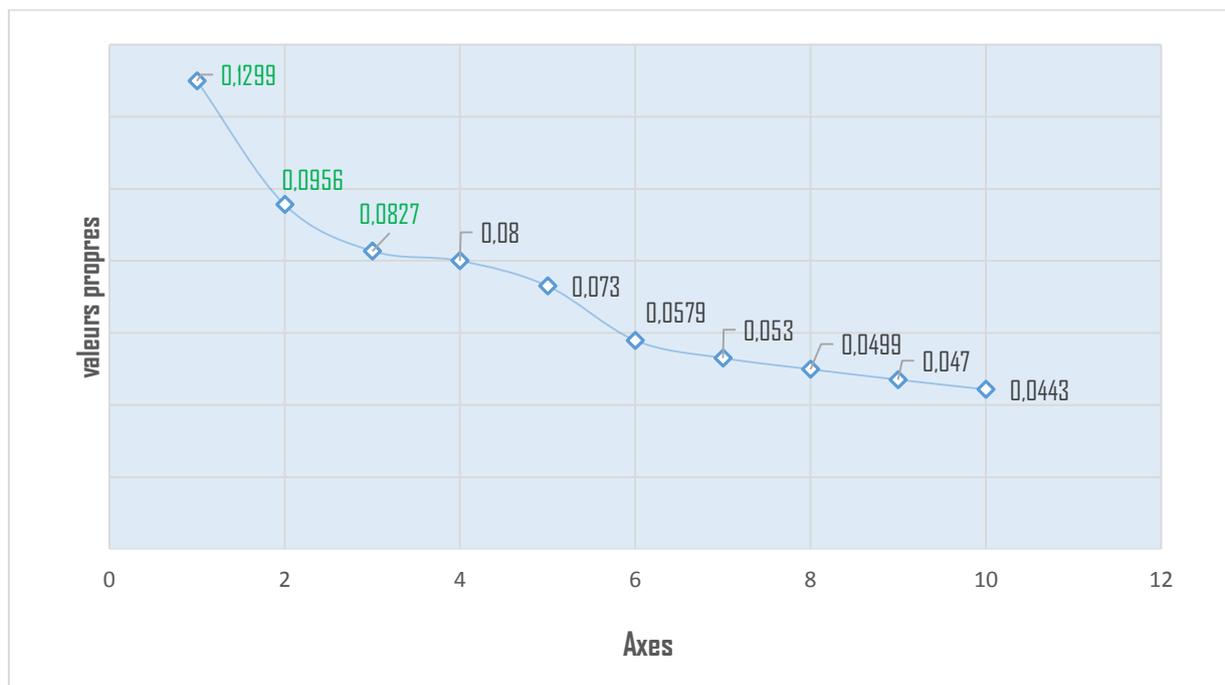
Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

À partir de cette sélection finale de variables et de modalités, une seconde ACM dite confirmatoire a été réalisée. Ainsi, cette ACM repose sur 24 variables. Dans la section qui va suivre, nous présentons les résultats utiles à l'obtention de l'indicateur composite. Nous présentons d'abord la sélection des axes, et ensuite les résultats proprement dits de l'ACM confirmatoire.

- Résultats de l'ACM confirmatoire.
 - Sélection des axes

Plusieurs critères permettent de retenir le nombre d'axes significatif dans la construction de notre indicateur composite, il s'agit entre autre du « scree » test de Cattell(1966) ; l'alpha de Cronbach ; ect... Dans le cadre de ce travail, nous optons pour la règle de Cattell. Cette règle, recommande de ne retenir que les axes qui, à vu d'œil, sont situés avant le changement de pente de la représentation graphique relative au pourcentage d'inertie expliqué par chaque axe.

Figure 7: Scree test de Cattell



Source : Base CERA0_2015, nos calculs

La figure ci-dessus présentant le scree test, nous suggère de considérer seulement les trois premiers axes. Ces trois premiers axes représentent respectivement 52,25% ; 19,04% et 10,79% de l'inertie totale selon la correction de Benzécri (confer tableau 5). Ils représentent donc 82,07% de la variance totale.

Tableau 4: Valeurs propres de l'ACM confirmatoire.

Axe	Résultats non ajustés			Résultats ajustés par la formule de Benzécri		
	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	0,1299	11,06	11,06	0,0082	52,25	52,25
2	0,0956	8,15	19,21	0,0030	19,04	71,28
3	0,0827	7,05	26,26	0,0017	10,79	82,07
4	0,0800	6,82	33,08	0,0015	9,35	91,42
5	0,0730	6,22	39,30	0,0010	6,10	97,53
6	0,0579	4,93	44,23	0,0002	1,46	98,99
7	0,0530	4,51	48,74	0,0001	0,63	99,62
8	0,0499	4,25	52,99	0,0000	0,29	99,91
9	0,0470	4,01	57,00	0,0000	0,09	99,99
10	0,0443	3,78	60,78	0,0000	0,01	100,00
...			
Total	1,1739	100	100	0,0156	100	...

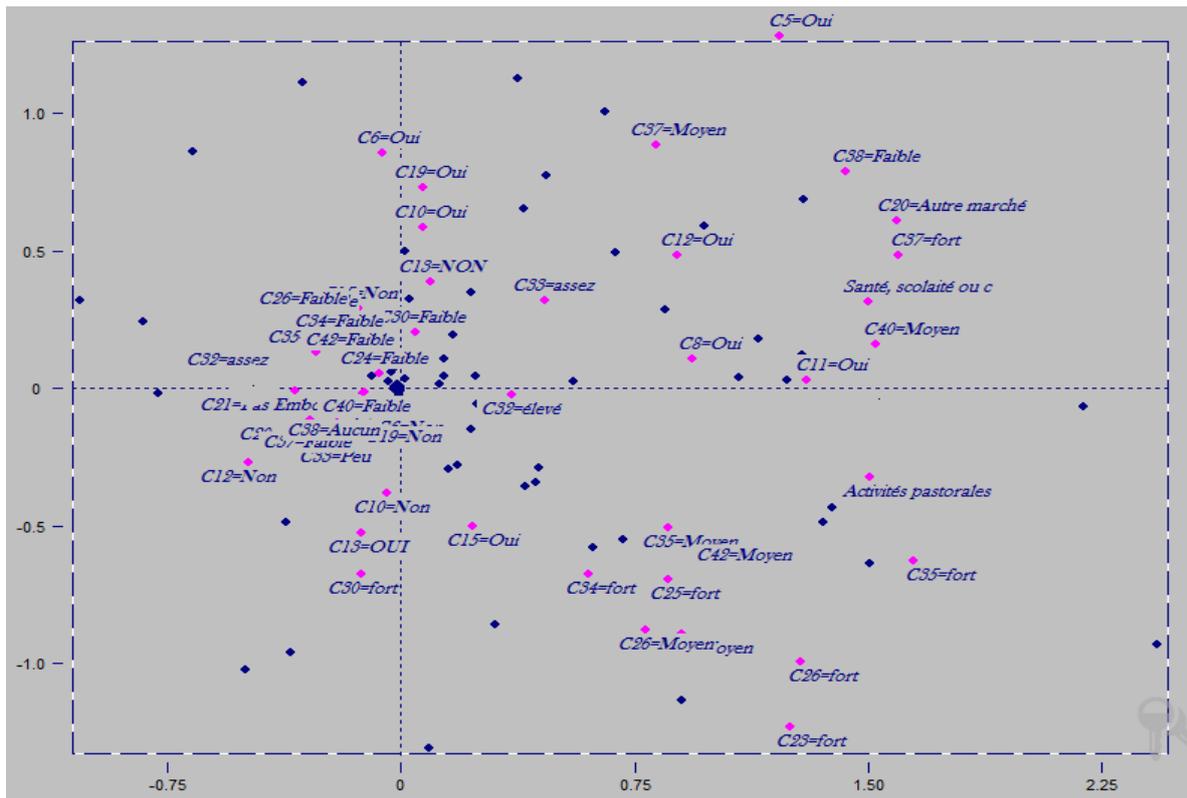
Source : Base CERA0_2015, nos calculs

○ Présentation du plan factoriel

La figure 2 qui suit donne la représentation graphique du plan factoriel de l'ACM confirmatoire. Ce graphique permet de distinguer deux groupes d'exploitations notamment celles qui sont plus intensifiées de celles qui sont moins intensifiées. L'intensification agricole s'améliore à mesure que l'on se déplace vers la droite (sur le premier axe) et vers le haut (sur le second axe).

Le pourcentage d'information capté par l'axe 1 est de 52,25 %, alors que le pourcentage est de 19,04 % pour l'axe 2, pour une inertie totale de 71,29 % (tableau 5). Ces résultats montrent que le premier axe influence davantage l'indicateur synthétique que le second.

Figure 8 : Plan factoriel des exploitations après l'ACM confirmatoire



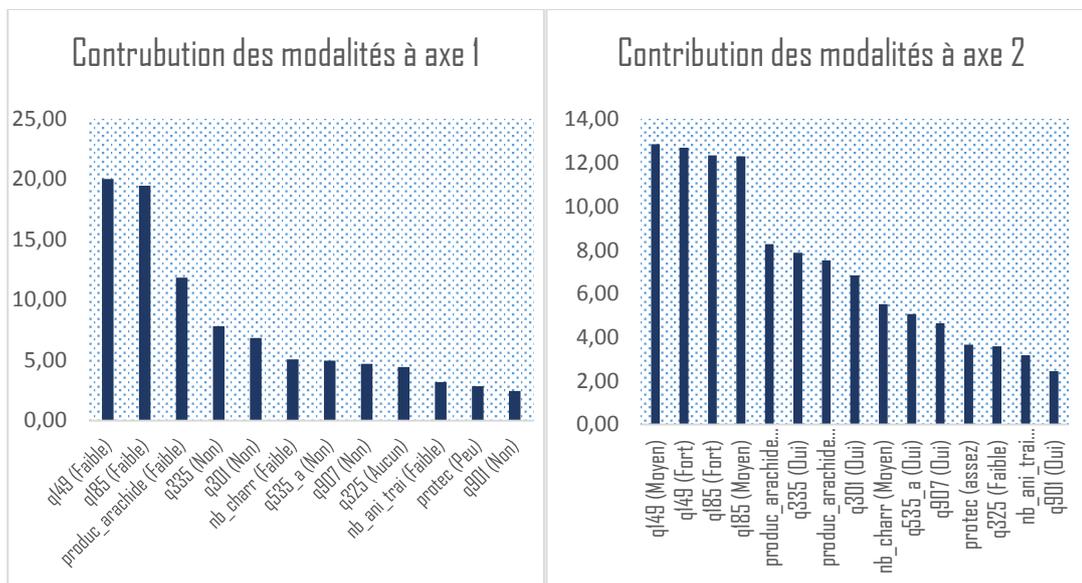
Source : Base CERAO_2015, nos calculs

o Contribution des modalités aux axes

La figure 3, montre que environ 40 % de la contribution de l'axe 1 s'explique par des modalités de variables liées à la dimension économique de notre indicateur en occurrence : les dépenses en engrais chimique (q149_Faible) et les dépenses en engrais chimique en hivernage (q185_Faible). Aussi les variables de la dimension de la productivité et résilience fournissent respectivement environ 24 % et 22% de la contribution à l'axe 1. Cet axe, comme on peut le constater est caractérisé par les faibles modalités des variables qui contribuent le mieux à sa formation.

L'axe 2 qui compte pour 19,04% de l'inertie totale, deux dimensions s'accaparent plus de 65 pour cent de la variance expliquée par l'axe. Il s'agit de la dimension économique (plus de 50%) et de la dimension de la productivité (environ 16 %). Cet axe, comme on peut le constater est caractérisé par les fortes modalités des variables qui contribuent le mieux à sa formation.

Figure 9: Contribution des modalités des axes 1 et 2



Source : Base CERA0_2015, nos calculs

- Indicateur d'intensification Agricole.

L'indicateur d'intensification agricole est construit en considérant les trois premiers axes issus de l'ACM confirmatoire. Les résultats par village sont consignés dans le tableau suivant. Au vu, du tableau nous constatons que le village de « Sob » est le plus intensif en termes de production agricole (Indicateur : 0,34) suivi du village de « Yenguelé » (Indicateur de 0,33). Aussi remarquons-nous que les villages de « Sanghaïe » et de « Dihine » sont les villages moins intensifs toujours en termes d'intensification agricole.

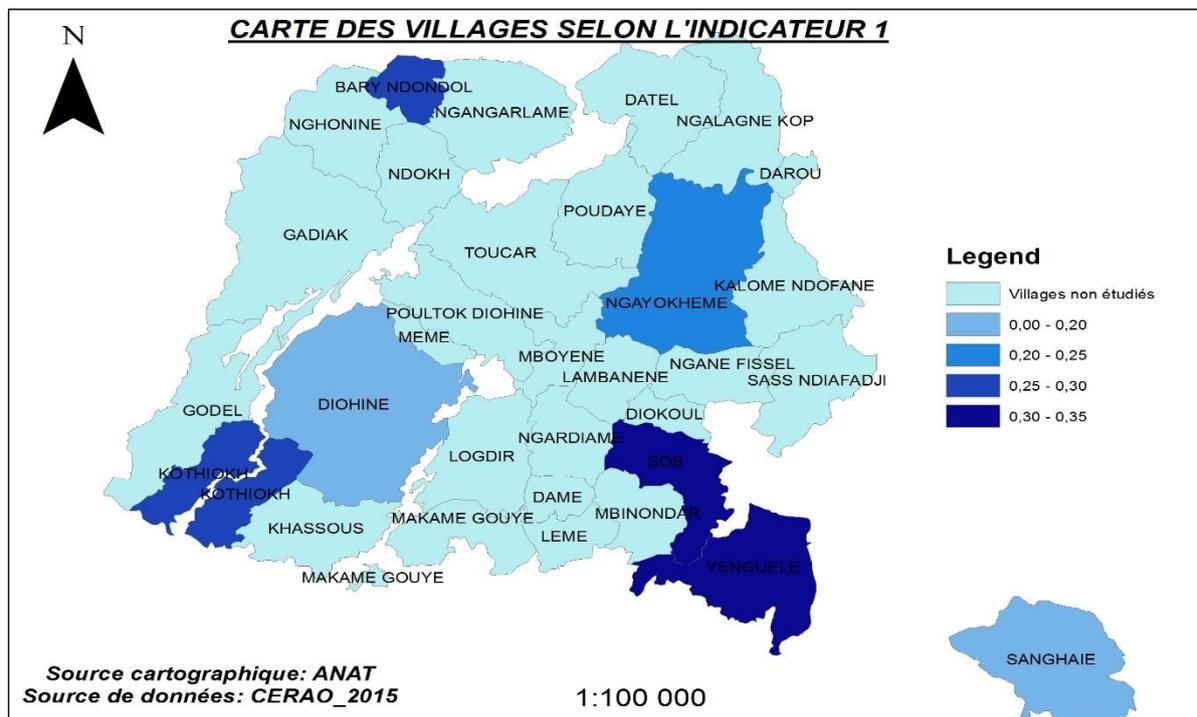
Tableau 5: Indicateur par Village

	Indicateur	Ecart type	Effectif
Ngayorekhème	0,21	0,18	135
Barry	0,26	0,21	50
Dihine	0,18	0,18	181
Kotiokh	0,26	0,17	66
Sanghaïe	0,15	0,12	43
Sob	0,34	0,28	51
Yenguelé	0,33	0,24	52

Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Carte 2: Indicateur suivant le village



Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Le tableau suivant, présente les 10 exploitations ayant un faible indicateur d'intensification et celles de fort indicateur.

Tableau 6 : Indicateur des 10 exploitations ayant de fort indicateurs et des 10 ayant de faible indicateur

Numéro	Village	Indicateur	Numéro	Village	Indicateur
5080	Sanghaïe	0	2047	Diohine	0,80
2133	Diohine	0,0004	2063	Diohine	0,81
314	Ngayorekhème	0,004	642	Sob	0,81
2075	Diohine	0,01	4134	Diohine	0,82
1987	Diohine	0,02	3697	Sob	0,82
2071	Diohine	0,02	682	Sob	0,87
3603	Ngayorekhème	0,02	6054	Yenguelé	0,88
2791	Kotiokh	0,02	6099	Yenguelé	0,89
3410	Diohine	0,02	6060	Yenguelé	0,98
334	Ngayorekhème	0,03	1999	Diohine	1

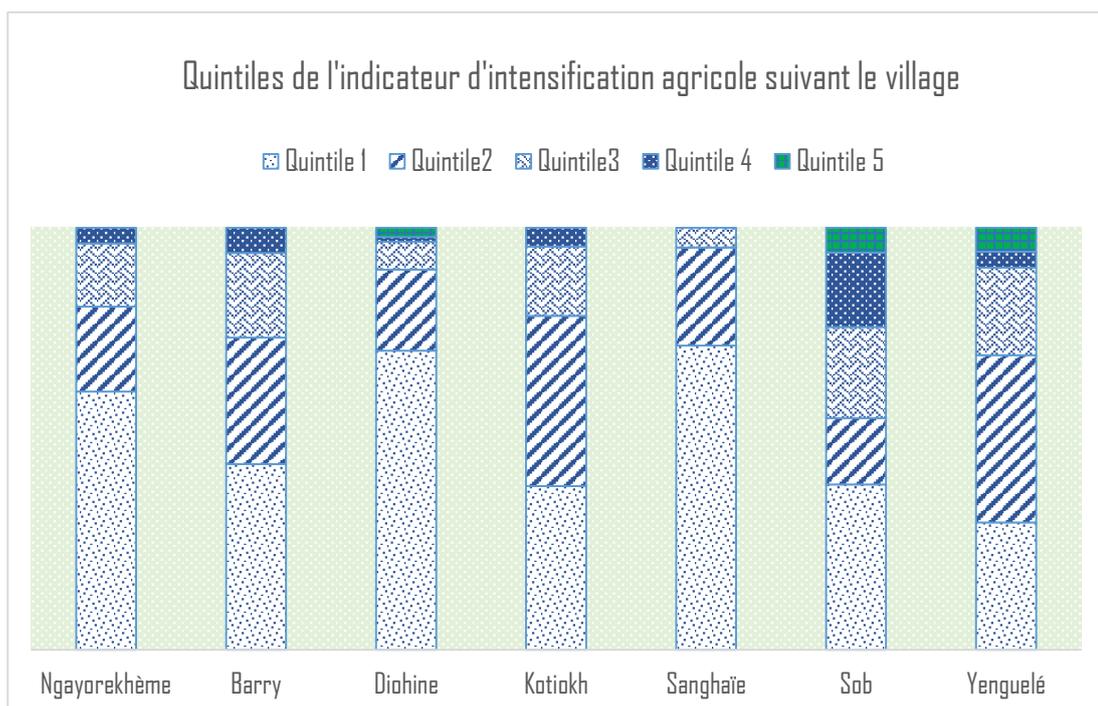
Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

A la lecture du tableau 7, parmi les dix meilleures exploitations agricoles, les villages de « Yenguelé » et de « Sob » sont bien représentés. Par contre pour les exploitations les moins intensifiées les villages de « Diohine » et « Ngayorekhème » dominent cette catégorie. Aussi remarquons-nous que l'exploitation ayant le plus grand indicateur (1 en occurrence) se trouve dans le village de « Diohine » et celle ayant le plus faible indicateur (0 en occurrence) est dans le village de « Sanghaïe ».

Selon la répartition des quintiles de l'indicateur composite, « Diohine » ; « Sanghaïe » et « Ngayorekhème » sont les régions ayant la majorité de leur exploitations dans le premier quintile. Elles constituent les exploitations à faible intensification agricole. « Sob » se distingue clairement avec la plus part de ses exploitations aux deux derniers quintiles d'intensification. Il est suivi par « Yenguelé ».

Figure 10 : Quintiles de l'indicateur d'intensification agricole suivant le village



Source : Base CERA0_2015, nos calculs

○ Seuil d'intensification agricole et indices d'intensification agricole

Afin de mener à bien notre étude de comparaison, la détermination du seuil de sous intensification est d'une importance capitale. Ce seuil permet de reconnaître, au vu de la valeur de l'indicateur et des indices d'intensification agricole, toute exploitation agricole ayant une activité agricole intensive ou celle agricole ayant une activité agricole non intensive.

Tableau 7: Seuil d'intensification agricole

	Min	Max	Seuil
Classe 1	-	0,61	0,245
Classe 2	0,1	-	

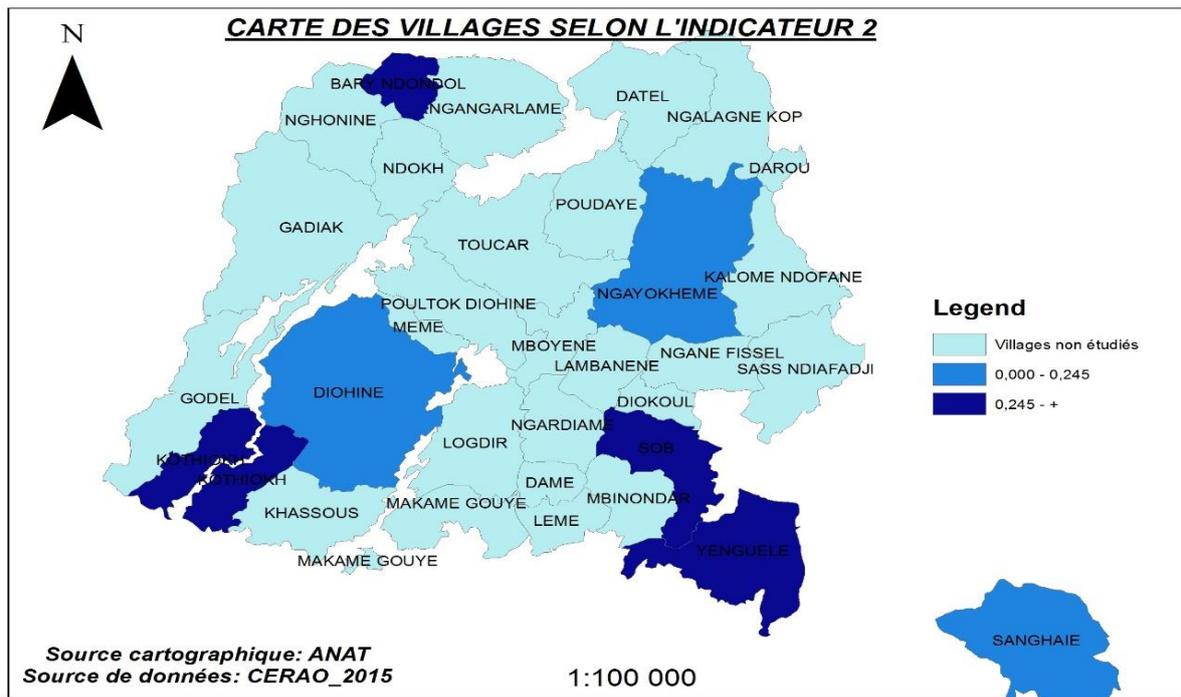
Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Le seuil d'intensification agricole est de : $S=0,245$. En dessous de ce seuil, l'exploitation agricole a une activité agricole non intensive. Par contre, pour tout indicateur excédant ce seuil, l'exploitation agricole connaît donc une activité agricole intensive.

Cette nouvelle considération nous permet de classer les exploitations agricoles ou toute considération géographique sur laquelle un indicateur d'intensification peut-être mesurer. De ce fait, les villages d'études peuvent-être classés. Ce classement, nous permet de dire que les villages de « Sob » ; « Yenguelé » ; « Barry » et « Kotiokh » ont une activité agricole intensive tandis que les villages de « Sanghaïe » ; « Dihine » et « Ngayorekhème » ont une activité agricole non intensive.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Carte 3 : Classement des villages suivant le seuil d'intensification.



Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Une fois l'indicateur construit, le seuil de sous intensification déterminé et les classes étant définies, nous allons évaluer la capacité de l'indicateur d'intensification agricole à différencier les différentes classes constituées (deux en occurrence). Pour ce faire, nous avons procédé à une analyse de la variance ; procédé qui permet d'expliquer une variable quantitative (indicateur d'intensification agricole) par une ou des variables qualitative(s), dans notre cas la classe d'appartenance des différents pays. Les résultats montrent que la classe d'appartenance d'un pays explique bien (environ 70%) les variations de l'indicateur élaboré suite à l'ACM confirmatoire. L'indicateur permet donc de différencier de façon satisfaisante les groupes d'exploitations agricoles établis précédemment (la statistique de Fisher étant significative).

Tableau 8: Analyse de la variance

Analyse de la variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Entre les groupes	14,4	1	14,4	1266,36	0,0000
Dans les groupes	6,55	576	0,01		
Total	20,95	577	0,04		
Equal variances: chi2(1) = 233.8222 Prob>chi2 = 0.000					

Source : Base CERA0_2015, nos calculs

A partir du seuil d'intensification défini ci-haut, il devient possible de calculer les indices de la classe FGT à savoir l'incidence, l'intensité et la sévérité de la sous intensification. Les indices d'intensification sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Les indices d'intensification

	Incidence	Intensité	Sévérité
Ngayorekhème	69 %	84 %	73 %
Barry	89 %	64 %	44 %
Diohine	71 %	73 %	54 %
Kotiokh	66 %	60 %	39 %
Sanghaïe	69 %	71 %	53 %
Sob	44 %	72 %	54 %
Yenguelé	44 %	62 %	40 %
Total	66 %	74 %	58 %

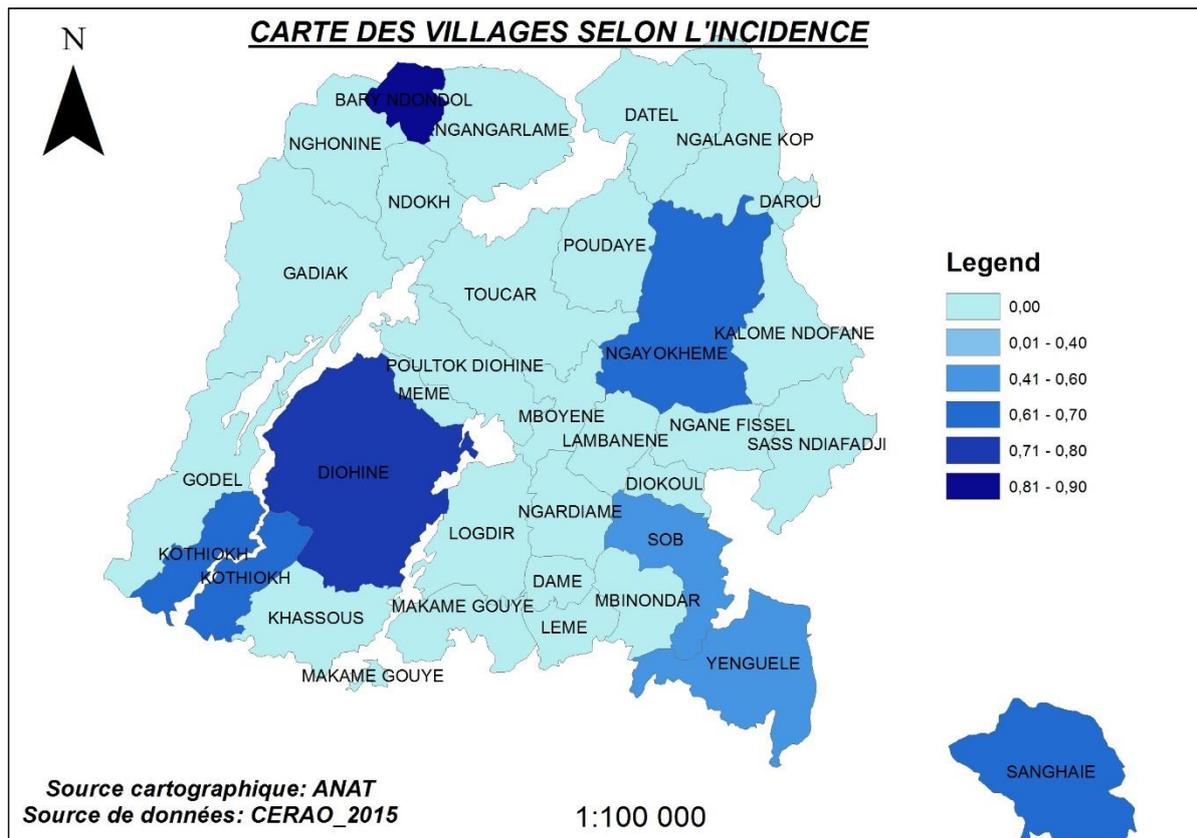
Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Analyse de l'incidence montre que, sur l'ensemble des exploitations agricoles enquêtées, 66% d'entre elles ont des activités agricoles en dessous du seuil d'intensification.

Aussi, remarque-t-on que la quasi-totalité (89%) des exploitations agricoles de « Barry » a une activité agricole en dessous du seuil d'intensification. Ensuite, viennent les villages de « Diohine » ; « Ngayorekhème » ; « Sanghaïe » et « Kotiokh » dont respectivement 71%, 69%, 69% et 66% des exploitations agricoles ont une activité agricole en dessous du seuil d'intensification.

Par contre, les villages « Sob » et « Yenguelé » ont une incidence de sous intensification inférieur à la moyenne (66%) ; 44% des exploitations agricoles ont une activité agricole en dessous du seuil d'intensification.

Carte 4 : Incidence de sous intensification



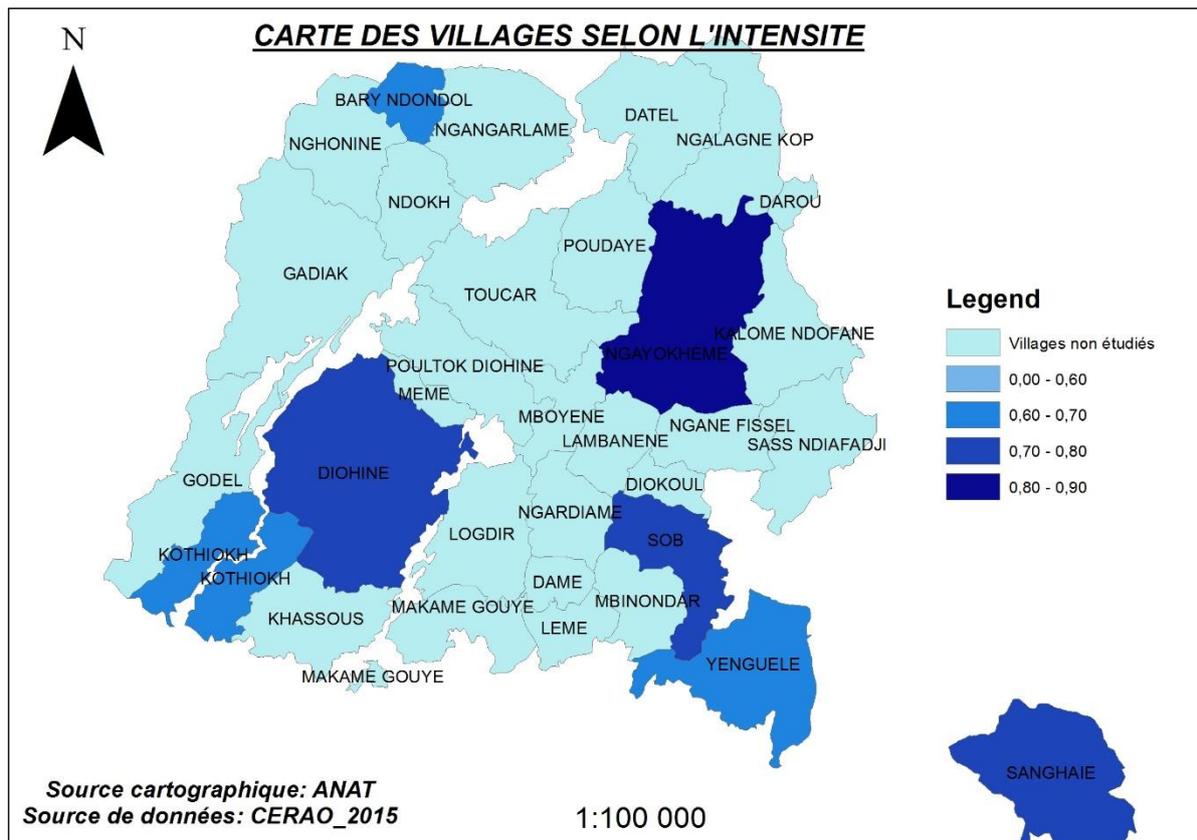
Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Analyse de l'intensité montre que, sur l'ensemble des exploitations agricoles enquêtées, le gap d'intensification vaut 74% du seuil de sous-intensification.

Aussi, remarque-t-on que le gap d'intensification est élevé pour le village de « Ngayorekhème » 84% de gap du seuil de sous-intensification. Il est suivi des villages de « Diohine » ; « Sanghaïe » et « Sob » dont les gaps d'intensification valent respectivement 73%, 71%, et 71% du seuil de sous-intensification.

Par contre, les villages de « Yenguelé » ; « Barry » et « Kotiokh » ont des gaps d'intensification valant respectivement 62% ; 64% et 60% du seuil de sous-intensification et qui sont par ailleurs tous inférieurs au gap sur l'ensemble des exploitations agricoles enquêtés.

Carte 5: Intensité de la sous intensification



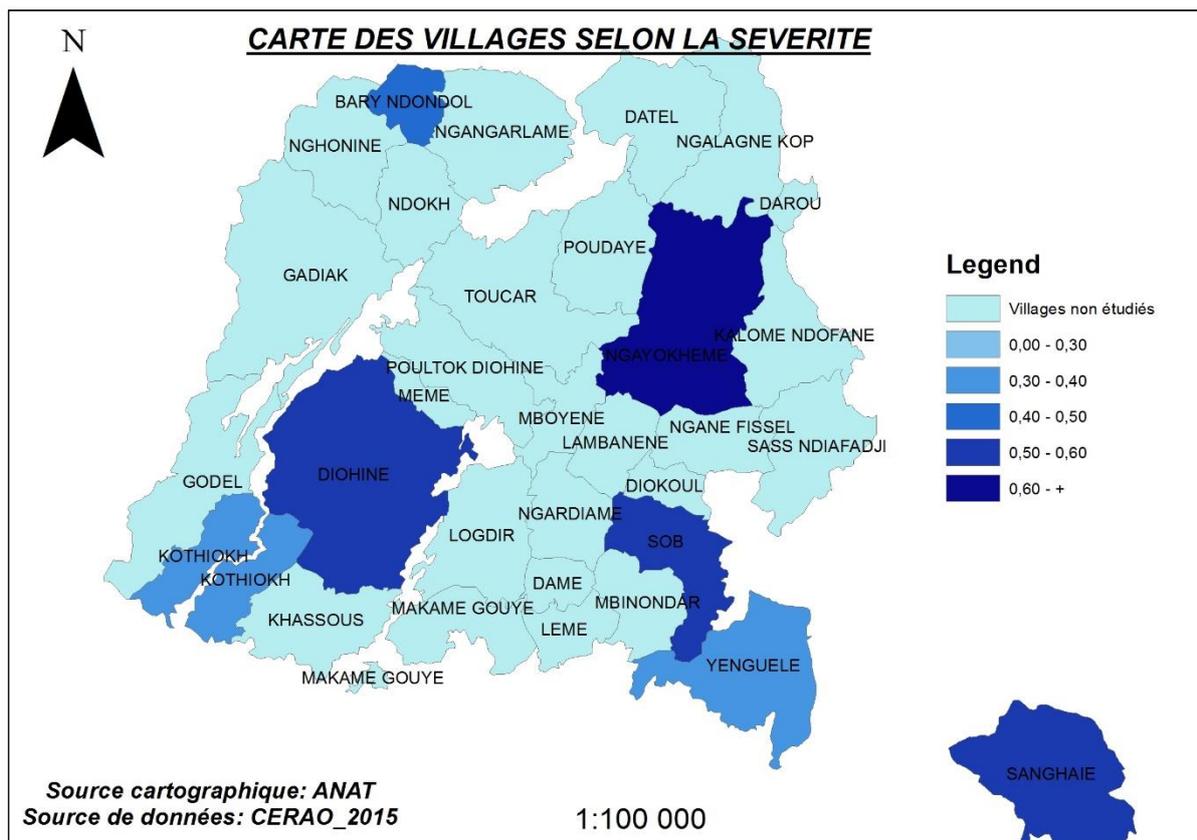
Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Analyse de l'intensité montre que, sur l'ensemble des exploitations agricoles enquêtées, la sous-intensification sévit jusqu'à un taux de 58% de sévérité.

On remarque également que le village de « Ngayorekhème » est celui où la sous-intensification sévit le plus parmi les exploitations agricoles ayant une activité agricole non intensive, avec une sévérité de 73%. Cette sévérité n'est pas moins importante dans le village de « Sob » où la sous-intensification sévit jusqu'au taux de 59%.

Par contre, les villages de « Yenguelé » ; « Barry » ; « Kotiokh » ; « Sanghaïe » et « Diohine » ont des indices de sévérité sont inférieurs à celui de l'ensemble des exploitations, avec une sévérité respective de 40% ; 44% ; 39% ; 53% et 54%.

Carte 6: Sévérité de la sous intensification



Source : Base CERA0_2015, nos calculs

CHAPITRE V : DETERMINANTS DE L'INTENSIFICATION AGRICOLE

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats de la modélisation de l'intensification agricole des exploitations agricoles par d'autres variables susceptibles d'expliquer l'intensification agricole.

*«L'homme qui pense en scientifique
cherche non seulement à constater
les faits, mais, ..., il tâche d'en
analyser les lois que l'observation
immédiate ne discerne pas et
d'éliminer l'influence de ses propres
penchants sur les résultats de ses
réflexions. ».*

(Alexandre Zinoviev, 1981)

Section 1 : CHOIX DES VARIABLES

La variable dépendante est dichotomique prenant la valeur 1 pour l'exploitation agricole ayant une activité agricole intensive et 0 pour l'exploitation agricole n'ayant pas une activité agricole intensive. Les variables explicatives au nombre de 05 sont les suivantes :

Tableau 10: Liste des variables explicatives.

Variables	Libellés	Modalités	Signe attendu
Nombre d'adulte du ménage vivant à l'étranger	Adul_étr	0 - Moins de 2 1 - Entre 2 et 5 2 - Plus de 5	+
Montant de vente des produits agricoles	vente_a	0 - Faible 1 - Fort	+
Type de sol	Type_s	0 - Dek 1 - Dior 2 - Dek-Dior	-
Revenu du ménage hors activité agricole	revenu	0 - Faible 1 - Moyen 2 - Fort	+
Protection des terres	q145	0 - Peu 1 - Moyen 2 - Elevé	+

Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Le modèle logit dichotomique modélisant la probabilité P_i que l'exploitation agricole i soit intensive s'explique de ce fait de la manière suivante :

$$P_i = F \left[\alpha_0 + \alpha_1 * (Adul_étr_i) + \alpha_2 * vente_a + \alpha_3 * (Type_s_i) + \alpha_4 * (revenu_i) + \alpha_5 * (q145_i) \right]$$

Avec F la fonction de répartition de la loi logistique donnée dans la méthodologie.

Le modèle logit dichotomique peut être également analysé en termes de rapport de côtes. De ce fait, l'expression peut être également écrite comme suit :

$$\frac{P_i}{1-P_i} = \left[\alpha_0 + \alpha_1 * (Adul_étr_i) + \alpha_2 * vente_a + \alpha_3 * (Type_s_i) + \alpha_4 * (revenu_i) + \alpha_5 * (q145_i) \right]$$

Section 2 : ESTIMATION DU MODELE ET INTERPRETATIONS

Nous avons modélisé notre indicateur d'intensification agricole regroupé en deux classes (les exploitations agricoles ayant une activité agricole intensive de celle ayant une activité agricole non intensive) par les variables listées plus haut.

Avant de présenter les résultats de l'estimation économétrique, le modèle sera évalué grâce à certains indicateurs.

- **Evaluation du modèle**

Pour évaluer la qualité du modèle, nous disposons des statistiques comme le test du rapport de vraisemblance (LR-test), le pseudo-R², la courbe de ROC, le taux de bon classement, la sensibilité et la spécificité. Le test du rapport de vraisemblance (LR-test) permet de tester la significativité globale du modèle, l'influence de l'ensemble des variables indépendantes sur l'intensification des exploitations agricoles.

Le tableau qui suit est celui de la prévision après l'estimation du modèle logit. De ce tableau, nous pouvons bien estimer l'erreur de prévision du modèle logit qui est déterminée comme suit : $(33+133/578)= 28,72\%$.

Tableau 11: Prévision du modèle après estimation.

Classified	Intensive (D)	Non Intensive (~D)	Total
Bonne (+)	63	33	96
Mauvaise (-)	133	349	482
Total	196	382	578

Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Le tableau suivant, déduit de la matrice de confusion (tableau 11) renseigne sur le pouvoir prédictif des modèles. Le modèle, donne le meilleur pouvoir prédictif avec un taux de bon classement de 71.28%. Rappelons que la sensibilité est la probabilité de vrai positif (exploitation agricole déclarée intensif à juste titre) et la spécificité est la probabilité de vrai négatif (exploitation agricole déclarée non intensif à juste titre). On souhaite donc avoir un modèle ayant ces deux valeurs aussi proches de 1 que possible. Ce qui implique d'avoir une aire aussi importante que possible en dessous de la courbe de ROC. Dans notre cas, la sensibilité est faible (32,14%) mais on remarque une spécificité très forte (91,36%).

Tableau 12: Pouvoir explicatif du modèle.

Sensitivity	$Pr(+D)$	32.14%
Specificity	$Pr(\sim D)$	91.36%
Positive predictive value	$Pr(D+)$	65.63%
Negative predictive value	$Pr(\sim D-)$	72.41%
False + rate for true $\sim D$	$Pr(+\sim D)$	8.64%
False - rate for true D	$Pr(-D)$	67.86%
False + rate for classified +	$Pr(\sim D+)$	34.38%
False - rate for classified -	$Pr(D-)$	27.59%

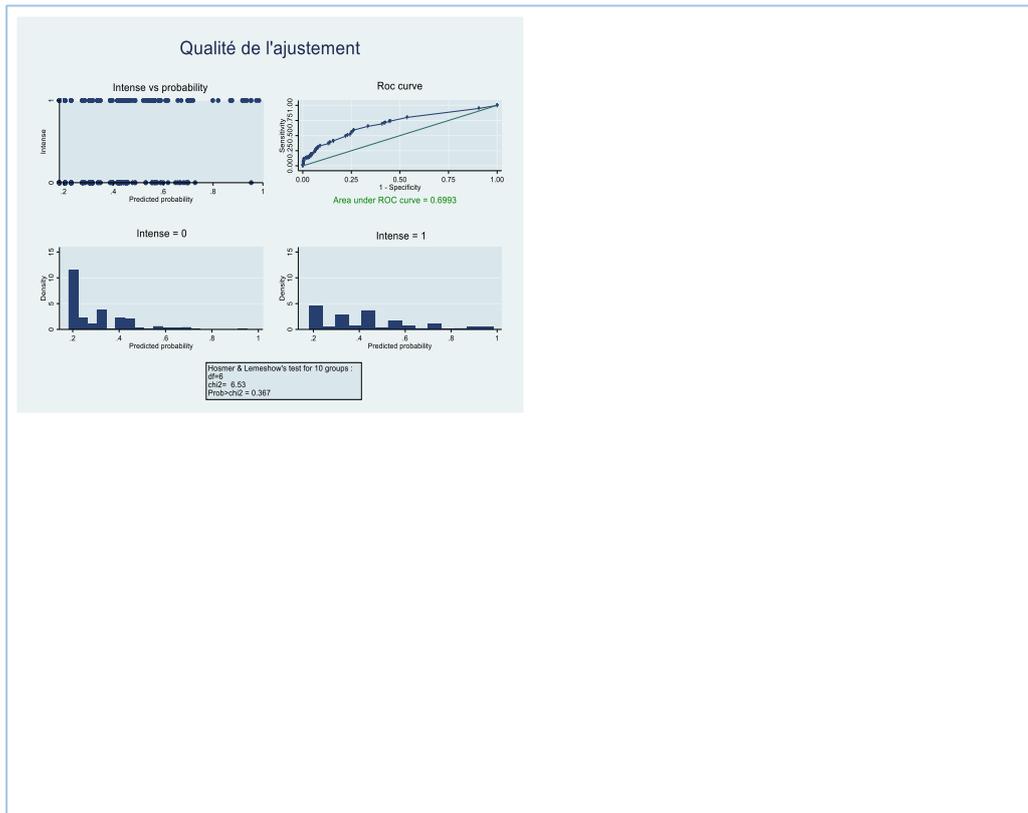
Source : Base CERA0_2015, nos calculs

La courbe de ROC est une représentation graphique de la qualité de la discrimination du test à différents seuils. Plus la courbe s'écarte de la première bissectrice, plus elle traduit une meilleure discrimination et donc notre modèle est meilleur. Elle présente un double avantage dans le cadre des données non représentatives :

- Elle repose uniquement sur l'ordonnement des individus selon le score. Il n'est donc pas nécessaire de corriger le modèle avant de la construire. En eet, corriger la constante, c.-à-d. retrancher ou rajouter la même valeur pour tous les logit, ne modifiera en rien les positions relatives des individus.
- Elle est construite à partir de la confrontation du taux de faux positifs (1-Spécificité) et du taux de vrais positifs (Sensitivité), deux profils lignes des matrices de confusions successives (pour chaque seuil d'affectation) utilisées pour produire les points qui la constituent.

De fait, nous obtiendrons la même courbe ROC, qu'elle soit élaborée à partir d'un échantillon représentatif ou non. A aucun moment, nous n'avons besoin de la "vraie" prévalence p pour introduire une quelconque correction. Ces deux propriétés font de la courbe ROC un outil extrêmement précieux (et populaire) dans les études réelles. Souvent, nous ne savons pas vraiment si le chier manipulé est représentatif ou non. Obtenir des informations sur la vraie prévalence est parfois très difficile, voire impossible. La courbe ROC nous affranchit de ces contraintes. Dans notre cas, la courbe de ROC révèle une bonne discrimination (Area under ROC curve = 0.6993).

Figure 11: Qualité de l'ajustement du modèle



Source : Base CERAO_2015, nos calculs

Le test de Hosmer et Lemeshow (2000) est un test statistique de la qualité de l'ajustement pour les modèles de régression logistique. Il cherche à établir l'adéquation du modèle avec les données et se substitue au test basé sur le résidu déviance lorsque nous sommes dans une situation de données individuelles.

Nous obtenons le tableau des fréquences observées et théoriques. La statistique du test est égale à $\text{CHI-2} = 6.53$ avec une $p\text{-value} = 0.367$. Notre modèle est validé puisque la $p\text{-value}$ est supérieure au risque de 5%.

- **Interprétation des résultats**

Les résultats des estimations sont consignés dans le tableau 13 ci-dessous. Ledit tableau présente les coefficients d'estimations, les Odds ratios ainsi que les résultats de significativité de chaque modalité-variables.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Tableau 13: Estimations des coefficients et des Odds ratios

Nombre of observation	578		
LR chi2(9)	85,1		
Prob > chi2	0.0000		
Pseudo R2	0,1149		
Intense	Coefficient.	Odds Ratio	Significativité
Adul_étr			
1	0.5851515	1.795263	0.028 *
2	1.127452	3.08778	0.000 **
l. vente_a			
	2.382194	10.82863	0.027 *
Type_s			
1	-0.6645462	.514507	0.011 *
2	-0.3698312	.6908509	0.247
revenu			
1	1.549826	4.710648	0.001 **
2	0.962988	2.619512	0.000 **
q145			
1	0.6105692	1.841479	0.014 *
2	0.9920778	2.696832	0.010 *
*significativité au seuil de 5%			
**significativité au seuil de 1%			

Source : Base CERA0_2015, nos calculs

Dans la partie supérieure du tableau est présentée la valeur de la statistique de test de significativité globale. Le modèle spécifié est globalement significatif, avec une p-value inférieur à 10^{-5} . L'algorithme de Newton-Raphson est convergent au bout de dix itérations et le pseudo R-carré plus ou moins satisfaisant⁴.

Aussi, remarquons-nous que toutes les variables sont significatives au seuil de 5% à l'exception de la modalité-variable : « 2- Dek-dior ».

De l'analyse du signe des coefficients, le signe des coefficients sont positifs pour toutes les variables à l'exception de la variable type de sol « Type_s ». Le signe positif d'un coefficient

⁴ La valeur du R-carré de McFadden est généralement faible et l'on considère en pratique qu'entre une valeur de 0.2 et 0.4, on a un modèle d'une excellente qualité.

s'interprète ici comme un impact positif à l'intensification agricole dès que l'on passe d'une modalité à code inférieur à une modalité à code supérieur. Dans le cas contraire, le signe négatif d'un coefficient s'interprète ici comme un impact négatif à l'intensification agricole dès que l'on passe d'une modalité à « code » inférieur à une modalité à « code » supérieur. Toutes fois, il faut noter que la valeur d'un coefficient n'a pas de sens statistique dans l'analyse de l'intensification agricole. De ce fait, la probabilité pour une exploitation de s'intensifier augmente lorsque le nombre d'adulte issu du ménage et vivant à l'étranger augmente. Le fait de mettre en terre des plants de protections augmente les chances d'une exploitation de s'intensifier. L'augmentation de la vente de produits agricoles et le revenu du ménage exploitant hors production agricole favorisent l'intensification agricole. Quant au type de sol, il a un effet négatif sur la probabilité pour une exploitation de s'intensifier.

En termes de chance relative (les Odds ratios), on remarque que les ménages exploitant ayant entre 2 et 5 membres du ménage à l'étranger ont 1.80 fois plus de chance d'intensifier leur exploitation agricole que les ménages qui ont moins de 2 membres du ménage à l'étranger. De même, les ménages exploitant ayant plus de 5 membres du ménage à l'étranger ont 3.09 fois plus de chance d'intensifier leur exploitation agricole que les ménages qui ont moins de 2 membres du ménage à l'étranger. Les ménages exploitants qui ont un revenu hors activité agricole moyen ont 4,71 fois plus de chance de s'intensifier que celles qui ont un revenu hors activité agricole faible tandis que celles qui ont un revenu hors activité agricole élevé «fort » ont 2.62 fois plus de chance de s'intensifier. Aussi, en parlant de protection des exploitations par la mise en terre de plants protecteurs, les exploitations ayant un nombre élevé et moyen de plants de protection ont respectivement 2.69 et 1.84 fois plus de chance de s'intensifier que celles qui en ont moins (faible). Par ailleurs, les exploitations pour lesquelles la vente des produits agricoles est supérieure au SMIG ont 10.82 fois plus de chance que celle dont la vente des produits agricoles est inférieure au SMIG de s'intensifier. Les exploitations agricoles de sol de type « Dior » ont 1.94 fois moins de chance de s'intensifier que celles qui sont de types « Dek ».

LIMITES DE L'ETUDE

Une des principales limites de notre étude est la nature de nos données. En effet, la problématique soulevée dans cette étude pourrait faire ressortir un cadre dynamique. Ainsi, avoir des données de panel pourrait être l'idéal pour répondre à cette problématique. La relation entre l'intensification et l'introduction de nouvelles cultures peut servir d'illustration. L'introduction de nouvelles cultures peut avoir un effet non négligeable, en fonction des pratiques. Ainsi, dans le court terme, l'adaptation aux conditions peut contribuer à l'appauvrissement de l'exploitant et par conséquent à rendre l'activité agricole des exploitations non intensive. Une autre limite de l'étude est le nombre assez faible de différentes pratiques relatives à l'intensification agricole qui ont été prises en compte dans le calcul de l'indicateur. Ainsi, la comparaison du niveau d'intensification des exploitations de la zone de Niakhar, à partir de notre indicateur, avec celui des exploitations d'une autre zone pourrait conduire à des résultats biaisés. L'indicateur a été construit sur la base des données disponibles mais également sur la base des principes qui régissent l'ACM (notamment la suppression des variables avec des modalités à faible effectif). C'est ce qui est à l'origine du nombre assez faible de variables utilisées dans l'ACM confirmatoire.

Malgré ces différentes limites, les résultats obtenus ont permis de répondre aux objectifs de l'étude et fournir un des premiers résultats sur l'analyse de l'intensification agricole. Toutefois, l'IRD pourrait, dans une perspective d'amélioration des résultats, essayer de mettre en place un suivi longitudinal sur les questions d'identification des déterminants écologiques et sociales des futures pratiques d'intensification écologique de la production de céréales dans les régions semi-arides sub-sahariennes. Une autre piste d'amélioration de l'étude est d'étendre le calcul de l'indicateur à d'autre région présentant les mêmes caractéristiques que celle de Niakhar pour comparaison en région.

CONCLUSION

Une agriculture de l'abondance, saine et durable, vecteur de développement économique est possible. Beaucoup de pays développés ont utilisé, avec succès, l'agriculture comme un levier de développement. Dans un contexte, comme celui de Niakhar, marqué par des insuffisances du système de subsistance agricole, une agriculture intensive est une mesure plus qu'envisageable. Au terme de cette étude, l'exploitation des données du CERAO-2014 a permis de construire l'indicateur d'intensification agricole des exploitations agricoles. Ce dernier a permis de constater une différence entre villages et entre exploitations agricoles. Au totale, cinq dimensions composent notre indicateurs. Il s'agit des dimensions : Productivité, Ecologie, Sociale, Résilience et Economique.

L'incidence de la sous intensification est assez importante, 74 pour cent sur l'ensemble des villages. Aussi, les villages de « Sob » et de « Yenguelé » sont les plus intensifs aussi bien en termes d'incidence, d'intensité qu'en termes de sévérité de la sous intensification. Aussi, les villages de « Diohine », « Sanghaïe » et de « Ngayorekhème » sont les plus sous intensif avec au moins 65 pour cent des exploitations agricoles en dessous du seuil de sous intensification.

En ce qui concerne la contribution, ce sont les dimensions : productivité, économique et résilience qui sont les plus contributives à la pratique de l'agriculture intensive.

L'étude des déterminants de l'intensification agricole des exploitations agricoles de Niakhar permet de conclure à un impact statistiquement significatif de toutes les variables explicatives sur la probabilité d'être intensif. On retient, de façon générale, que la vente de produit agricole ainsi le revenu hors activité agricole impactent positivement l'intensification agricole des exploitations agricoles. De même, la protection des exploitations par les plants protecteurs augmente les chances des exploitations de s'intensifier. Aussi, remarque-t-on que la migration des membres adultes du ménage a un impact positif sur l'intensification agricole des exploitations qu'ont ces dits ménages en charges.

Les résultats révèlent que : les exploitations, dont les ménages ont un nombre élevé d'adultes migrants ; dont le revenu hors activité agricole des ménages est moyen ; dont la vente des produits agricoles rentabilisent au-dessus du SMIG ; dont la mise en terre de plants protecteurs est élevé et dont les sols sont de types « Dior » ont le profil type des exploitations ayant plus de chance d'être intensives en activités agricoles.

Etude sur la Mesure et l'Analyse de l'Intensification Agricole à Niakhar.

Les différents résultats suscitent en nous, la formulation de recommandations à l'endroit des autorités. Dans un premier temps, la migration en masse des personnes adultes, certes contribue à une bonne intensification, peut conduire à un exode rural. Aussi, savions nous que le capital humain de qualité est nécessaire dans le processus d'intensification agricole. De ce fait, un accompagnement financier, s'avère important afin de permettre aux migrants de constituer une plus-value en termes de capital humaine. De même, les activités secondaires, lorsqu'elle rapporte un revenu consistant aux ménages, peuvent-être adoptées (en activité principale) au profit de l'agriculture. Ce qui ne concoure plus à l'objectif d'intensifier le secteur agricole. Des politiques d'appuis techniques et d'aides aux ménages agricoles sont à mener afin d'éviter l'abandon de la pratique de l'agriculture.

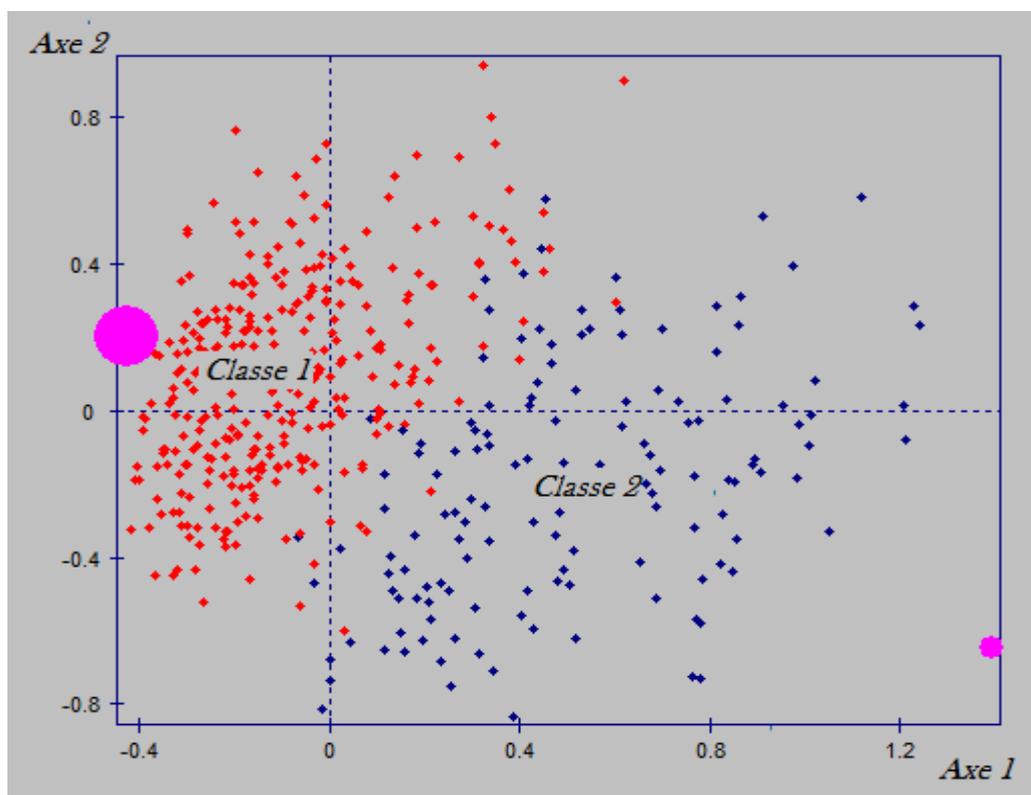
BIBLIOGRAPHIE

- [1] Benzécri J.P., 1973, «L'Analyse des Données, Tome II : L'Analyse des Correspondances, Bordas, Paris (1re édition 1973, 2e édition 1976, 3e édition 1980, 4e édition 1982)
- [2] Cherchye et al (2008), “Creating composite indicators with DEA and robustness analysis: the case of the Technology Achievement Index”, Journal of the Operational Research Society 59, 239-251.
- [3] Cervantes-Godoy, D. et J. Dewbre (2010) « Importance économique de l'agriculture dans la lutte contre la pauvreté. »
- [4] Damien Hauswirth (2014). « Évaluation agro-économique ex-ante de systèmes de culture en agriculture familiale : le cas de l'agriculture de conservation en zone tropicale humide de montagne (Nord Vietnam) »
- [5] I Dialga et Thi-Hang-Giang Le. (2014). « Développement d'indices composites et politiques publiques : interactions, portée et limites méthodologiques. »
- [6] Etienne Landais (1997) « agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ? »
- [7] FAO (2004) « Ethique et intensification agricole durable »
- [8] François Bonnieux. « Approche économique de l'intensification ». In: Économie rurale. N°171, 1986. L'intensification en question. Nouveaux termes pour un vieux débat. 1re Partie. pp. 9-15
- [9] Jacques J. (2011), « Pratique de l'analyse de sensibilité : comment évaluer l'impact des entrées aléatoires sur la sortie d'un modèle mathématique »,
- [10] Marie Bar (2011). « Indicateurs de vulnérabilité, résilience durabilité et viabilité des systèmes d'activité au Lac Alaotra, Madagascar »
- [11] Mark Musumba et al. (2017), « Guide for the Sustainable Intensification Assessment Framework ».
- [12] Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation, « Indicators for sustainable agriculture », Londres 1999.
- [13] OECD-EU-JRC (2008), Handbook on Constructing Composite Indicators methodology and user guide, OECD
- [14] Ouédraogo, (2005). « Intensification de l'agriculture dans le Plateau Central du Burkina Faso: Une analyse des possibilités à partir des nouvelles technologies » s.n.

- [15] Pearce, D., Blueprint 3, Measuring sustainable development, Londres 1993
- [16] Rechatin, C., Theys, J., Lavoux, T., Piveteau, V., Indicateurs de développement durable, bilan des travaux étrangers et éléments de réflexion, Institut français de l'environnement, 1997
- [17] Réseau Agriculture Durable (2010), « DIAGNOSTIC DE DURABILITE »
- [18] Risoud, B. « Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles », in: Économie rurale 252/juillet-août 1999, p. 16-27, Paris 1999
- [19] Thirtle, C. Lin, L. et Piesse, J. (2003), « The Impact of Research-Led Agricultural Productivity Growth on Poverty Reduction in Africa, Asia and Latin America », World Development, Vol. 31, No. 12, pages 1 959-1 975.
- [20] Timmer, P. (1988), « The Agriculture Transformation », Handbook of Development Economics, Vol. 1, Elsevier Science Publishers B.V.
- [21] Vilain, L. « La méthode IDEA, Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles Guide d'utilisation », Dijon 2000

ANNEXES

Annexe1 : Les individus sur le premier plan factoriel



Annexe 2 : Les indices de sous intensification suivant

	Incidence	Intensité	Sévérité
Ngayorekhème	0,69	0,84	0,73
Barry	0,89	0,64	0,44
Diohine	0,71	0,73	0,54
Kotiokh	0,66	0,6	0,39
Sanghaïe	0,69	0,71	0,53
Sob	0,44	0,72	0,54
Yenguelé	0,44	0,62	0,4
Total	0,66	0,74	0,58

Annexe 3 : Régression avec Odds ratio

Ordered logistic regression		Number of obs	=	578		
Log likelihood = -327.62466		LR chi2(9)	=	85.10		
		Prob > chi2	=	0.0000		
		Pseudo R2	=	0.1149		
Intense	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Adul_étr						
1	.5851515	.2668065	2.19	0.028	.0622204	1.108083
2	1.127452	.2822073	4.00	0.000	.5743363	1.680569
1.vente_a	2.382194	1.079997	2.21	0.027	.2654393	4.498948
revenu						
1	1.549826	.4702563	3.30	0.001	.6281401	2.471511
2	.962988	.2345245	4.11	0.000	.5033285	1.422648
Type_s						
1	-.6645462	.2610322	-2.55	0.011	-1.17616	-.1529326
2	-.3698312	.3192225	-1.16	0.247	-.9954959	.2558335
q145						
1	.6105692	.2491441	2.45	0.014	.1222558	1.098883
2	.9920778	.3848867	2.58	0.010	.2377137	1.746442
/cut1	.8912306	.2457708			.4095287	1.372932

Annexe 4 : Régression avec coefficients

Intense	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Ordered logistic regression						
				Number of obs	=	578
				LR chi2(9)	=	85.10
				Prob > chi2	=	0.0000
				Pseudo R2	=	0.1149
Log likelihood = -327.62466						
Adul_étr						
1	1.795263	.4789878	2.19	0.028	1.064197	3.028546
2	3.08778	.871394	4.00	0.000	1.775951	5.368607
1.vente_a	10.82863	11.69488	2.21	0.027	1.304004	89.92249
revenu						
1	4.710648	2.215212	3.30	0.001	1.874122	11.84032
2	2.619512	.6143396	4.11	0.000	1.654218	4.148088
Type_s						
1	.514507	.1343029	-2.55	0.011	.308461	.8581876
2	.6908509	.2205352	-1.16	0.247	.3695401	1.291538
q145						
1	1.841479	.4587937	2.45	0.014	1.130043	3.000811
2	2.696832	1.037975	2.58	0.010	1.268346	5.734164
/cut1	.8912306	.2457708			.4095287	1.372932