

# UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR des Sciences et Technologies

Département de Géographie

Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE)

École Doctorale Sciences Technologies et Ingénierie (ÉD-STI)

**Spécialité : Géographie-Environnement**

**Option : Géomorphologie**

\*\*\*\*\*

Thèse de doctorat en Géographie en Codirection internationale

**Étude de la dégradation des terres rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona (sud-ouest du Sénégal), de 1951 à 2020**

\*\*\*\*

Présentée et soutenue publiquement le 06 juin 2024 par

Mamadou Marouana DIALLO

**Composition du jury :**

Jury	Nom et Prénom (s)	Grade	Etablissement
<b>Président</b>	M.WADE Cheikh Samba	Professeur Titulaire	Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal)
<b>Rapporteurs</b>	M.FAYE Guilgane	Maitre Conférences	Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal)
	M.VISSIN Expédit Wilfrid	Professeur	Université Abomey-Calavi (Bénin)
	M.SY Amadou Abou	Maitre Conférences	Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal)
<b>Examineurs</b>	M.ARNAUD-FASSETA Gilles	Professeur	Université Paris Cite (France)
	M.Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL	Maitre Conférences	Université Assane Seck de Ziguinchor (Sénégal)
<b>Directeur de thèse</b>	M.SY Boubou Aldiouma	Professeur Titulaire	Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal)
<b>Codirecteur de thèse</b>	M.DAHECH Salem	Professeur	Université Paris Cite (France)

Année académique : 2023-2024

*Dédicace*

*A*

*Ma chère Mère Mariama Benté Diallo*

*Mon Cher défunt père Mamadou Saliou Diallo*

*Ma chère épouse Assiatou Diallo*

*Mes frères et Sœurs*

## Remerciements

Je commence par remercier DIEU le tout puissant qui m'a permis d'aller au terme de ce travail en m'accordant la santé et la force, le courage et l'endurance avec l'appui de plusieurs personnes.

Après avoir rendu grâce à ALLAH, j'adresse mes remerciements et ma reconnaissance à mes encadreurs : Professeur Boubou Aldiouma SY, Professeur Lamine FALL, Professeur Salem DAHECH.

J'exprime toute ma gratitude au Professeur Boubou Aldiouma SY de l'université Gaston Berger de Saint-Louis, mon directeur de thèse, d'avoir accepté de diriger ce travail. Cependant, quand j'ai pris contact avec le Professeur, pour lui exposer mon problème de directeur thèse, il m'a répondu «si tu trouves un encadreur à l'université Assane Seck de Ziguinchor pour te suivre je suis favorable pour être ton directeur de thèse ». Des mots qui m'ont beaucoup marqué, car le Professeur ne me connaissait même pas. Par ces mots, il m'a redonné de l'espoir et m'a ouvert une porte dans la recherche.

Je remercie Professeur Lamine FALL de l'université Assane Seck de Ziguinchor, qui a accepté de Co-encadrer ce travail. Le Professeur Lamine FALL a été plus qu'un encadreur, il a su me donner le courage dans les rudes épreuves durant tout le travail de recherche, en me conseillant et en me motivant à chaque rencontre.

Je remercie le Professeur Salem DAHECH de l'université de Paris, qui a accepté de Co-encadrer ce travail de recherche. Le Professeur Salem DAHECH a été d'une aide capitale, car il m'a permis d'effectuer un séjour de recherche au laboratoire de PRODIG. Durant lequel, il a facilité mon intégration au sein du laboratoire, mais également en me mettant dans de très bonnes conditions de travail et en me permettant de bénéficier des privilèges du laboratoire.

Merci, chers Professeurs, d'avoir pris de votre temps précieux pour encadrer ce travail et plus encore d'avoir cru en moi.

Je remercie très chaleureusement tout le corps professoral du Département de Géographie de l'Université Assane Seck de Ziguinchor, qui m'a formé dès la première année de Licence par là je veux nommer : le Professeur Tidiane SANE, le Professeur Omar SY, le Professeur Omar SALL, le Professeur Alvares BENGA, le Professeur Ibrahima MBAYE, le Professeur Balla GUEYE, le Professeur Abdourahmane Mbade SENE et le Professeur Cheikh FAYE.

Je ne remercierai pas assez le Professeur Tidiane SANE qui a guidé mes premiers pas dans la recherche en master. Merci Professeur.

J'adresse mes remerciements à toute l'équipe du Laboratoire LGE en particulier au Directeur sortant le Professeur Ibrahima MBAYE et au Directeur en fonction le Professeur Omar SY qui nous ont fait bénéficier d'ateliers scientifiques qui ont beaucoup servi au perfectionnement de ce travail.

Je porte mon attention à tous les doctorants et doctorantes, mais également aux docteurs du Laboratoire LGE. Merci les amis pour le partage de données et d'informations scientifiques, je veux citer par-là : Dr Boubacar Demba BA ; Mr Serge Christian Alafil SAMBOU ; Mr

Yancouba SANE ; Dr Victor MENDY ; Dr Djiby SOW ; Dr Mamadou THIOR ; Dr Dramane CISSOKHO ; Dr Joseph Samba GOMIS.

Je remercie toute l'équipe de l'école doctorale ED-STI, en particulier le Directeur de l'école doctorale le Professeur Diouma KOBOR pour toutes les formations et les rencontres scientifiques.

Je suis très reconnaissant au Département d'Agroforesterie de l'Université Assane SECK de Ziguinchor pour le soutien logistique lors de mes prélèvements d'échantillons de sol. Merci en particulier au Dr Boubacar CAMARA et au Dr Arfang GOUDJABY.

Mes remerciements sont adressés également à toute l'administration de l'UFR ST.

Je remercie l'Université de Paris et le Laboratoire de PRODIG pour le soutien logistique et financier qu'ils ont mis à ma disposition pour rendre effectif ce travail de recherche.

Je remercie le Professeur Gilles Arnaud-Fassetta de l'Université de Paris pour toute sa disponibilité à chaque fois que je l'ai sollicité pour les analyses de sédiments ainsi que pour ses orientations et suggestions dans l'optique d'améliorer le travail.

Je remercie Max le laborantin de PRODIG pour le travail fourni lors de l'analyse des échantillons de sols.

Je remercie tous les collègues Doctorants du laboratoire de PRODIG qui ont facilité mon intégration lors de mon séjour.

Je remercie le Labex et toute son équipe.

Je remercie chaleureusement les membres du jury pour leur disponibilité et leur participation à l'amélioration du document.

Je remercie toute ma famille, je veux citer : mes parents (mon père Mamadou Saliou Diallo et ma mère Mariama Benté Diallo); mes grands frères (Alpha Ibrahima Diallo et sa femme Maïmouna Sow ainsi que leurs enfants [Leila Zahra Diallo, Djamal Mouhammad Diamil Diallo et Mariama Diouldé Diallo] et Thierno Mahfouze Diallo et sa femme Safiatou Diallo ainsi que leurs fils [Mamadou Marouane Diallo et Amadou Tidiane Diallo]) ; mes petits frères (Mamadou Moctar Diallo et Mamadou Oury Diallo) ; mes petites sœurs (Ousseynatou Diallo et Safiatou Sadio Diallo) ; et ma chère épouse Assiatou Diallo, pour leurs conseils encourageants et leur patience.

Je ne pourrais pas remercier assez mes tuteurs de Ziguinchor à Paris, en passant par Dakar je veux citer par-là :

Mon oncle Daouda Diallo et Ma tante Khadidiatou Baldé à Ziguinchor, qui m'ont accueilli chez eux dès ma première année de Licence jusqu'à l'obtention de mon doctorat. Une période durant laquelle ils m'ont doté de tout pour assurer ma réussite ;

Mon oncle Stanislas Sambou qui m'accueille chez lui à chaque fois que je séjourne à Dakar pour les besoins de mes recherches. Il est à la fois un ami et un conseiller qui me remonte le moral à chaque fois je suis dans une phase difficile ;

Mes amis et tuteurs (Balla Barro, El Bachir Badji, Ibrahima Toure, Ousmane Badji) à Paris qui m'ont accueilli chez eux et m'ont permis de me sentir chez moi, car leur concours a joué un rôle primordial dans mon intégration. Ils m'ont beaucoup appris et apporté beaucoup de soutien moral et financier.

Je porte mon attention et mes remerciements à mes amis :

- Jean Philippe Coly qui a su être présent pour moi en me donnant toujours des solutions à mes difficultés ;

- Bassirou Badji qui m'a beaucoup aidé quand je cherchais un directeur de thèse, au moment où j'ai perdu tout espoir, il m'a redonné de l'espoir en m'orientant vers le Professeur Boubou Aldiouma SY mon directeur de thèse ;

- Ismaïla Djiba, Laye Faty, Luc Manga, Nicolas Baldé, Bénédicte A. Sambou, Bouramanding Badji, Abdoulaye Diallo, Pape Ansou Badji, Rachel Voss, Bacary Mané pour leurs conseils et encouragements qui ont été des sources de motivation.

J'adresse toute ma reconnaissance aux chefs des villages de ma zone d'étude ainsi qu'à leur population qui m'a accueilli et guidé durant mes différents passages pendant mes descentes sur le terrain. Une population compréhensible et ouverte aux échanges, grâce à laquelle j'ai pu mener des enquêtes socio-économiques, mais également effectuer des prélèvements d'échantillons de sol dans leurs vallées rizicoles. Donc en quelque sorte cette population a rendu possible ce travail de recherche. Je veux citer par-là, les chefs des villages suivants : Affiniam, Bagaya, Djimande, Kandiou, Kolomba et Bindago.

Je remercie très vivement mes oncles, Lamine Diallo et Tidja Diallo, qui ont cru en moi et ont fait tout pour que je puisse réaliser un travail de qualité en finançant mon séjour à Paris dans le cadre de ma recherche.

Merci !

# Sommaire

<i>Dédicace</i> _____	<b>II</b>
Remerciements _____	<b>III</b>
Sommaire _____	<b>VI</b>
Abréviations et acronymes _____	<b>VII</b>
Résumé _____	<b>VIII</b>
Introduction générale _____	<b>1</b>
Chapitre 1 : Présentation physique de la zone d'étude, État de la question de la recherche, cadre théorique et opératoire _____	<b>4</b>
Chapitre 2 : Approche méthodologique _____	<b>27</b>
Chapitre 3 : pluviométrie et qualité des sols rizicoles dans bassin versant du marigot de Bignona ___	<b>46</b>
Chapitre 4 : Mutations sociales et occupation du sol dans le bassin versant du marigot de Bignona _	<b>70</b>
Chapitre 5. Mesures d'adaptation à la dégradation des rizières, Discussion et interprétation des résultats _____	<b>111</b>
Conclusion générale _____	<b>124</b>
Références bibliographiques _____	<b>126</b>
Annexe _____	<b>I</b>
Table des matières _____	<b>XV</b>
Liste des figures _____	<b>XX</b>
Liste des photos _____	<b>XXI</b>
Liste des tableaux _____	<b>XXII</b>

## **Abréviations et acronymes**

AHA : Aménagement Hydro-agricole

ANACIM : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie du Sénégal

BP : Before Present

CE : Conductivité Électrique

CEDEAO : Communauté Économique Des États de l'Afrique de l'Ouest

CSAO : Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest

CSE : Centre de Suivi Écologique

DCC : Dégradation des Condition Climatique

DERBAC : Projet Autonome de Développement Rural de la Casamance

FIT : Front Inter Tropical

GPS : Global Positioning System

ILACO : International Land Development Consultants

MO : Matière Organique

OCDE : Organisation de Coopérations et de Développement Économiques

OMM : Organisation Mondiale de la Météorologie

OSS-GICRESAIT : Observatoire du Sahara et du Sahel- Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau du Système Aquifère Iullemeden, de Taoudéni/ Tanezrouft et du Fleuve Niger

pH : potentiel Hydrogène

PIDAC : Projet Intégré de Développement Agricole en Casamance

QSR : Qualité de Sols Rizicole

RGPHAE : Recensement Général de la Population, de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage

SAED : Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé

SOMIVAC : Société de Mise en Valeur Agricole de la Casamance

## Résumé

La dégradation de la qualité des sols reste une préoccupation majeure et générale dans le bassin versant du marigot de Bignona. En effet, elle est liée à la variabilité des conditions climatiques et au dysfonctionnement des aménagements hydro-agricoles (barrage d’Affiniam). La question centrale de recherche est : quelle est la part respective de la variabilité climatique, et des aménagements hydroagricoles dans l’évolution de la qualité des sols dans la vallée de Bignona ? L’objectif général de cette recherche est de démontrer les impacts de la dégradation des conditions climatiques et des aménagements hydro-agricoles sur la qualité des sols rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona. La méthodologie repose sur les outils et les méthodes utilisés pour collecter et traiter des données socio-économiques, climatiques, pédologiques et cartographiques. Ces dernières ont donné un certain nombre de résultats. L’évolution de la pluviométrie depuis 1950 est rythmée par des séquences bien arrosées et d’autres qui le sont moins. La tendance pluviométrique est générale en baisse dans cette partie du Sénégal. En effet, les rizières de la vallée du marigot de Bignona sont atteintes d’infertilité liée à : une forte acidité, un processus de salinisation, un faible taux de matière organique et un processus d’ensablement. La rentabilité de la riziculture est fortement fragilisée par la régression des superficies de rizières dans les vallées du marigot de Bignona sous les effets de la forte dégradation de la qualité des sols. Des effets qui sont multipliés depuis la mise en place du barrage d’Affiniam. Par conséquent, la main d’œuvre s’oriente progressivement vers d’autres activités engendrant en même temps une disparition progressive de ladite riziculture de bas-fond. La dynamique de l’occupation du sol de 1968 à 2018 met en évidence le développement d’une nouvelle activité (l’arboriculture) sur le plateau. La combinaison des connaissances traditionnelles et celles modernes permet de faire face à l’acidité, la salinité et l’ensablement des rizières. L’arboriculture et le maraichage sont développés pour faire face aux impacts de la dégradation des rizières agricoles. Ces nouvelles activités gagnent de plus en plus de terrain dans les villages polarisés par la vallée du marigot de Bignona.

**Mots clés :** marigot de Bignona, aménagements hydroagricoles, qualité des sols rizicoles, conditions climatiques.





## **Abstract**

The degradation of soil quality remains a major and general concern in the Bignona marigot watershed. Indeed, it is linked to the variability of climatic conditions and to the dysfunction of hydro-agricultural facilities (Affiniam dam). The central research question is: what is the respective share of climatic variability and hydro-agricultural developments in the evolution of soil quality in the Bignona valley? The general objective of this research is to demonstrate the impacts of deteriorating climatic conditions and hydro-agricultural developments on the quality of rice-growing soils in the Bignona marigot watershed. The methodology is based on the tools and methods used to collect and process socio-economic, climatic, soil and cartographic data. The latter have yielded a number of results. The evolution of rainfall since 1950 has been punctuated by sequences of good and poor rainfall. The rainfall trend is generally down in this part of Senegal. Indeed, the rice fields in the Bignona marigot valley are suffering from infertility due to: high acidity, salinization, low organic matter and silting. The profitability of rice cultivation has been seriously undermined by the decline in the area of rice fields in the valleys of the Bignona marigot due to the effects of severe soil quality degradation. These effects have been multiplied since the Affiniam dam was built. As a result, the labor force is progressively shifting to other activities, leading to the gradual disappearance of lowland rice cultivation. The dynamics of land use from 1968 to 2018 highlight the development of a new activity (arboriculture) on the plateau. A combination of traditional and modern knowledge is used to deal with acidity, salinity and silting of rice fields. Arboriculture and market gardening are being developed to cope with the impacts of the degradation of agricultural rice fields. These new activities are gaining more and more ground in the villages polarized by the Bignona marigot valley.

**Key words:** valleys of the Bignona backwater, irrigation schemes, quality of rice-growing soils, climatic condition

## **Introduction générale**

Cette thèse s'inscrit dans un contexte de crise environnementale globale. Elle fait suite au mémoire de master, ciblant la même problématique à une échelle plus restreinte : la commune de Sindian. Cette recherche élargit le champ d'investigation au double plan spatial et contextuel pour une lecture globale de la dégradation des rizières. Car les conditions climatiques et la qualité des sols jouent un rôle important pour les rendements agricoles, en particulier la riziculture. Ce qui justifie l'intérêt porté sur l'évolution des conditions climatiques conjuguées à la qualité des sols en tant que supports des activités productives agricoles, hydro-agricoles dans le bassin versant du marigot de Bignona.

En effet, conditions climatiques, qualité des sols et aménagements hydro-agricoles sont des réalités qui préoccupent la communauté paysanne, car elles sont étroitement liées (ALBERGEL et *al.* 1992). Les conditions climatiques ont connu différentes phases d'évolution en Afrique de l'Ouest. Elles sont caractérisées par des périodes sèches et des périodes humides. Dès lors, les experts et les universitaires s'intéressent de plus près à l'évolution de ce paramètre environnemental, qui est défini par deux éléments essentiels : la pluviométrie et la température (rapport GICRESAIT, 2012).

D'un point de vue climatique, l'Afrique de l'Ouest connaît une irrégularité pluviométrique persistante depuis 1950. Elle est marquée par une rupture nette, observée au cours des années 1968-1972, matérialisée par des épisodes de forts déficits en 1972-1973, 1982-1984, et 1997. Cette rupture pluviométrique s'est traduite par un déplacement des isohyètes de 200 kilomètres en direction du sud et un processus historique d'aridification du climat dans la zone (Rapport OSS-GICRESAIT, 2012).

Les pays du Sahel sont frappés par un régime pluviométrique difficile à qualifier dans sa globalité depuis la sécheresse des années 1970 qui s'est étalée jusqu'à la fin des années 1980. Selon le rapport de OSS-GICRESAIT (2012), avec l'irrégularité des conditions pluviométriques, il est difficile de qualifier le Sahel comme un tout cohérent car d'un point de vue climatique on note des disparités entre l'Est et l'Ouest selon l'évolution récente de la pluviométrie. Par ailleurs, la dégradation des conditions pluviométriques de ces 50 dernières années marque un tournant décisif dans l'évolution du comportement des éléments à la surface de la terre. Cela est sensible sur le fonctionnement des cours d'eau en Afrique de l'Ouest avec une baisse des débits moyens des grands fleuves comme le Niger, le Sénégal et

la Gambie, dans l'ordre de 30 à 60 % de 1971 à 1989 (rapport de OSS-GICRESAIT, 2012). Face à la dégradation des conditions climatiques, aux conséquences néfastes affectant les pays du Sahel, des politiques d'adaptation ont été mises en place dans les années 1970.

Au Sénégal, dans le cadre de l'adaptation à la dégradation des conditions pluviométriques, plusieurs projets d'aménagement agricole ont été lancés durant cette période de sécheresse climatique. Nombre de ces projets sont orientés vers la recherche de solutions face au problème climatique, afin d'atténuer ses impacts sur les rendements agricoles. C'est ainsi que la Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta (SAED), créée en 1965 a été étendue à l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal à partir de 1973. C'est dans la même perspective, qu'en basse Casamance, plusieurs projets et aménagements ont été réalisés. Parmi ces derniers, il faut noter : 1965 - 1973 (ILACO à Médina, à Diéba et à Tobor) ; 1976 (SOMIVAC) ; 1980-1982/1983 (barrage de Guidel) ; 1984-1987 (barrage d'Affiniam dans la vallée de Bignona) ; 1974-1985 (PIDAC) ; 1986 (DERBAC), (MONTOROI, 1996). Cette politique hydro-agricole qui est développée à partir de 1960 par l'État pour promouvoir le développement rural, est basée sur la culture irriguée dominée par la filière rizicole.

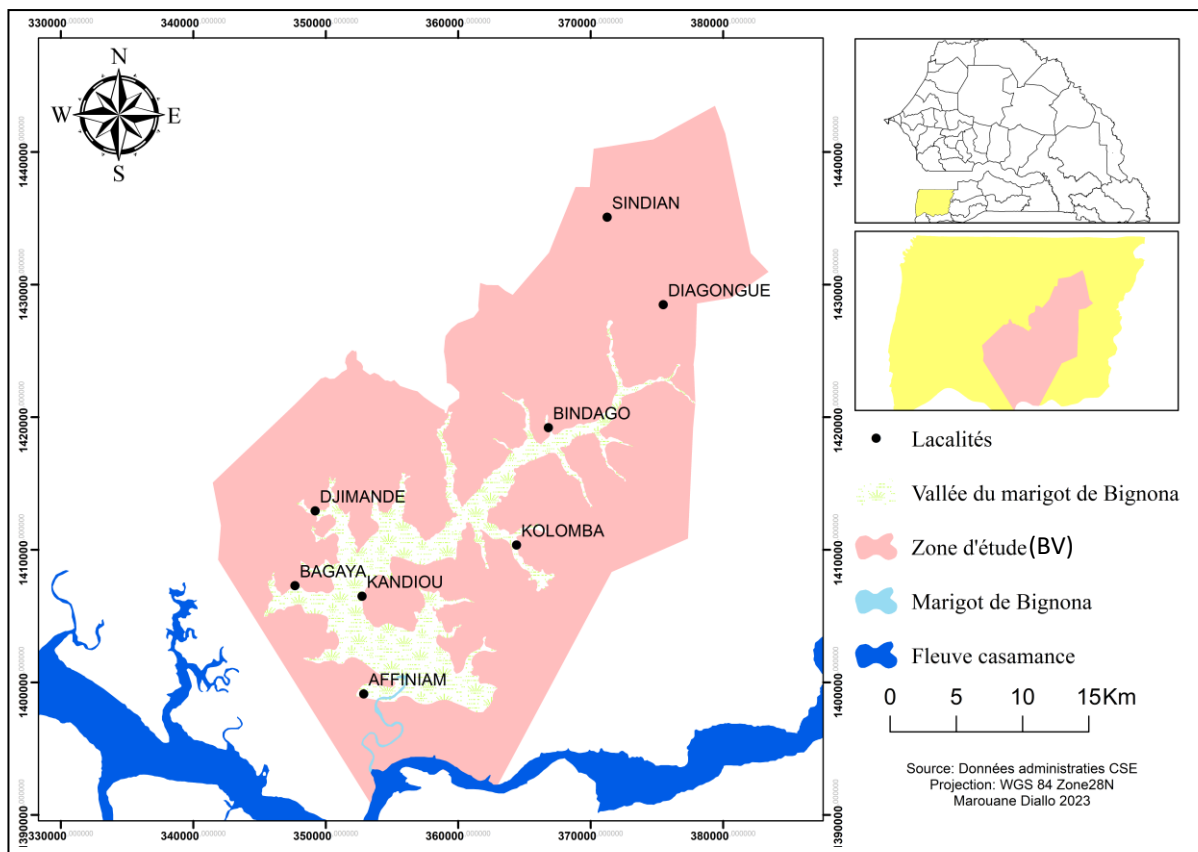
Par conséquent, la plupart des projets agricoles ou aménagements agricoles sont initiés dans la période de sécheresse et avaient pour but d'apporter des solutions aux déficits pluviométriques qui avaient fortement affecté l'agriculture pluviale et provoqué un départ important de la population rurale vers les villes à la recherche de moyens de subsistance. Car la pauvreté et la famine étaient devenues permanentes dans les campagnes sénégalaises.

Dans la vallée de Bignona, avec l'avènement de la sécheresse des années 1970 et 1980, plusieurs projets d'aménagement hydro-agricole avaient été lancés. Ces derniers étaient orientés vers la construction de barrages notamment de retenue d'eau ou des barrages anti-sel. Cela avait pour but de maintenir les rizières dans de bonnes conditions rizicoles, vu les faibles apports pluviométriques notés.

Plusieurs raisons ont dicté le choix de cette thématique de recherche « Étude de la dégradation des terres rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona (sud-ouest du Sénégal), de 1951 à 2020 ». Aujourd'hui, il est difficile de donner un point de vue par rapport au succès ou à l'échec des barrages hydro-agricoles dans la vallée de Bignona, spécifiquement le barrage d'Affiniam. Il est important de souligner que les vallées du marigot de Bignona font face à des problèmes de salinité, d'acidification, de toxicité ferreuse et d'ensablement. En effet, ces derniers restent une contrainte à la riziculture dans le bassin versant du marigot de Bignona.

Dès lors, la principale activité agricole est progressivement abandonnée. Cette recherche cherche à comprendre les liens qui existent entre la dégradation des conditions climatiques et la qualité des sols rizicoles. Elle cherche également à établir les impacts des aménagements hydro-agricoles sur les comportements actuels des sols rizicoles dans la vallée de Bignona.

L'espace d'étude est circonscrit au Sud-ouest du Sénégal, plus précisément dans le département de Bignona. Il concerne le bassin versant du marigot de Bignona. Ce dernier est compris entre le bassin versant du marigot du Soungrougrou à l'Est et ceux de Baïla et de Diouloulou à l'Ouest. (figure 1).



**Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude (Bassin versant du marigot de Bignona)**

Cette thèse est structurée en 5 chapitres. Le premier chapitre se focalise sur la présentation physique de la zone d'étude, l'état de la question de la recherche, le cadre théorique et opératoire. Le deuxième chapitre présente la démarche méthodologique adoptée. Le troisième et le quatrième chapitre présentent, analysent et décrivent les résultats. Le cinquième chapitre est axé sur les mesures d'adaptation à la dégradation des rizières et sur la discussion des résultats.

# **Chapitre 1 : Présentation physique de la zone d'étude, État de la question de la recherche, cadre théorique et opératoire**

Le chapitre 1 aborde la présentation physique de la zone d'étude, l'État de la question de la recherche, le cadre théorique et opératoire, ce qui rend davantage clair le travail de recherche entrepris où l'état de la question met en avant le pourquoi de cette recherche scientifique.

La présentation physique de la zone d'étude met en relief la végétation, le climat, l'hydrologie, la géomorphologie et la géologie.

L'État de la question de la recherche englobe la problématique dans laquelle sont développés les éléments du contexte de la recherche et la justification de sa pertinence : le problème de la recherche qui affiche clairement l'objet de la recherche, les questions de recherche, et la dimension géographique de la recherche.

Le Cadre théorique et opératoire regroupe la définition conceptuelle ; le modèle d'analyse conceptuel qui met en exergue les liens entre les concepts ; et l'originalité de la recherche qui montre en quoi cette recherche est particulière.

## **1.1 Présentation physique de la zone d'étude**

### **1.1.1 La végétation**

La végétation de la vallée du marigot de Bignona est distincte et présente une succession hiérarchique de l'aval vers l'amont. La séquence mangrove-tanne est le modèle simplifié de l'évolution phytogéographique sur les sédiments sablo-vaseux, ou suivant son ancienneté, liée au développement des épisodes sédimentaires.

La végétation des basses vallées s'étendant sur les plateaux, succédant à d'anciennes mangroves et d'anciens tannes, est assez semblable à celles des vallées d'origine continentale de la Moyenne Casamance.

Enfin les bords des vallées sont toujours marqués par la présence d'une bande étroite de l'espèce *Elaeis guineensis* en disparition (VIEILLEFOND, 1975). De plus les vallées sont bordées par des plantations d'anacardier.

### **1.1.2 Le climat**

Les trois départements de Ziguinchor (Bignona, Ziguinchor et Oussouye) sont soumis au climat typique des régions soudaniennes, tropical très contrasté. Bignona est le département situé sur la partie Nord de la Basse Casamance et reste le moins arrosé. En effet, la Basse

Casamance, c'est la région la plus arrosée du Sénégal. Son climat se caractérise par deux saisons bien marquées : une saison sèche jusqu'en mai, et une saison humide de juin à octobre. La moyenne pluviométrique à Ziguinchor était de 1500 mm avant les périodes sèches des années 1970 et 1980. Elle est actuellement de 900 mm avec une saison des pluies très raccourcie de 3 mois contre 5 avant.

Cependant, le déficit pluviométrique a de multiples incidences sur le milieu : déflation éolienne, décroissance des débits de rivières, hyper salinité du fleuve (SAOS et *al.*, 1987). Ainsi, la reconstitution des réserves en eau et son tarissement sont extrêmement rapides. Par ailleurs, l'année hydrologique se divise en deux séquences principales : la saison des pluies ou hivernage est marquée par le drainage, de juillet à octobre ; une phase de déficit en eau, de décembre à mai, correspondant à la saison sèche. Ceci joue un rôle important sur l'alimentation en eau des sols sableux très perméables, à faible rétention d'eau, et sur le régime hydrique et la salinisation des sols alluviaux soustraits à l'action des marées (VIEILLEFOND, 1975).

### **1.1.3 L'hydrologie**

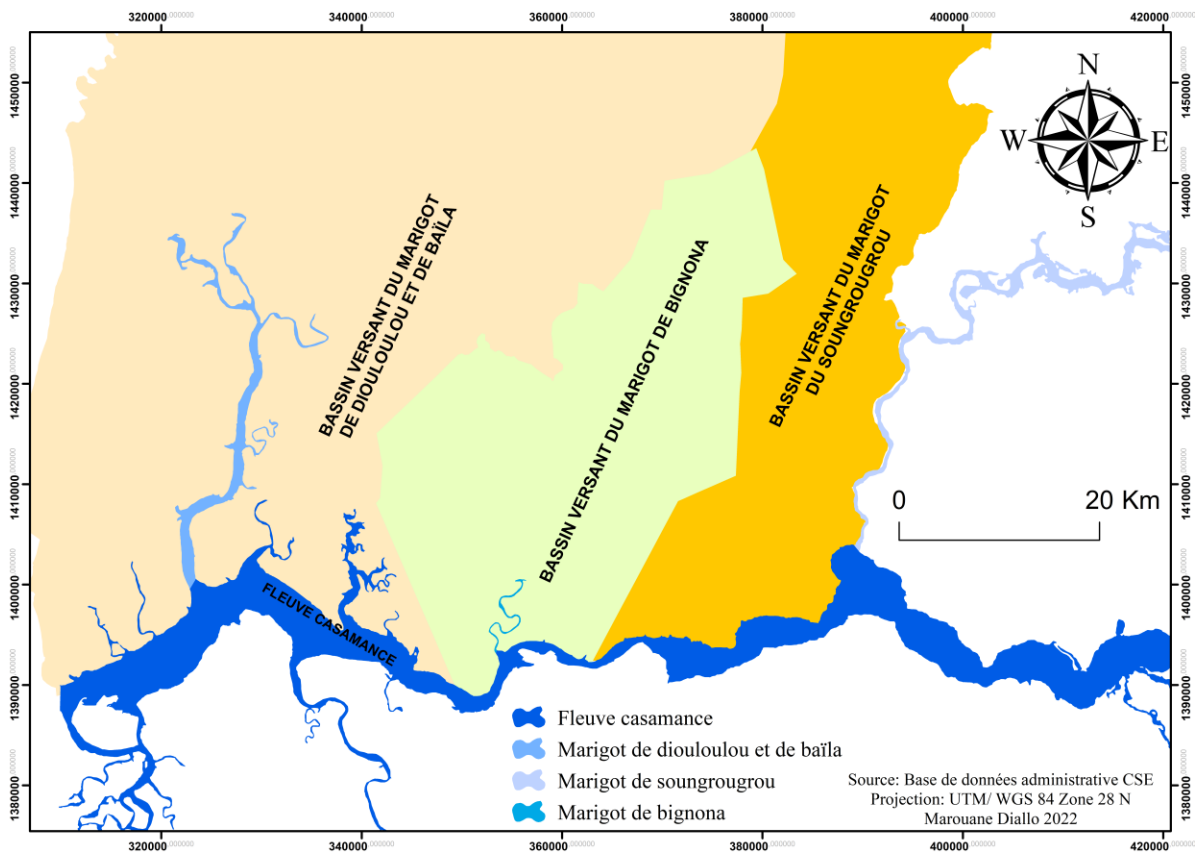
La zone alluviale fluvio-marine de Casamance couvre environ 250 000 hectares entre l'océan et les Bas plateaux de Bignona, Ziguinchor et Oussouye, qui se poursuivent en Gambie, au nord et en Guinée Bissau, au sud. Elle pénètre largement à l'intérieur des plateaux, soit par la Casamance, dont le lit majeur atteint près de 10 kilomètres de large à l'amont de Ziguinchor, soit par plusieurs de ses affluents : Soungrougrou, marigot de Bignona, de Baïla, de Diouloulou, sur la rive droite, et Kamobeul Bolon sur la rive gauche. Tous ces cours d'eau sont soumis à la marée sur la plus grande partie de leurs cours.

Les sols jeunes des zones alluviales sont naturellement influencés par les caractéristiques actuelles des facteurs de pédogenèse. C'est particulièrement le cas pour le climat et le régime hydrologique conditionné en grande partie par les marées, et dont la combinaison produit pour chaque catégorie de sols des régimes hydriques bien typés (VIEILLEFOND, 1975).

L'alimentation de la zone alluviale résulte du mélange des eaux douces apportées par la Casamance et ses affluents, dont les bassins versants sont entièrement sur le continental terminal, avec les eaux salées apportées par les marées. Ce mélange est variable tant spatialement, de l'embouchure vers l'intérieur, que dans le temps, au rythme des saisons. En effet, la salinisation des sols est liée à l'existence de ces apports d'eau d'origine marine. Ainsi, on sait toute l'importance des phénomènes de marée dans la zone alluviale, tant pour

l'établissement du régime hydrique des sols régulièrement inondé que pour leur salinisation. La composante climatique joue cependant un rôle important en faisant varier dans de larges mesures la salinité des eaux tout particulièrement dans la partie moyenne du bief maritime.

Le marigot de Bignona fait partie des trois principaux marigots de rive droite du fleuve Casamance. C'est le moins important et son bassin versant couvre environ 800 km<sup>2</sup>. Le cours principal du marigot a une longueur de 88 km dont 68 km, soumis à l'influence des marées. Le bassin du marigot de Bignona est compris entre les bassins des marigots de Diouloulou et Baïla, à l'ouest et au nord et de Songrougrou, à l'est (OLIVRY *et al.*, 1981) (figure 2).



**Figure 2 : Carte de localisation du bassin du marigot de Bignona**

### 1.1.4 La Géomorphologie

L'histoire géomorphologique de la Basse Casamance peut s'expliquer sommairement par une série de transgressions et de régressions marines qui ont permis, le creusement des vallées enfoncées en « doigt de gant » dans le plateau, dont la base atteint -30 mètres par rapport au niveau de la mer. Ainsi les terrasses sont mises en place lors des périodes transgressives intermédiaires. Ces terrasses sableuses sont de diverses altitudes. L'ensemble de la zone est rempli par des sédiments sablo-vaseux qui sont plus souvent de granulométrie fine, que façonnent les chenaux de marée.



Cependant, il est difficile de localiser avec précision la période du premier creusement qui a suivi ou accompagné, la dissection des plateaux du Continental Terminal. On peut dater de la grande régression d'âge Ogolien (environ 20 000 BP), le creusement de la plupart des vallées secondaires. C'est ensuite à la transgression du saloum (maximum vers 5 000 BP) que l'on peut attribuer la plus grande partie du comblement alluvial, à partir de laquelle des oscillations mineures ont causé des variations de détail qui ont permis le déclenchement de cycles géopédogénétiques successifs (VIELLEFOND, 1975). La vallée du marigot de Bignona est l'un des résultats de ce mécanisme géomorphologique.

### **1.1.5 La Géologie**

Les formations géologiques de la vallée du marigot de Bignona appartiennent au Miocène, au cours duquel, des sédiments argilo-sableux de 50 à 150 m de puissance se sont déposés sur l'ensemble de la Basse Casamance. C'est au cours de cette période qu'intervient une importante phase tectonique cassante qui a façonné les réseaux de fractures de direction principale N 50° et N 130°, ainsi que N 80° et N 180°, qui à leur tour ont fortement conditionné l'hydrographie. Par conséquent, les cours d'eau, en empruntant les lignes de fractures, dessinent des coudes brusques qui caractérisent le cours de la Casamance et des affluents nommés localement bolons (SAOS et *al.*, 1987).

Cependant, la régression qui a suivi le Miocène, a occasionné les dépôts d'un sédiment détritique qui correspond à la formation du Continental Terminal. Ce sédiment est composé de grès argileux bariolés interstratifiés de couches d'argiles. Ces matériaux seraient originaires des régions plus élevées, à l'est du bassin (Fouta Djallon) et se seraient déposés sous l'action d'un climat tropical à tendance subaride (VIELLEFOND, 1977). L'origine continentale de ces sédiments est cependant contestée par certains auteurs (FLICOTEAUX *et al.*, 1974), qui considèrent que cette formation provient d'une altération importante *in situ* des sédiments marins (SAOS et *al.*, 1987) (figure 3).

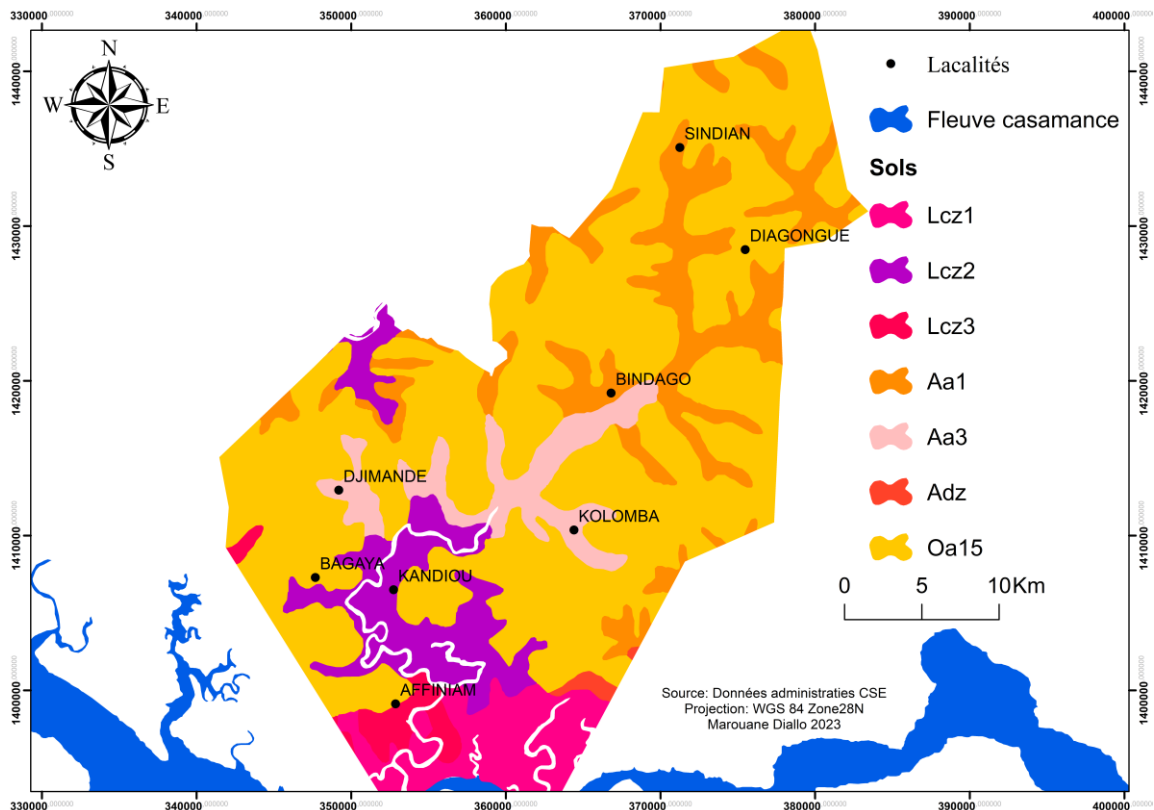


Figure 3 : Carte pédologique du département de Bignona

Tableau 1: Caractérisation des sols dans le département de Bignona (données CSE)

FORMATIONS SUR TERRAINS QUATERNAIRES OU A VOLCANISME RECENT		
<i>1. Formations littorales et deltaïques</i>		
<i>CORDONS LITTORAUX</i>		
Lb1	cordons littoraux récents et subrécents	<i>sols minéraux bruts ou sols peu évolués d'apport hydromorphe</i>
<i>VASIERES</i>		
Lcy1	vasières fonctionnelles récentes:	<i>sols peu évolués d'apport hydromorphe, avec sols halomorphes</i>
Lcz1	vasières fonctionnelles anciennes:	<i>sols hydromorphes organiques plus ou moins tourbeux, avec sols halomorphes</i>
Lcz2	vasières partiellement dénudées anciennes:	<i>sols halomorphes salins acidifiés et sols hydromorphes organique (a: phase alluviale)</i>
Lcz3	vasières dénudées anciennes:	<i>sols hydromorphes à gley salé et sols halomorphe salins hydromorphes</i>

<i>TERASSES SABLEUSES</i>		
Ld	terrasses sableuses	<i>sols peu évolués d'apport</i>
<i>2. Formations sur dépôts alluviaux et colluviaux</i>		
Aa1	terrasses colluvio-alluviales, vallons fonctionnels	<i>sols peu évolués d'apport et sols hydromorphes, sur matériau colluvial</i>
Aa3	terrasses colluvio-alluviales, vallons fonctionnels	<i>sols hydromorphes, sur matériau alluvial</i>
<i>VALLEES (SEMI) PERMANENTES</i>		
Adz	formations du fleuve: contact alluvial fluvio-marin	<i>sols hydromorphes à gley salé</i>
<b>FORMATIONS SUR TERRAINS SECONDAIRES ET TERTIAIRES</b>		
<i>5. Formations sur grès plus ou moins argileux du « continental Terminal » (Oligo-Mio-Pliocène)</i>		
<i>PLATEAUX ET BUTTES RESIDUELS</i>		
Oa15		<i>sols faiblement ferralitiques; sol ferrugineux tropicaux, sols peu évolués</i>

## 1.2 État de la question de la recherche

La phase documentaire cible les travaux qui traitent des problématiques portant sur le climat, les sols, et les aménagements hydro-agricoles en Afrique d'une manière générale et spécifiquement dans le bassin versant du marigot de Bignona. Cette étape isole mieux l'objet de cette recherche.

**L'Apport de l'exploitation bibliographique sur la connaissance de la dégradation des conditions climatiques dans le bassin versant du marigot de Bignona.** Pour mieux comprendre la dégradation des conditions climatiques à l'échelle du bassin versant du marigot de Bignona, il est important de partir de la documentation qui aborde la question à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest.

DIONE (1996) souligne que les années 1950 et 1960 ont correspondu à des épisodes pluvieux de l'optimum climatique contemporain. Et c'est depuis 1968 que la situation climatique est caractérisée par une sécheresse redondante qui s'est exacerbée dans les années 1970 et 1980 où les débits des cours d'eau qui traversent la zone Sahélienne ont fortement baissé.

CEDEAO-CSAO/OCDE (2006) dans leur étude attire l'attention sur l'historique des épisodes de sécheresse. Ce travail retrace les grands épisodes de sécheresse notés en Afrique de l'Ouest de (1909-1913 ; 1940-1944 ; 1969-1973 ; 1983-1985) y associé aux ravages et victimes causés. Il ressort de ce travail que la zone sahélienne entre dans un processus historique d'aridification du climat consécutif au réchauffement global.

ANDRIEU (2008) s'intéresse à l'importance du front intertropical (FIT) sur le gradient climatique en Afrique de l'Ouest ainsi que son rôle sur la géographie des paysages végétaux. Dans son travail, il souligne que le climat des régions septentrionales des rivières du Sud connaît un gradient sud-nord d'aridité croissante. Ce gradient est d'autant plus important qu'il combine le total de la précipitation annuelle, la durée de la saison des pluies et l'évapotranspiration.

ROGER B. et *al.* (2008) mettent en exergue la variabilité spatio-temporelle du gradient pluviométrique en Afrique de l'Ouest. L'enseignement tiré révèle qu'il y a quelques décennies, le maxima des isohyètes dans le golfe de Guinée était supérieur à 2500 mm. Tandis qu'aujourd'hui seules les bordures de la Guinée, la Sierra Leone, le Libéria et le Sud du Nigéria reçoivent des précipitations supérieures à 2 000 mm (2 200 et 3 200). La zone subéquatoriale ou tropicale humide qui cumulait entre 1 400 et 1 800 mm enregistrait une baisse sensible de son gradient pluviométrique à mesure qu'on remonte vers le septième parallèle.

La même tendance de baisse des précipitations est enregistrée dans les zones semi-humides et sèches. Les 800 à 1 000 mm de pluie de la zone soudanienne sont revues à la baisse et les isohyètes ne sont plus que de 700 à 1 000 mm. Dans la zone sahélienne sèche, la moyenne annuelle de 150 mm de pluies est de faible fréquence sur une longue période. En plus de la diminution des quantités de pluies, la variabilité spatiale de ces dernières constitue une grande contrainte à la mobilisation des potentialités de production à l'échelle régionale. La zone est aussi confrontée à l'instar des zones humides et semi-humide, simultanément à la pression démographique et à une dégradation progressive du climat à cause du déplacement des isohyètes vers le Sud.

CSAO (2010) dans leur travail, se focalise sur les impacts du changement climatique sur la sécurité en s'appuyant sur trois paramètres essentiels : la montée du niveau des océans, l'élévation des températures, la multiplication et l'aggravation des phénomènes extrêmes. Ce

travail conclut que les variables environnementales à l'image de la désertification et l'amenuisement des réserves d'eau, sont des facteurs de menaces imputables au changement climatique. Ainsi que des modifications progressives et soudaines des systèmes de subsistance peuvent, combinés à des variables économiques, sociales, religieuses et politiques, créer des tensions.

Les travaux de MONTOROI (1996), s'intéressent à l'évolution du climat, du niveau de la mer et du réseau hydrographique. Ces travaux montrent que :

*« à partir de 7 000 ans BP, durant la transgression du nouakchottien, Holocène Moyen, le climat est devenu plus humide. Le niveau de la mer est remonté au niveau actuel vers 7 000 ans BP et a atteint son maximum vers 5 500 ans BP (+1 à 1,5 m). Le réseau hydrographique a à nouveau entaillé durant une phase climatique humide. L'embouchure de la Casamance est alors formée par un large golf marin où la mangrove a fait son apparition sur la bordure continentale, la sédimentation étant essentiellement marneuse ».*

MARIUS (1984) constate que la demande évaporatoire est largement supérieure aux totaux pluviométriques annuels et que les variations le long de l'année sont strictement liées à la température et inversement de la pluviométrie, les mois de saison des pluies (juillet, août, septembre) sont les moins évaporant. Ce travail met l'accent sur l'importance de l'étalement des pluies au cours de la saison des pluies à défaut de cela, deux mois secs suffisent pour transformer une sécheresse en aridité avec toutes les conséquences au passage sur la flore, les eaux et les sols.

Les travaux de MONTOROI (1996) s'intéressent à la mise en valeur des bas-fonds en Basse Casamance. Ces travaux mettent en exergue les conséquences de la sécheresse en milieu sahélien ressenties en Basse Casamance depuis plus de vingt ans de façon insidieuse. Ces travaux confirment les analyses de DACOSTA H. (1989) qui démontrent que les écoulements annuels en eau douce sont devenus insuffisants pour équilibrer les mouvements quotidiens des eaux marines dans le réseau hydrographique du fleuve Casamance.

Les travaux de MARIUS. (1985) mettent l'accent sur la variabilité de la pluviométrie en rapport avec la végétation, les sols et les marigots. Ces travaux enseignent que la pluviométrie moyenne annuelle étalée sur environ 6 mois (de juin à novembre) à Ziguinchor, était de 1954,6 mm. Et qu'en toute circonstance, depuis 1968, la pluviométrie a été très déficitaire dans toute cette région. La pluviométrie moyenne annuelle calculée sur dix ans de 1968-1977, est tombée à 1 182 mm et répartie sur 3 mois (de juillet à septembre). Ces travaux démontrent que la chute des hauteurs pluviométriques et la contraction de la saison des pluies ont eu des

effets désastreux sur la végétation, donc sur les sols (apports de la fraction organique), les nappes et le marigot dont le plus marquant est la salinité des eaux et des sols.

**Synthèse bibliographique sur la connaissance de la qualité des sols rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona.** La qualité des sols est déterminante dans la production agricole, un certain nombre d'études ont été réalisées dans ce domaine en Afrique de l'Ouest d'une manière générale et en particulier dans la vallée du marigot de Bignona.

Les travaux de la CSAO (2010) s'intègrent en partie dans cette dynamique. Ces travaux démontrent que la rareté des ressources ou l'appauvrissement des sols en Afrique de l'Ouest sont liés à la variabilité climatique. Ils mentionnent notamment que c'est au début des années 1980 que la dégradation chimique des terres rizicoles a pris des proportions inquiétantes.

La CEDEAO (2008), dans son étude sur les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest, s'intéresse à la qualité des sols. Cette étude montre d'une manière générale que les terres sont fragiles et peu fertiles. Il démontre également que les roches siliceuses (granite, grès, sable) qui découlent de l'altération du substrat primaire, l'alternance d'une forte humidité et d'une intense sécheresse aggravée par une insolation déshydratante, l'action dissolvante de l'eau sous température élevées, l'érosion mécanique provoquée par la violence des pluies (ruissellement) et les vents fragilisent et appauvrissent relativement les sols.

MONTOROI (1996), s'intéresse à la variation longitudinale de la salinité en mettant l'accent sur les mois de juin, de juillet et de septembre. Le profil longitudinal de salinité est au maximum en juin-juillet et minimum en septembre, et se situe à 200 km de l'embouchure. Il démontre qu'en juillet 1985, le pic de salinité a atteint une concentration de 120 g/L-I, soit trois fois la salinité de l'eau de mer, dont la concentration est de 36 g/L-I. Il précise que la masse d'eau salée se déplace d'aval en amont au cours de la saison sèche sous forme de « bouchon salé ». Il tire ainsi une conclusion selon laquelle, la portion amont du cours d'eau est soumise à des variations extrêmes de salinité. En 1968, il attire l'attention en soulignant que la salinité décroissait d'amont en aval. Il évoque dans son travail également que l'eau de la Casamance présente deux faciès chimiques, dont les teneurs relatives des différents éléments chimiques avoisinent celui de l'eau de mer.

De plus, la modification du régime hydrique favorise les mécanismes de transformation des sols rouges en sols beiges. L'action de l'homme sur le couvert végétal constitue un facteur

supplémentaire qui accélère le processus de déferralisation surtout lorsque les conditions climatiques deviennent de plus en plus contrastées (KALOGA, 1987 ; CHAUVEL, 1997).

Ce travail corrobore celui de KALOGA (1987) selon lequel la modification de la couleur (rouge-rouge-orangé –orange-ocre –beige) est le principal indicateur de cette transformation. Il retrace également les travaux portant sur la dynamique de la salinité du sol parmi lesquels (RICHARDS, 1954 ; DURAND, 1956 ; BRESLER et *al.*, 1982 ; TALSMA, 1981 ; CHEVERY, 1974 ; DIELMAN, 1972 ; KONIKOV, 1981) montrent que la migration du sel par remontée capillaire de l'eau du sol et des nappes est tributaire de la nature de la concentration des ions. Éventuellement, la grande mobilité de l'ion clet de Na<sup>+</sup> (BRESLER et DAGAN, 1982 ; SZABOLO, 1989 ; Bolt, 1978) expliquerait les fortes concentrations superficielles des sels.

D'après la CEDEAO (2008) « dans la zone soudanienne semi-humide, le processus d'altération des sols est extrême. L'altération des roches cristallines sous-jacentes conduit à la formation des latérites composées d'hydrates d'alumine colorés en rouge par l'oxyde de fer, qui constituent la caractéristique des roches de cette zone agro-écologique. Au cours de la saison sèche, l'évaporation fait remonter à la surface des sels de fer et d'alumine qui se concentrent et forment une croûte dure ou cuirasse ferrugineuse rendant les sols stériles par endroit ». Retenons de ce travail que la pluviométrie et la qualité des sols restent, dans cette espace géographique de la CEDEAO où les sols sont globalement pauvres et très sensibles à l'érosion en zone Sahélienne, les deux facteurs moteurs des potentialités agronomiques.

### **Synthèse sur la sédimentation et la différence entre les sédiments éoliens et fluviaux.**

Cette recherche explore la compréhension de la dynamique de la sédimentation et ses mécanismes dans la vallée du marigot de Bignona. Ce qui amène à s'intéresser aux recherches menées dans cette perspective afin de mieux orienter l'investigation. Plusieurs recherches ont abordé la question de différente manière. C'est pourquoi cette synthèse bibliographique traite de deux points : les origines du processus de la sédimentation et les mécanismes.

**L'Origines et l'historique du processus de la sédimentation** sont abordés par ISMAËL et *al.* (1987), qui soulignent que les causes de l'érosion dans le Haut Nil remontent à l'Holocène et, en effet, elle est tributaire en grande partie aux actions anthropique et, pour une moindre part, à l'instabilité tectonique ; il en résulte l'arrivée plus importante de sédiments dans la classe des limons fins. Ce phénomène vraisemblablement postérieur à la sédimentation à

épidotes et amphiboles se poursuivrait actuellement comme le montre la minéralogie des suspensions du fleuve.

Toutefois la minéralogie des sédiments du delta du Nil et pour une moindre part leur granulométrie, sont le résultat des variations de la dynamique du fleuve au cours du Pléistocène et de l'Holocène et de l'importance des zones de provenance des alluvions mais aussi des remaniements associés aux variations climatiques. Par conséquent, ils s'intéressent à deux milieux de sédimentation différents. Les îles et la terminaison du delta où la sédimentation (complexe), est le résultat d'une interaction entre les influences fluviales et un remaniement éolien. Le delta S.S où deux zones s'individualisent, dans la partie Sud où le taux de sédimentation est élevé, les dépôts sont à dominante argilo-limoneuses et les populations granulométriques ont des caractères fluviales.

Par ailleurs, des dépôts récents fins laissés dans les lagunes ou des cuvettes d'inondation, dont le cortège de minéraux lourds est constitué en majorité de pyroxènes. Et des dépôts profonds, plus grossiers, témoins d'une dynamique du fleuve différent de l'actuelle et dont les cortèges minéralogiques sont caractérisés par la prédominance du groupe Épidotes/Amphiboles. Ces sables ont des caractères communs avec les sédiments de la plaine fluviale ancienne du Pléistocène Moyen.

DESCHODT (2012) observe clairement le passage d'une sédimentation fluviale sableuse à une sédimentation plus fine, à dominante limoneuse où les processus éoliens sont de plus en plus prépondérants à la fin du Pléniglaciaire weichselien.

Cependant, le passage entre la phase hydrologiquement active et les accumulations limoneuses à dominante éoliennes s'effectue sur environ 1,5 m de puissance, entre 14,5 m et 16,5 m d'altitude. Ces dépôts suivent un processus en continuité avec la formation sableuse, mais avec une sédimentation essentiellement limono-argileuse mise en place par décantation dans des chenaux. L'épandage limoneux à gravité de petite taille et sans structure perceptibles, a pu être mise en place par accumulation éolienne qui témoigne d'un arrêt des écoulements, au moins à l'endroit des observations. Une faible dynamique fluviale reprend avec le dépôt qui préfigure les accumulations limoneuses régulièrement litées.

BOIVIN *et al.* (1998), démontrent que le processus de sédimentation remonte de la dernière transgression : 8 000 BP. Et par conséquent, au cours de son recul, la mer a déposé des sédiments sablo-limoneux et des sels sur lesquels une mangrove littorale s'est développée, puis des sédiments fluviaux ont été déposés. À cause de la très faible pente, le fleuve présente



un parcours sinueux et se divise en de nombreux bras, qui ont édifié des bourrelets de berges de texture mélangée et favorisé la formation de cuvettes de décantation des eaux de crue.

**Les mécanismes de sédimentation.** BELLAHBIB et *al.* (2015), notent que les mécanismes de transport qui interviennent dans la dynamique des sédiments assurent une meilleure différenciation des sables. Ainsi, les sables qui sont soumis à des mécanismes de transport nettement différents tels que le transport oscillatoire par les vagues et le transport unidirectionnel par les rivières, le vent, la marée et les courants marins de fond.

En effet, la granulométrie permet de connaître les processus intervenant dans le transport et les conditions de dépôt des sédiments. Ainsi les sédiments soumis à l'influence des vagues ont une taille moyenne bien classée par contre les faciès sous une influence fluviale très marquée sont passablement classés.

BLANPIED et *al.* (2018) s'intéressent à la connectivité sédimentaire et à son utilité dans une étude du bilan sédimentaire. Elle permet d'expliquer les changements morphologiques du chenal afin de comprendre les changements paysagers sur le long terme, de même qu'en biogéomorphologie et en écologie. La connectivité sédimentaire regroupe : la connectivité verticale qui met l'accent sur les échanges sédimentaires et géochimiques entre le lit et la subsurface ; la connectivité longitudinale, qui s'intéresse à la dynamique sédimentaire de la source à la zone d'accumulation ; et la connectivité latérale se focalise sur les apports des tributaires et les apports en masse, les glissements de terrain et des berges. En effet, lorsque certains stocks sédimentaires jouent le rôle de barrière au transit sédimentaire, et entraîne l'interruption de la cascade sédimentaire latérale ou longitudinale, à l'échelle du bassin versant, cela peut être une déconnection entre stocks sédimentaires du versant et le réseau hydrographique.

SOBDJOU et *al.* (2015) démontrent à partir de leurs résultats granulométriques en se basant sur les modes, les médianes et les paramètres de TRASK que les sédiments fluviaux sont généralement très mal classés, moyennement classés ou mal classés. En effet, les types et les aspects de grains de quartz ont permis de comprendre que les grains de quartz non usés proviennent de l'altération physique ou de la désagrégation mécanique des roches mères situées non loin du milieu de dépôt. Ces grains ont alors subi un court transport. Les grains de quartz sub-émoussés luisants sont issus de la désagrégation mécanique des roches mères situées moyennement loin du milieu de dépôt. Ces grains ont alors été transportés sur une

distance moyenne et sont moyennement façonnés. Les grains émoussés luisants quant à eux proviennent des roches mères situées loin du milieu de dépôt et ont subi un transport long.

La dynamique des sédiments est dépendante de l'agent de transport en œuvre, néanmoins les flux de sédiments éoliens sont distincts des flux de sédiments fluviaux. La gamme de sédiments transportés par le vent est très limitée et concerne les sables et les poussières, par contre les sédiments fluviaux regroupent une large gamme qui mobilise des galets, des sables, des limons et des argiles.

Comme l'air a une densité un millier de fois inférieure à l'eau, sa capacité de transport est beaucoup plus faible et les matériaux grossiers sont laissés sur place, formant un pavement. Le vent possède par contre un bon pouvoir de classement et le transport s'effectue essentiellement par saltation et collisions intergranulaires des grains sableux, avec le matériau fin exporté plus loin. Ceci explique l'homogénéité granulométrique des dépôts éoliens (ISMAËL et *al.*,1987 ; FORNARI et *al.*,1987).

En contexte fluvial, les premiers corps sédimentaires à se former sont les *cônes alluviaux*. Ces cônes se développent, principalement en milieu désertique ou montagnard, au débouché d'un canyon dans une vallée ou une plaine, quand le courant fluvial ralentit brutalement. Au fur et à mesure de sa décélération, le courant perd sa capacité de transport et dépose sa charge sédimentaire. Ce type de système fluvial, avec une charge abondante forme un réseau en tresse. Outre le transport par les eaux fluviales, les sédiments des cônes alluviaux sont également mobilisés par des écoulements en masse. Dans les régions désertiques, ces écoulements en masse ont souvent un caractère catastrophique et peuvent transporter des blocs de plusieurs tonnes : les sédiments qui en résultent sont extrêmement mal classés et non stratifiés.

Une coupe dans un cône alluvial donne en général une alternance d'écoulement en masse mal classé et de conglomérats et sables fluviaux. Suivant la prépondérance des faciès fluviaux ou des écoulements en masse, on peut distinguer deux types extrêmes de cônes alluviaux ainsi que des types mixtes. Ceux qui sont dominés par les écoulements en masse montrent des faciès de paraconglomérats et sables, avec dans la zone proximale, des coulées de débris amalgamées et dans la zone distale, des coulées sableuses interdigitées avec des sédiments fins. Les cônes alluviaux dominés par les écoulements fluviaux montrent des conglomérats

chenalisés et des chenaux sableux à stratification oblique, avec une forte amalgamation dans la zone proximale (BOULVAIN, 2021).<sup>1</sup>

Il faut noter que le processus de sédimentation enregistré dans les vallées remonte des époques suivantes : de l'Holocène, du Pléistocène, de la fin du Pléniglaciaire weichselien, ou de la dernière transgression (8 000 BP).

La différence entre les sédiments éoliens et fluviaux est singulière. Les sédiments transportés par le vent sont homogènes et bien classés et ne concernent que les sables et les poussières déposées plus loin. Tandis que les sédiments fluviaux sont hétérogènes, mal ou bien classés. L'eau transporte des sédiments grossiers, des sables, des limons et des argiles et les dépose au fur et à mesure de son parcours en fonction de la vitesse du courant.

**Synthèse bibliographique sur la connaissance des aménagements hydro-agricoles (AHA) dans le bassin versant du marigot de Bignona.** Les aménagements établis dans une vallée quelconque ont pour finalité de maximiser les rendements rizicoles. En toute circonstance, un certain nombre de réalisations en termes d'aménagement ont été effectives dans quelques vallées de la Basse Casamance. En effet, les chercheurs se sont intéressés à l'avant et après établissement des aménagements hydro-agricoles.

MARIUS (1985) dans son travail sur l'évolution géochimique, rappellent que la riziculture est traditionnellement développée dans la mangrove. Cependant, la sécheresse notée dans les années 1970 et 1980 a sensiblement diminué les rendements rizicoles, ce qui explique l'apparition de nombreux projets d'aménagement hydro-agricole. Dans le but de précipiter le dessalement, des mesures ont été prises avec la construction de barrages et le drainage des terres protégées. Une réalisation qui s'est soldée par un échec avec la brusque et acidification élevée des sols. Il ressort de ce travail, un constat selon lequel le succès de la riziculture repose essentiellement sur une bonne pluviométrie, laquelle permet le dessalement des sols des marigots, et que la sécheresse notée ces dernières années a rendu aléatoire et parfois réduit à néant la production des rizières de mangrove.

En conséquence, dès 1963, de nombreux projets d'aménagements ont été élaborés afin d'accroître la production de riz par une double récolte basée sur le stockage de l'eau douce en amont des barrages anti-sel. Cependant, il mentionne que les résultats obtenus n'étaient pas les meilleurs, et on assiste à une acidification des sols par oxydation des sulfures (pyrites) en

---

<sup>1</sup> [www.geolsed.ulg.ac.be/sedim/sedimentologie.htm](http://www.geolsed.ulg.ac.be/sedim/sedimentologie.htm)

sulfate de fer (jarosite) et acide sulfurique. Résultat, des milliers d'hectares ont ainsi été stérilisés. Une décennie après de nouveaux projets d'aménagements ont été proposés dans quelques vallées affluentes de la Casamance dont Bignona, Kamebeul, Soungrougrou, etc.

MARIUS (1984), dans sa thèse avance le rôle que devait jouer les AHA dans la relance du secteur rizicole dans les vallées de la Casamance. C'est dans ce cadre qu'il démontre que l'objectif des aménagements était de maîtriser la salinité des eaux et des sols en construisant des digues et des barrages anti-sels. Mettre en place une digue en terre pour barrer le lit majeur du marigot au-dessus du niveau de plus hautes eaux, sur le lit mineur mettre en place un « barrage complète » et béton, muni de portes battantes en bois qui assure l'évacuation des eaux en amont afin de dessaler les terres et empêcher l'invasion du marigot par les eaux marines d'aval. En évitant le contact durant toute la saison des pluies les eaux marines de l'aval, le barrage assure une meilleure efficacité du lessivage naturel et donc un dessalement plus précoce. Et en saison sèche, il s'oppose au reflux des eaux marines dans les marigots. Dans cette mesure, le lit mineur pouvait être mis en valeur (culture du riz) pendant une séquence longue, assurant la production rizicole.

MONTOROI (1996), dans sa thèse, démontre que les projets d'aménagement n'ont pas donné les résultats attendus. Les grands barrages comme Guidel et Affiniam qui ont été mis en place au courant des années 1980, ont vu leur mode de gestion hydraulique de départ être en total inadéquation avec les conditions du milieu, une analyse partagée par (BARY, 1989 ; BARY et POSNER, 1985 a, 1986 ; BARY et *al.*, 1986, 1989 a).

DIOUF (2013), dans son travail de thèse, s'intéresse aux ouvrages hydrauliques et leurs modèles de gestion de l'eau dans le bassin du fleuve Casamance. Ce travail enseigne que les objectifs de mise en place du barrage d'Affiniam n'ont pas été atteints. Il était prévu un rendement de l'ordre de 2,5 à 3 tonnes/ha dans la vallée. Depuis sa mise en service en 1987, cette prévision n'a pas été atteinte dans la vallée à cause aussi du déficit pluviométrique, n'assurant pas le dessalement efficace des terres rizicoles.

L'exploitation de ces documents enseigne en générale sur la question de notre objet de recherche et en particulier sur l'espace d'étude, le bassin versant du marigot de Bignona. Les objectifs de ces documents exploités sont variés :

- comprendre l'évolution du gradient pluviométrique en Afrique de l'Ouest dans le temps et dans l'espace ;

- faire ressortir la chronologie des épisodes de sécheresses dans l'histoire de l'Afrique de l'Ouest ;
- démontrer les liens de cause à effet des différentes phases d'humidité et les variations du niveau de la mer et le façonnement de l'estuaire de la Casamance et son réseau hydrographique ;
- comprendre la variation longitudinale de la salinité du fleuve Casamance ;
- comprendre l'évolution de la qualité des sols en Afrique de l'Ouest ;
- expliquer les forces et faiblesses du grand barrage hydro-agricole d'Affiniam en fonction des objectifs de sa création.

De ces études, il n'est remarqué aucun travail qui traite spécifiquement des relations de ces trois paramètres : dégradation des conditions climatiques, qualité des sols rizicoles et aménagements hydro-agricoles dans la vallée du marigot de Bignona. Comme on l'a constaté dans la revue bibliographique, la plupart des résultats font état du climat et ses variations à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest. Quelques résultats mettent en exergue l'évolution du climat en Basse Casamance. Sur la qualité des sols rizicoles, on constate que l'essentiel des résultats abordent la compréhension de la salinité et l'acidité des sols rizicoles. Quant aux aménagements, l'essentiel des résultats portent sur la connaissance de la fonctionnalité des grands aménagements hydro-agricoles. D'où l'intérêt de cette recherche qui place les enquêtes ménages au centre de cette investigation tout en alliant celle-ci avec les prélèvements d'échantillon de sols dans les vallées.

### **1.3 Formulation de la problématique**

La fluctuation de la pluviométrie a été marquée, dans l'histoire de l'Afrique de l'Ouest, par une importante diminution des précipitations, surtout dans les années 1970 et 1980. Elle se matérialise par la baisse de la pluviométrie, la réduction du débit hydrologique des fleuves, marigots et rivières. Elle a engendré aussi la dégradation du couvert végétal qui a favorisé l'érosion hydrique et éolienne. Ces dernières ont entraîné l'appauvrissement des sols en matières organique et l'ensablement des vallées (dégradation mécanique des sols).

À l'échelle du Sahel, la péjoration climatique est marquée par une migration des isohyètes vers le sud, une progression de la désertification. Cette situation a influé négativement les activités agricoles, provoquant la baisse de la production agricole. Cela a favorisé l'insécurité alimentaire et la pauvreté en milieu rural.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le choix de notre thème de recherche qui met en relation: la dégradation des conditions climatiques, la qualité des sols et les aménagements hydro-agricoles dans le bassin versant du marigot de Bignona. Un thème qui s'inscrit dans un contexte géographique de crise environnementale globale.

A ce propos, DACOSTA *et al.* (1996) font remarquer que la pluviométrie a beaucoup évolué au Sénégal. De 1968 à 1970, les pluies annuelles moyennes variaient de 1600 mm, au sud-ouest à 400 mm, au nord du pays. Durant le pas de temps 1971-1992, cette moyenne a chuté de 400 mm à 200 mm pour se retrouver entre 1200 mm et 200 mm. D'autres études plus récentes ont montré que la dégradation des précipitations est la conséquence directe des épisodes de sécheresse. Une conséquence qui a déstabilisé les systèmes de production du monde rural, accélérant en même temps l'exode rural. A cet effet, SANE *et al.* (2011), montrent que cette sécheresse a affecté fortement la campagne sénégalaise engendrant une faible production agricole, un tarissement précoce des points d'eau, favorisant un déplacement des populations vers les villes.

PRADE *et al.* (1990) mentionnent qu'en années « normales » la pluviométrie s'avérait d'une manière générale suffisante, en intensité et en durée, de manière à permettre le dessalement, en surface du moins, et assurer une riziculture inondée. Cet état de fait n'est pas observé depuis la sécheresse des années 1970, à tel point que les écoulements d'eau douce dans le fleuve Casamance et ses affluents avaient eux-mêmes cessé. De fait, les études élaborées en rapport avec la dégradation des sols des rizières en Casamance ont montré qu'il existe un lien entre la dégradation des conditions pluviométrique et l'état des rizières. A ce propos, PRADE *et al.* (1990) indiquent que les espaces rizicoles sont affectés par divers processus toxiques : acidification et hyper salinisation consécutive aux déficits hydriques.

Dès lors des stratégies de lutte contre la dégradation des terres rizicoles par salinisation, acidification ont été initiées. Ainsi, des aménagements ont été préconisés dans les vallées. C'est dans ce cadre que des digues et des barrages anti-sels ont été construits pour protéger et dessaler les sols rizicoles de manière à permettre la riziculture.

Cependant, selon MANZELLI *et al.* (2015), on assiste dans les vallées à une dégradation continue de l'environnement et des systèmes de production traditionnelle. Cela est également observée dans les vallées qui ont fait l'objet de réhabilitation et d'aménagement pendant les dernières années avec la mise en place d'ouvrages hydrauliques (barrages anti-sels et digues

de rétention) et pour lesquelles on note une régression progressive des rendements et des surfaces cultivées.

La problématique soulevée aborde la dégradation des conditions climatiques, la qualité des sols rizicoles et les aménagements hydro-agricoles dans le bassin versant du marigot de Bignona. Elle démontre spécifiquement les impacts de la variabilité pluviométrique et des aménagements sur la qualité des sols rizicoles. En effet, le rôle que jouent les aménagements hydro-agricoles (barrage d’Affiniam) dans l’état actuel des rizières de la vallée du marigot de Bignona.

#### **1.4 Questions de recherche**

La question centrale de recherche est : quelle est la part respective de la variabilité climatique, et des aménagements hydroagricoles dans l’évolution de la qualité des sols dans la vallée de Bignona ?

Les questions de recherche spécifiques suivantes découlent de la question centrale :

- 1- depuis la construction du barrage d’Affiniam, l’état des rizières s’est-il empiré ou amélioré ?
- 2- l’état actuel des sols rizicoles est-il lié aux aménagements hydro-agricoles ou aux conditions climatiques ?
- 3- est-ce que les mesures d’adaptation à la dégradation des sols rizicoles sont-elles efficaces dans les vallées du marigot de Bignona?

#### **1.5 Dimension géographique de la recherche**

La portée géographique de cette recherche est physique et humaine dans la mesure où elle prend en compte le climat, le sol et l’aménagement. Cependant, il faut noter qu’il est ici question de l’interaction de facteur naturel (le climat) et de facteur anthropique (aménagement) sur le sol qui est un support physique des activités humaines. Vu sous cet angle, cette recherche est à l’interface de la géographie physique et de la géographie humaine : cadre physique en tant que support des activités agricoles. En effet, cette recherche s’inscrit à l’échelle du bassin versant du marigot de Bignona, un affluent du fleuve Casamance.

## **1.6 Les objectifs de recherche**

L'objectif général de cette recherche est de démontrer les impacts de la dégradation des conditions climatiques et des aménagements hydro-agricoles sur la qualité des sols rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona.

Cet objectif général est scindé en trois objectifs spécifiques :

- 1- analyser les impacts de la dégradation des conditions climatiques sur la qualité des sols rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona ;
- 2- évaluer la qualité des sols rizicoles et des infrastructures hydroagricoles le long de la vallée du marigot de Bignona ;
- 3- faire un diagnostic des mesures d'adaptation à la dégradation des sols rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona ;

## **1.7 Les hypothèses de recherche**

L'hypothèse principale est la suivante : les conditions climatiques et les aménagements hydro-agricoles modifient la qualité des sols rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona.

De cette hypothèse principale découlent trois hypothèses spécifiques :

1. Les conditions climatiques définissent la qualité des sols rizicoles.
2. les aménagements hydro-agricoles accélèrent le processus de dégradation des sols agricoles (rizicoles).
3. Les mesures d'adaptation à la dégradation des sols rizicoles sont inefficaces dans bassin versant du marigot de Bignona.

## **1.8 Cadre théorique et opératoire**

Trois points sont abordés dans le cadre théorique et opératoire : la définition conceptuelle, le modèle d'analyse conceptuel et la définition opérationnelle.

### **1.8.1. Définition conceptuelle**

Cette partie est réservée à la définition des principaux concepts de la recherche initiée dans ce travail scientifique. Elle consiste à les définir afin de faciliter aux lecteurs la compréhension du contenu de la thèse. Les concepts ciblés sont les suivants : Dégradation des Conditions Climatiques (DCC), Qualité des sols rizicoles (QSR), et Aménagements Hydro-Agricoles (AH-A).



**La Dégradation des Conditions Climatiques (DCC).** D'après la Note de Recherche Coalition Eau (2014) « le climat est un phénomène global et complexe qui a des conséquences sur l'ensemble des formes de vie de la planète ». Selon l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), le climat est « la synthèse des conditions météorologiques d'une région donnée, caractérisée par les statistiques à long terme des variables de l'état de l'atmosphère ». Le climat est caractérisé par les éléments suivant : la température, la précipitation, et le vent. Il se décrit comme un système où l'ensemble de ses éléments interagissent.

Ainsi la Dégradation des Conditions Climatiques (DCC) peut être défini comme une déstabilisation du fonctionnement normal des éléments (température, précipitation et vent) du climat.

**Qualité des Sols Rizicoles (QSR).** Le sol, un milieu physique, fragile et très complexe, qui est longtemps considéré comme un simple support pour l'agriculture. Alors qu'il est un milieu vivant, qui est à l'interface entre la biomasse, l'atmosphère et l'hydrosphère (ATUANYA et CHKRABARTI, 2003).

Cependant, la santé d'un sol résulte des interactions multiples qui existent entre des composantes physicochimiques et biologiques, notamment les communautés microbiennes, primordiales pour le fonctionnement du sol (ROUAG et *al.*, 2014). Toutes ces composantes permettent d'établir la qualité d'un sol.

Dès lors, plusieurs définitions de la qualité des sols ont été proposées. D'abord, la qualité des sols a été uniquement associée à la production, et ensuite uniquement à l'environnement. Enfin, la définition de la qualité des sols par DORAN et PARKIN (1994) et reprise par COLL et *al.* (2012) prend en compte ces deux composantes. D'après ces derniers, la qualité d'un sol est «*la capacité d'un sol à fonctionner en maintenant la productivité biologique, la qualité de l'environnement et la santé des plantes et des animaux* ». CHRISTOPHE CALVARUSO et *al.* (2019) :

*« Le sol est un maillon central du fonctionnement des écosystèmes et des grands cycles globaux de l'eau, de l'air et des éléments. Il contribue aux multiples services que ces écosystèmes rendent à nos sociétés. L'Homme dépend ainsi du sol pour l'essentiel de son alimentation, de son approvisionnement en eau de qualité, de sa santé et le bien-être ».*

Dans le cadre de cette recherche, on peut définir la qualité des sols rizicoles comme l'ensemble des paramètres physico-chimiques qui permettent de déterminer la capacité d'un sol à être fertile ou infertile à la culture du riz.

**Les Aménagements Hydro-Agricoles (AH-A).** La gestion de l'eau est un facteur clé de la production agricole et qui a un impact majeur sur le rendement des cultures. Autant un manque d'eau peut s'avérer néfaste pour les plantes, autant il est primordial d'éliminer les excès d'eau en ayant recours au drainage de surface ou au drainage souterrain. Cependant, la réalisation de tels travaux n'est pas sans effets sur les cours d'eau. L'érosion et la dégradation des berges en sont des conséquences potentielles à éviter RUF (1992).

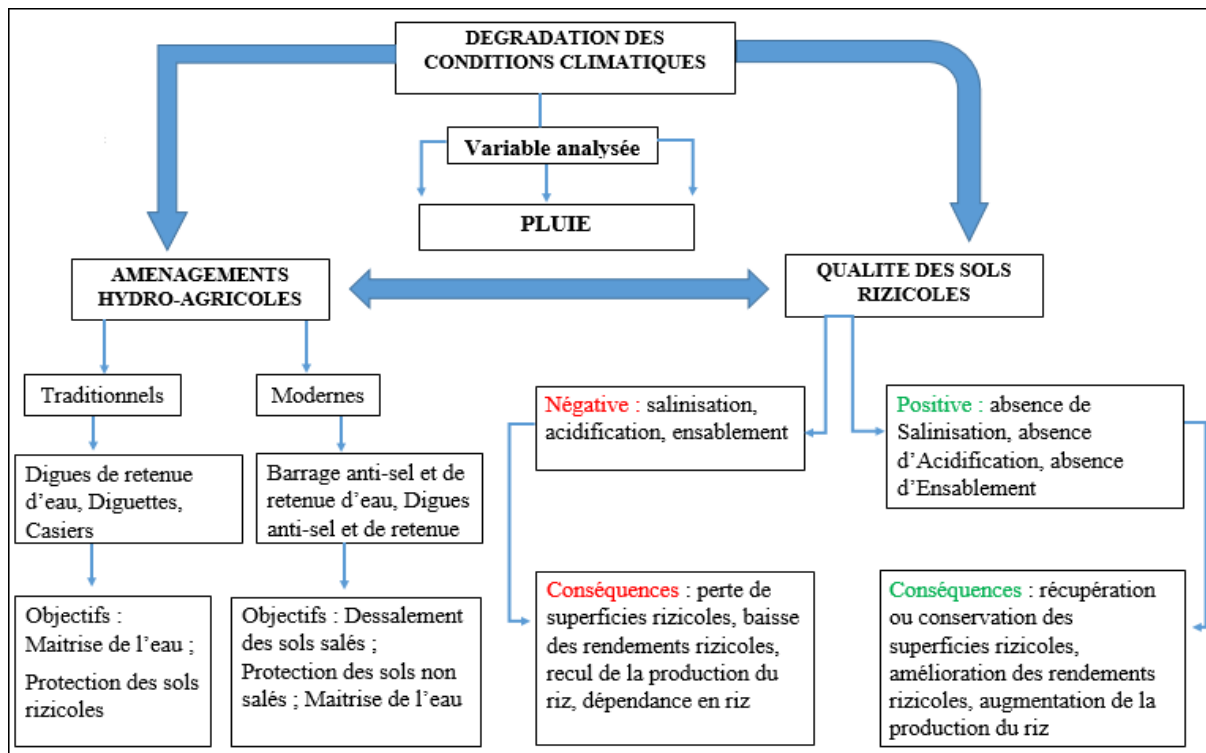
D'après RUF (1992), le concept « Aménagement hydro-agricole » peut se définir :

*« comme une construction complexe et fragile pour rendre artificiel le milieu cultivé, intégrant les conditions, facteurs ou contraintes climatiques, pédologiques et hydrauliques. Sa pérennité dépend de la « maîtrise de l'eau » par la société : cette notion couvre un champ d'activités humaines immense : la création d'infrastructures ; elle pose le problème d'accès à la ressource hydrique dans la société concernée par l'aménagement et par la société périphérique de l'aménagement ; elle aborde la gestion quotidienne du partage de la ressource hydrique et suppose la réussite de l'entretien de l'ensemble des systèmes artificiels ».*

Dans le cadre de cette recherche, l'aménagement hydro-agricole peut être défini comme l'ensemble des techniques de gestion et de contrôle de qualité de l'eau et du sol afin de permettre une activité rizicole rentable.

### **1.8.2. Modèle d'analyse conceptuel**

Le modèle d'analyse conceptuel permet de comprendre les relations qui existent entre les principaux concepts pris en compte dans cette recherche. Dans cette thèse, il s'agit d'appréhender les rapports de cause à effet entre la dégradation des conditions climatiques, les aménagements hydro-agricoles et la qualité des sols rizicoles. En effet, dans ce modèle, la dégradation des conditions climatiques occupe une place centrale et influence sur le type d'aménagement hydro-agricole et sur la qualité des sols rizicoles. Par ailleurs, les aménagements hydro-agricoles et la qualité des sols rizicoles ont une relation d'interdépendance (figure 4).



**Figure 4 : Schéma d'analyse du modèle conceptuel**

### 1.9. Originalité de la recherche

Cette recherche tire son originalité dans la démarche adoptée. Elle s'organise en trois étapes :

- la première étape se focalise sur les conditions climatiques ;
- la deuxième étape s'intéresse à la qualité des sols ;
- la troisième étape traite des aménagements hydro-agricoles.

Ces trois étapes de la revue documentaire cherchent à capitaliser les connaissances sur la question de la recherche. Cependant, cette recherche cherche à déchiffrer les liens qui existent entre ces trois paramètres : conditions climatiques, qualité des sols et aménagements hydro-agricoles à l'échelle du bassin versant du marigot de Bignona. Elle se base sur les paramètres physiques et les mutations sociales pour comprendre la dynamique de la riziculture dans la vallée du marigot de Bignona.

### Conclusion

Le chapitre 1 a cerné le sujet par le rappel du contexte et la justification de sa pertinence à travers la définition des objectifs, la formulation des hypothèses à vérifier, etc.

La revue documentaire part du général au particulier, résume les travaux menés en Afrique en général et au Sénégal en particulier en Basse Casamance. Ces travaux traitent des thématiques similaires à l'objet de cette recherche. Le chapitre 1 a permis d'introduire le chapitre 2 qui traite de la méthodologie de recherche.

## **Chapitre 2 : Approche méthodologique**

Le chapitre 2 porte sur la démarche adoptée pour la collecte et le traitement des données. Ces dernières sont de quatre types : des données socio-économiques, des données d'échantillon de sol, des données pluviométriques et des données cartographiques. Chacune de ces données est traitée suivant une méthode appropriée.

### **2.1. Données**

#### **2.1.1. Données socio-économiques**

Les données socio-économiques permettent d'avoir une appréciation de la population sur la question de recherche « Étude de la dégradation des terres rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona (sud-ouest du Sénégal), de 1951 à 2020 ». Elles rendent compte de la situation sociale et économique dans le contexte de cette étude qui tente de démontrer les liens entre les trois dimensions (Climat, Sol et Aménagements hydroagricoles). Pour la collecte des données socio-économiques, des enquêtes de terrain ont été menées auprès de la population, des structures et des personnes cibles à l'aide d'un questionnaire et de guides d'entretien.

**Questionnaire et Guides d'entretien.** Dans le questionnaire plusieurs thèmes sont soulevés. **Décrire et expliquer la variabilité des conditions climatiques dans le temps et dans l'espace**, est la première partie du questionnaire où il s'agit de comprendre le ou les points de vue de la population (perception) sur le climat en général et la pluviométrie en particulier. Dans cette partie, l'objectif est de comprendre l'évolution de la pluviométrie depuis 1950 dans l'espace d'étude, en se basant sur les observations de la population. C'est ainsi qu'un certain nombre de questions sur la pluviométrie a été adressé aux chefs de ménages. Ces questions traitent de la qualité de la pluviométrie en termes de volume enregistré et de la durée de la saison de pluies. En effet, les questions sont axées sur la pluviométrie dans les années 1950, dans les 20 dernières années et actuellement (Annexe1).

**Examiner et mesurer la qualité des sols rizicoles dans la vallée de Bignona** constituent la deuxième partie du questionnaire qui cherche à faire une évaluation de la qualité des sols rizicoles le long de la vallée du marigot de Bignona. Dans cette partie plusieurs paramètres sont pris en compte afin de caractériser les rizières de la vallée. En effet, l'objectif visé dans cette partie du questionnaire est d'examiner et de mesurer la qualité des sols rizicoles en se basant sur l'expérience et les connaissances des riziculteurs. Dans cette quête, un certain nombre de questions a été formulé (Annexe1) et adressé aux chefs de ménages riziculteurs.

Par conséquent, dans cette partie, il est aussi question de la compréhension des impacts des aménagements hydroagricoles sur la qualité des sols et sur la production rizicole dans la vallée. Pour avoir ces informations, des questions ont été formulées (Annexe 1).

**Faire un diagnostic des infrastructures hydroagricoles (barrage ou digue) le long de la vallée de Bignona** est la troisième partie du questionnaire axée sur l'évaluation des infrastructures hydroagricoles mises en place dans la vallée de Bignona. Dans cette partie, l'objectif est de rechercher les forces et les faiblesses de toutes les infrastructures modernes ou traditionnelles construites dans la vallée afin de les rendre plus performantes. Par la même occasion déterminer le type d'aménagement hydroagricole qui répond le mieux aux attentes de la population. C'est pourquoi, un certain nombre de questions a été formulé (Annexe1)

**Les autres activités annexes** forment la quatrième partie qui met l'accent sur les activités autres que rizicoles pratiquées. Et l'objectif recherché dans cette partie est d'appréhender les mutations socio-professionnelles notées dans la zone d'emprise de la vallée du marigot de Bignona. De plus, déterminer si la mise en place du barrage d'Affiniam a participé à la reconversion de la population dans d'autres activités. Pour la collecte de ces informations, plusieurs questions ont été formulées et adressées aux chefs de ménages riziculteurs (Annexe1).

**Évaluer les impacts de la scolarité des enfants sur l'agriculture, spécifiquement la riziculture**, est la cinquième partie du questionnaire dans le but de déterminer les impacts de la scolarité sur les activités agricoles en générale et sur la riziculture en particulier. L'intérêt de l'évaluation de la scolarité permet d'apprécier ses impacts sur la main d'œuvre jeune dans le secteur agricole. Pour atteindre cet objectif, diverses questions ont été formulées et adressées aux chefs de ménages riziculteurs pour recueillir leurs avis sur la question (Annexe1).

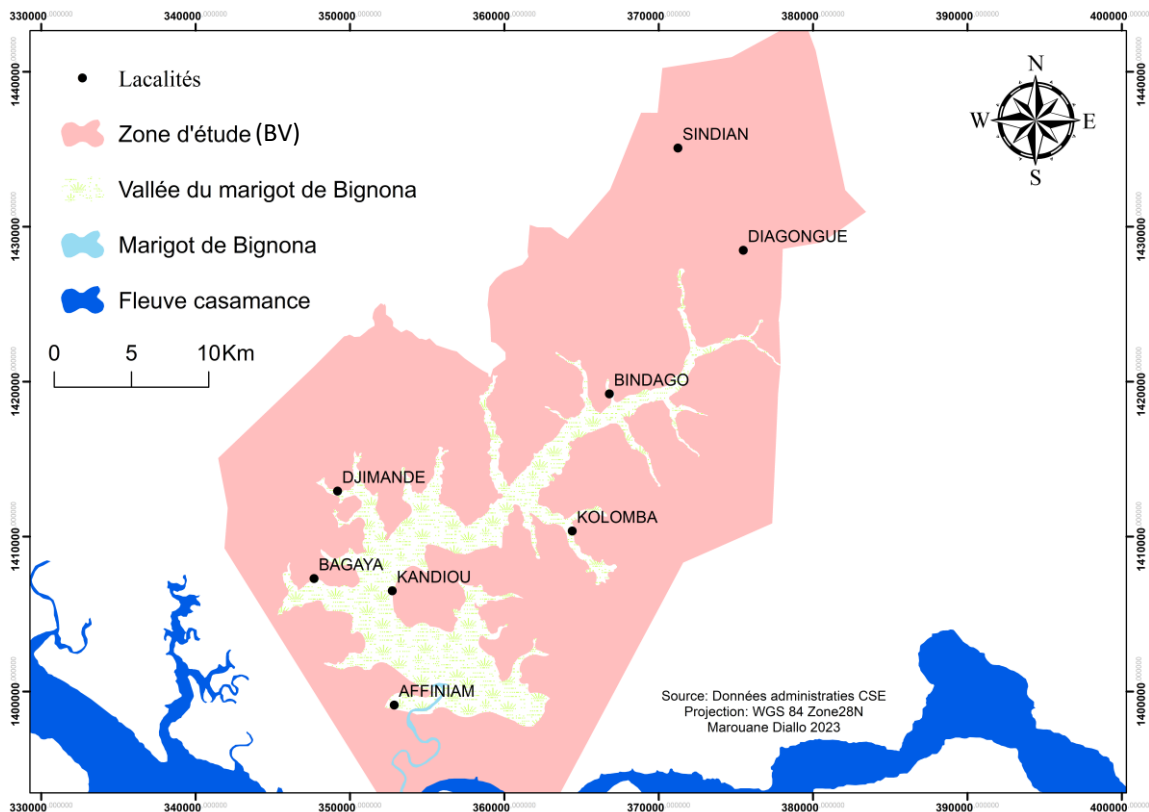
**Évaluer la participation par sexe dans les activités rizicoles et extra-rizicoles** est la sixième et dernière partie du questionnaire. L'objectif est de comprendre le genre qui constitue le pilier de la riziculture dans la zone. De plus, appréhender la place qu'occupent les activités extra-rizicoles (culture de plateau, maraichage et vergers). Ainsi quelques questions ont été formulées aux chefs de ménages riziculteurs (Annexe1).

**L'échantillonnage** repose sur un certain nombre de critères : d'abord sur un espace géographique ; ensuite sur une population cible et enfin sur la question de la recherche initiée.

Ces critères permettent de choisir la méthode d'échantillonnage qui répond au mieux à la question de recherche.

L'espace géographique de la recherche est la zone d'étude. Cette dernière correspond aux villages polarisés par le bassin versant du marigot de Bignona. La population cible quant à elle, c'est la base sociale sur laquelle l'échantillon de ménages à enquêter est choisi. Il faut rappeler que cette population cible est incluse dans l'espace géographique de la recherche. La question de recherche porte sur « Étude de la dégradation des terres rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona (sud-ouest du Sénégal), de 1951 à 2020 ».

Cependant, l'échantillonnage ne se limite pas à déterminer le nombre de ménages à enquêter dans l'espace d'étude, mais aussi de définir dans quels villages l'échantillon sera choisi pour être représentatif afin de répondre au mieux à la question. C'est pourquoi le choix des villages est fait de manière à représenter tout le bassin versant d'amont en aval et de la rive gauche à la rive droite. Il intègre également le barrage d'Affiniam afin de mesurer la portée de ses impacts. La prise en charge de ces préoccupations permet d'homogénéiser la recherche sur l'étendue du bassin versant du marigot de Bignona. D'ailleurs, le choix de l'échantillon de villages dans l'espace d'étude est fait de façon systématique afin de faire ressortir toutes les questions soulevées par la question ou le sujet de recherche. Car tout le travail de terrain n'a concerné que les 8 villages suivants sur les 40 : Djimande, Bagaya, Kandiou, Kolomba, Affiniam Sindian et Diagonque. C'est dans ces villages que les enquêtes socioéconomiques, les prélèvements des échantillons de sol des rizières et la cartographie de l'occupation du sol sont réalisés (figure 5).



**Figure 5 : La répartition spatiale des localités cibles**

Il existe la méthode d'échantillonnage probabiliste et celle non probabiliste. Dans le cas de l'échantillonnage probabiliste, chaque unité a une « chance » d'être sélectionnée et cette chance peut être quantifiée, ce qui n'est pas le cas pour l'échantillonnage non probabiliste où chaque unité incluse à l'intérieur d'une population n'a pas une « chance » égale d'être sélectionnée.

Dans le cadre de cette recherche, les méthodes d'échantillonnages non probabilistes sont plus pertinentes, plus diverses : échantillonnage de commodité ou à l'aveuglette, échantillonnage volontaire, échantillonnage au jugé, échantillonnage par quotas. Parmi ces méthodes non probabilistes, l'échantillonnage de commodité ou à l'aveuglette est la plus adaptée à cette recherche ; elle consiste à choisir des individus au hasard pour participer à l'enquête. Cette manière de faire est courante et elle a l'avantage d'être facile à utiliser et la technique peut donner des résultats exacts lorsque la population est homogène. En effet, dans cette étude le statut d'homogénéité est pris en compte, car la population est constituée uniquement de ménages agricoles.

Pour déterminer le nombre de ménages à enquêter, un taux de sondage de 25 % est appliqué sur la base du total des ménages agricoles (715) de la zone d'étude. Ce qui a permis



d'enquêter 178 ménages agricoles répartis par quota dans les villages de la zone d'étude. Le choix de ce taux de sondage est basé sur la représentativité de l'échantillon de ménages à enquêter dans la zone d'étude. Ainsi, le quota de chaque village est calculé sur la taille des 25 % en appliquant la formule suivante : Pourcentage de ménages par village (Pm) = (nombre de ménage par village (nm)/ nombre total de ménage à enquêter dans la zone d'étude (Nm)) x 100. En effet, une personne est interrogée dans chaque ménage. Les personnes éligibles sont âgées de 50 ans ou plus. Cette tranche d'âge permet d'avoir des informations plus fiables sur l'évolution de la pluviométrie, de l'activité rizicole et sur la dynamique de l'occupation du sol. Les données RGPHAE de 2013 sont utilisées pour calculer la correspondance du taux de sondage de 25 % et le quota de ménage enquêté pour chaque village (tableau 2).

**Tableau 2 : Échantillon des villages enquêtés dans l'espace d'étude**

Villages	Concessions	Ménages	Hommes	Femmes	Population	Taux d'échantillon par village	Échantillon de ménages par village
<b>Bagaya</b>	118	127	373	406	779	17,8 %	32
<b>Djimande</b>	64	112	317	307	624	15,7 %	28
<b>Affiniam</b>	282	335	903	889	1792	46,8 %	83
<b>Kandiou</b>	47	49	201	181	382	6,8 %	12
<b>Kolomba</b>	75	76	282	267	549	10,6 %	19
<b>Bindago</b>	14	16	41	36	77	2 %	4
<b>Totaux</b>	600	715	2117	2086	4203	100 %	178
<b>Taux de sondage = 25 %</b>	Nm = NM ( nombre total de ménage de la zone d'étude )x Taux de sondage						
<b>Formule</b>	<b>Pm = nm / Nm x 100</b>						

**Enquêtes de terrain :** c'est un exercice qui consiste à parcourir les villages pour collecter des données quantitatives et qualitatives auprès des ménages agricoles à l'aide d'un questionnaire. Il faut rappeler que la phase des enquêtes est précédée d'une phase de pré-enquêtes. Cette dernière est une visite durant laquelle, des rencontres sont effectuées avec les chefs de villages pour leur annoncer le prochain passage. L'objectif de la phase pré-enquête est de faire connaissance avec les chefs de village puis leur présenter les objectifs de la visite et de la recherche initiée. Pendant la rencontre avec chaque chef de village, les grands axes du travail à mener sont déclinés et expliqués, afin qu'il informe la population de l'objectif de la visite, pour faciliter le déroulement des enquêtes à effectuer. Les enquêtes auprès des ménages sont une étape importante de la recherche, elles requièrent le maximum de concentration et une maîtrise parfaite du questionnaire. Car la qualité des données et l'originalité du travail en

dépendent largement. Les enquêtes ménages permettent de collecter des données socioéconomiques. Ces données permettent de comprendre les avis de la population sur le sujet « Étude de la dégradation des terres rizicoles dans le bassin versant du marigot de Bignona (sud-ouest du Sénégal), de 1951 à 2020 ». La personne ciblée pour les besoins de l'enquête est le chef de ménage.

### **2.1.2. Les données sur les sols**

Les données sur les sols constituent un pilier fondamental car elles permettent de caractériser la vallée du marigot de Bignona. Ces données déterminent la granulométrie, le taux de matière organique et la composition physico-chimique des différentes vallées rizicoles. Le choix de ce protocole est en phase avec les objectifs de la recherche.

Les prélèvements des échantillons de sols sont faits dans les rizières des villages suivants : Sindian, Diagongue, Djimande, Bagaya, Affiniam, Kandiou, Kolomba. Deux périodes ont été choisies pour effectuer les prélèvements d'échantillon de sol : la deuxième quinzaine du mois de mai et la deuxième quinzaine du mois de septembre, respectivement en saison sèche et en saison des pluies. Dans chaque villages deux puits ont été creusés, un en mai et un en septembre dans le même site. Pour chaque profil trois échantillons ont été prélevés repartis en trois horizons : 0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm. Au total 48 échantillons ont été prélevés en 2019. Par rapport aux objectifs de recherche, la détermination de la granulométrie, du taux de matière organique et de la composition physico-chimique des sols permet de les qualifier qualitativement par rapport à l'activité rizicole.

Les analyses granulométriques permettent de tester si la présence du sable dans la vallée est une anomalie ou non, en déterminant ses origines.

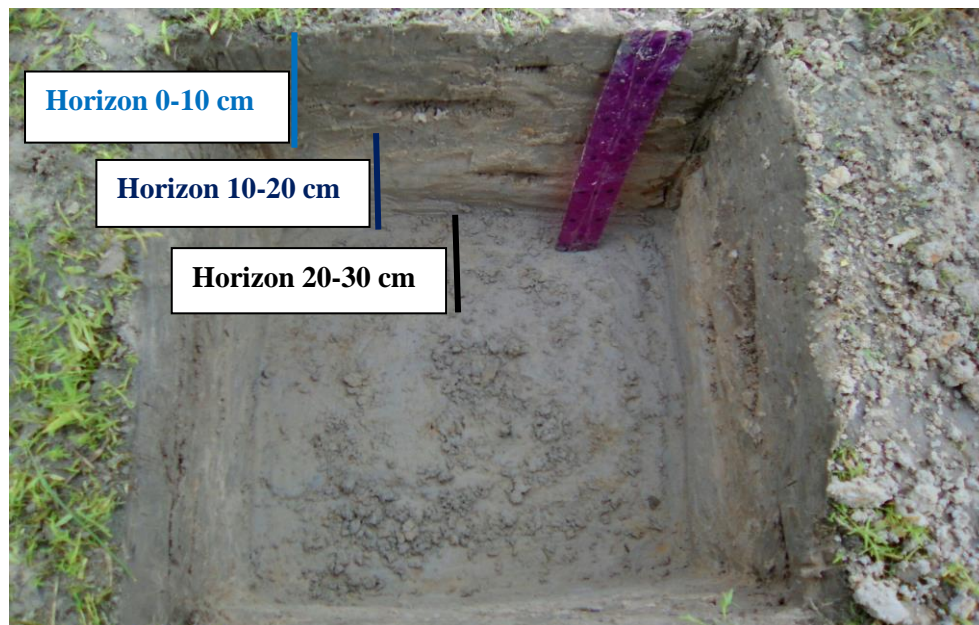
L'objectif de ces prélèvements est de comprendre le rapport entre la qualité des sols rizicoles et la dégradation des conditions climatiques d'une part, et le rapport entre ces deux paramètres et les aménagements hydro-agricoles d'autre part.

**Description de l'environnement du site des profils.** Les sites des profils de prélèvement des échantillons de sols sont répartis d'amont en aval dans la vallée du marigot de Bignona. La topographie des milieux est généralement plate et les vallées sont exondées au mois de mai et inondées au mois de septembre. Au mois de mai, la plupart des rizières présentent un sol nu, seules quelques rizières des sites de prélèvement sont recouvertes d'herbe morte ou des restes de récoltes de riz. Le paysage végétal se caractérise par un tissu d'arbres et arbustes qui

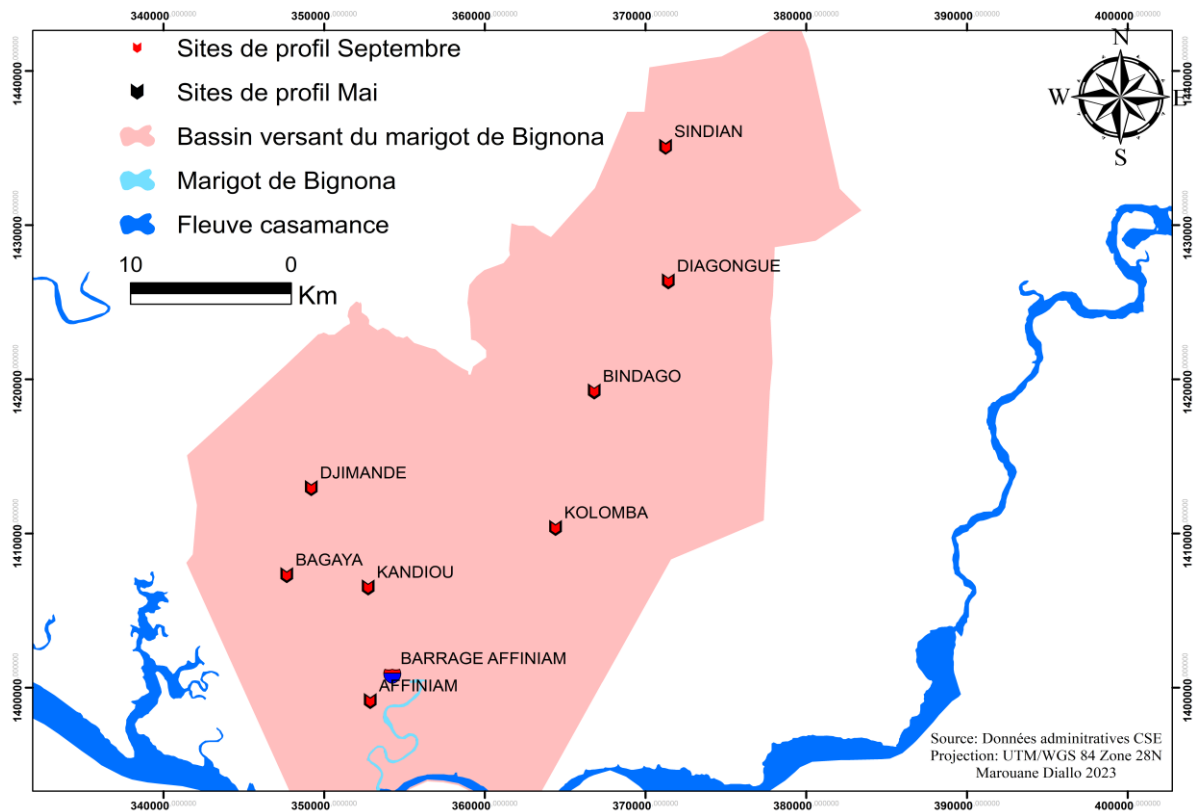
bordent les vallées rizicoles. Néanmoins, il subit une dégradation par endroit liée à l'action de l'homme. Au mois de septembre, la végétation est verdoyante et le tapis herbacé est dense sur les bordures des vallées rizicoles, et par conséquent toutes les vallées rizicoles sont recouvertes d'herbe.

**Les mesures prises pour la réalisation de chaque profil.** La préparation des sites des puits de prélèvement a consisté à délimiter et à désherber la place avant de creuser. Chaque profil respecte les normes suivantes : les dimensions du profil (30 cm de côté et 30 cm de profondeur). Ainsi, trois horizons (0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm) ont été définis en fonction des objectifs de la recherche.

Après avoir mesuré les côtés du profil, on procède étape par étape. La première étape a consisté d'abord à creuser le premier horizon (0-10 cm) sur lequel, des prélèvements sont effectués sur les quatre cotés et au milieu pour constituer l'échantillon qui est mis dans un sachet plastique étiqueté. La même procédure est appliquée pour l'horizon 10-20 cm et l'horizon 20-30 cm (photo 1). Au total 16 puits ont été réalisés dont 8 au mois de mai et 8 au mois de septembre 2018. En effet, les profils de prélèvement du mois de mai et du mois de septembre sont réalisés dans les même sites afin de comprendre la variation saisonnière des paramètres physico-chimiques du milieu (figure 6). Chaque puit est géo-localisé par un système de coordonné GPS (Tableau 2).



**Photo1 : Profil de prélèvement d'échantillon de sol à trois horizons**



**Figure 6 : Localisation des profils de prélèvement d'échantillon de sol**

**Tableau 3: Coordonnées GPS des profils de prélèvement d'échantillon de sols**

Site des profils	Coordonnées GPS Mai		Coordonnées GPS Septembre	
	X	Y	X	Y
Bindago	366 857,597	1 419 406,926	367 090,947	1 419 290,251
Djimande	349 356,344	1 413 106,475	349 006,319	1 413 223,150
Kolomba	364 524,096	1 410 422,949	364 524,096	1 410 539,624
Bagaya	347 956,243	1 407 506,074	347 489,543	1 407 506,074
Kandiou	352 623,244	1 406 689,349	352 623,244	1 406 689,349
Affiniam	352 856,594	1 399 222,147	352 973,269	1 399 338,822
Sindian	371 174,572	1 435 391,403	371 291,247	1 435 274,728
Diagongue	371 291,247	1 426 524,102	371 291,247	1 426 640,777

### 2.1.3. Les données cartographiques

La spatialisation de l'information géographique repose sur des bases solides. Ces dernières dépendent de la qualité de la donnée spatiale (captures d'image Google Earth, images corona, images satellites, points GPS, Shape fille et prise de photo). La cartographie du bassin versant

du marigot de Bignona cherche à appréhender l'évolution de l'occupation du sol avant et après la construction et mise en service du barrage d'Affiniam.

Pour les besoins du travail des image multi-dates ont été téléchargées sur différentes sites : Earth explorer et Google Earth pro. Les supports « Shape file » sont obtenus auprès du Centre de Suivi Écologique (CSE) du Sénégal, les points GPS et les photos d'illustration sont prises sur le terrain à l'aide d'un GPS et d'un appareil photographique. Trois types d'image ont été utilisés pour la spatialisation de l'information : l'image satellite multi-spectrale LandSat TM (1987), l'image corona (1968) et l'image Google Earth pro (2018) avec le maximum de résolution.

#### **2.1.4. Les données climatiques**

L'analyse du climat repose sur les données pluviométriques du poste de Bignona. La station synoptique de Ziguinchor a été choisie pour corriger les lacunes de celui de Bignona. Car elle a presque les mêmes caractéristiques que le poste pluviométrique de Bignona. Les données pluviométriques sont obtenues auprès de l'ANACIM.

### **2.2. Méthodes**

Les méthodes de traitement sont en fonction des données disponibles. Chaque donnée est traitée pour fournir une ou des informations. Dans cette recherche, plusieurs données sont utilisées : des données d'enquêtes socioéconomiques, des données pédologiques, des données climatiques et des données cartographiques. Par conséquent, chaque type de données nécessite une méthode de traitement appropriée. La qualité de la production scientifique dépend largement de la qualité des méthodes de traitement utilisées, d'où l'importance de la description de chacune d'elle.

#### **2.2.1. Traitements des données d'enquêtes socioéconomiques**

Les méthodes utilisées pour le traitement des données d'enquêtes socioéconomiques reposent sur l'utilisation des logiciels Sphinx et Excel.

Dans un premier temps, le travail a consisté à une codification du questionnaire dans « Sphinx » pour faciliter la première étape primordiale qui est le dépouillement. La codification est un exercice très sérieux car la qualité des résultats qui découlent de ces traitements en dépendent fortement. C'est pourquoi elle requière attention et concentration lors de l'exercice pour éviter les erreurs qui risquent de biaiser les résultats. La codification du questionnaire dans « Sphinx », consiste à définir les caractéristiques de chaque question en indiquant dans les

paramètres si elle est numérique ou texte, à choix unique ou multiple et quantitative ou qualitative. Les questions qui nécessitent des réponses quantitatives sont paramétrées de façon à prédéfinir les réponses soient numériques ou textes à choix unique ou multiple afin de les rapporter plus aisément dans « Sphinx ». Toutefois, les questions d'ordre qualitatif sont paramétrées de façon à permettre la saisie de tout le contenu de la réponse apporté par l'interlocuteur. Le respect de ces critères de codification rend facile le travail de dépouillement. Après avoir terminé la codification du questionnaire, place au dépouillement des fiches d'enquête. Cette étape a consisté à rapporter les résultats d'enquête dans « Sphinx » fiche après fiche afin de constituer une base de données statistiques exploitable. C'est à partir de cette base de données que tous les traitements statistiques qui ont suivi, sont faits. Tous ces traitements ont permis d'avoir une lecture sur la dégradation des conditions climatiques, qualité des sols rizicoles et aménagements hydro-agricoles dans le bassin du marigot de Bignona.

Dans un deuxième temps, le traitement des données d'enquêtes socioéconomiques a consisté à l'exploitation de la base de données statistiques. Cette étape est également réalisée sur « Sphinx ». Les traitements appliqués sur « Sphinx » sont automatiques et permettent d'afficher en même temps les résultats pour chaque étape du questionnaire. Ce premier traitement a permis d'avoir une première lecture sur les résultats de façon singulière en mettant en exergue les tendances de chaque question dans les villages cibles. Après ce premier traitement superficiel, d'autres traitements plus poussés sont aussi appliqués dans l'optique de faire ressortir les évolutions ou les mutations notées du point de vue socioéconomique dans le bassin versant, tout en croisant les trois dimensions géographiques (climat, sol et aménagement hydroagricoles) avancées dans cette recherche. Leurs croisements ont permis d'observer les relations entre elles et leurs influences sur le secteur agriculture en générale et la riziculture en particulier. Les résultats issus de ces croisements révèlent les complexités de ces dimensions dans les mutations socioéconomiques observées dans le bassin versant du marigot de Bignona. Cependant, le reste du traitement est réalisé sur « Excel ».

Dans un troisième temps, le traitement est essentiellement focalisé sur l'amélioration du rendu des graphiques et des tableaux, et le calcul de certains paramètres utiles pour la recherche, qui n'existent pas dans « Sphinx ». Il s'agit de traitements plus affinés des résultats d'enquête, qui consistent à effectuer des requêtes et des calculs qui n'existent pas dans les paramètres de « Sphinx » d'où l'utilisation de « Excel » pour plus de facilité dans le travail. L'utilisation de

« Excel » a permis de calculer des moyennes, et d'apprécier l'évolution sous forme de tableau ou graphique de l'autosuffisance moyenne en riz depuis 1950.

### **2.2.2. Traitements des paramètres de sol**

Deux types de traitements sont appliqués aux échantillons de sols, l'analyse granulométrique et l'analyse physico-chimique. L'analyse granulométrique permet de caractériser la composition sédimentaire des vallées concernées par cette recherche dans le but de définir les origines des sédiments et les facteurs intervenant dans ce processus. L'analyse physico-chimique quant à elle permet de comprendre la composition physico-chimique du milieu dans l'optique de définir si les vallées sont propices à la riziculture. Par conséquent, ces deux types de traitement des paramètres du sol sont distincts et nécessitent plusieurs étapes avant d'arriver au résultat final.

**L'analyse granulométrique** s'est faite en trois étapes : la pré-analyse, l'analyse et la post-analyse.

**La pré-analyse** regroupe le séchage, la désagrégation, et le tamisage.

- **le séchage** est la première étape du traitement granulométrique. Il consiste à préparer les échantillons pour les étapes qui vont suivre. Cependant, un certain nombre de précautions sont prises, parmi lesquelles, la préparation des tables de séchage qui a consisté à les recouvrir de papier journal. Par la suite, les échantillons de sol sont versés sur les tables à séchage puis étalés (photo 2).



**Photo 2 : Table de séchage des échantillons de sol (Diallo 2019)**

- **la désagrégation**, est une technique qui permet de séparer les agrégats les uns des autres. L'échantillon est mis dans un mortier, à l'aide d'un pilon on applique des coups raisonnables afin de dissocier les agrégats sans causer beaucoup de dommage sur la structure de base. Après avoir bien dissocié les agrégats de l'échantillon (photo 3), il est passé à tamis.



**Photo 3 : Outil de désagrégation d'échantillon de sol (Diallo 2019)**

- **le tamisage** est un exercice qui consiste à faire passer l'échantillon après avoir bien séparé les agrégats à travers un tamis à mailles carrés de 2 mm de diamètre. Le choix du tamis de 2 mm de diamètre est dicté par le calibrage de l'appareil d'analyse. Après avoir passé au tamis les échantillons, ils sont mis dans des étuves bien étiquetées (photo 4 : a et b).

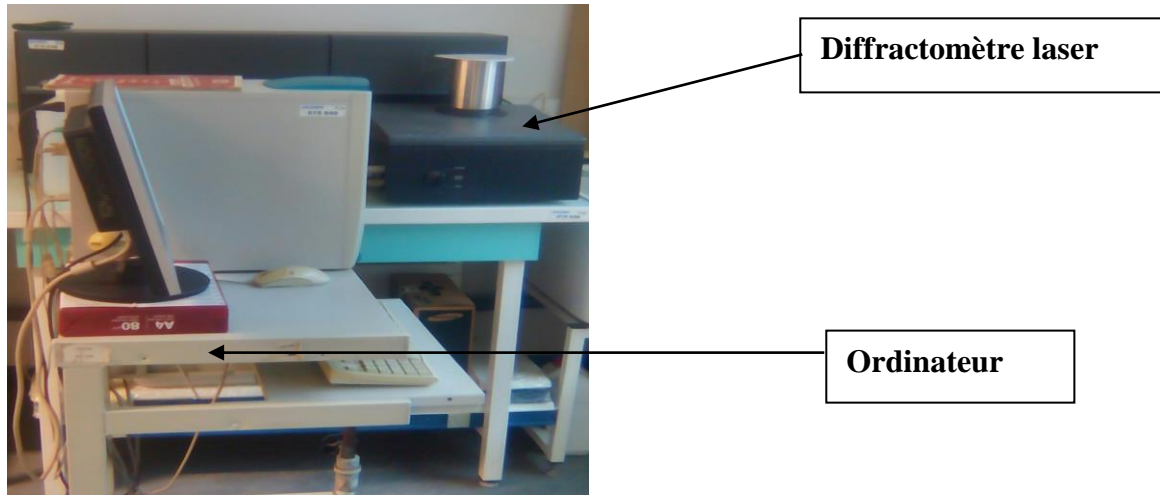


**Photo 4 : Tamis de 2 mm (a) étuve à échantillon (b), Diallo (2019)**

- **l'analyse des échantillons par diffraction laser** requière des préalables. Toutefois il faut commencer par la configuration de la machine et la description de l'échantillon. Une fois l'échantillon décrit, il est identifié puis le diffractomètre laser est configuré en fonction du diamètre du tamis (2 mm). On met l'échantillon passé au tamis de 2 mm de diamètre dans le



tube du diffractomètre laser pour commencer l'analyse. À la fin de l'analyse, les résultats sont enregistrés sous format Excel sur l'ordinateur. En effet, l'appareil d'analyse granulométrique est composé du diffractomètre laser et de l'ordinateur (photo 5).



**Photo 5 : Composition de l'appareil d'analyse granulométrique (Diallo 2019)**

- **Post-analyse** se focalise sur le traitement statistique des résultats de la diffraction laser des échantillons de sol. Cette étape est ultime pour comprendre et caractériser la composition granulométrique d'un échantillon de sol. Elle permet d'identifier le sédiment prédominant sur le site ou la zone de prélèvement. Pour cela un certain nombre de calculs sont faits sur Excel. Ces calculs sont entre autres : le grain moyen ( $M_o$ ), l'asymétrie ( $S_k$ ) ou Skewness, l'indice acuité ( $K_g$ ) ou Kurtosis, l'indice de tri ( $S$ ).

La Moyenne ( $M_o$ ), c'est la taille du grain moyen. Elle concerne en théorie l'ensemble de la courbe. L'indice retenu est celui proposé par FOLK et WARD en 1957.

$$\text{Grain moyen } (M_o) = Q_{16} + Q_{50} + Q_{84} / 3$$

Asymétrie ( $S_k$ ) ou Skewness est un indice traduisant la déformation de la courbe du sédiment par rapport à la courbe de Gauss. Il compare les étendues respectivement de chaque extrémité de la courbe et indique quelle population est sous-dominante (FOLK et WARD 1957).

$$\text{Asymétrie } (S_k) = ((Q_{84} + Q_{16} - 2Q_{50}) / 2(Q_{84} - Q_{16})) + ((Q_{95} + Q_5 - 2Q_{50}) / 2(Q_{95} - Q_5))$$

Il varie entre +1 et -1 ; un indice négatif traduit une prédominance de la partie fine alors qu'un indice positif traduit une partie grossière prédominante. La valeur absolue de l'indice varie en fonction de l'intensité de la fraction dominée. Le tableau 3 illustre la signification de l'échelle de l'indice d'Asymétrie ( $S_k$ ) ou Skewness (FOLK et WARD, 1957).

**Tableau 4 : signification de l'échelle de l'indice d'Asymétrie (Sk) ou Skewness FOLK et WARD (1957).**

<b>Échelle de l'indice d'asymétrie (Sk)</b>
1,00 – 0,30 Forte asymétrie vers les fines
0,30 – 0,10 Asymétrie vers les fines
0,10 – - 0,10 Presque symétrique
-0,10 – - 0,30 Asymétrie vers les grossiers
-0,30 – - 1,00 Forte asymétrie vers les grossiers

L'indice de tri (S) retenu est l'écart type FOLK et WARD (1957)

$$\text{Indice de tri (S)} = (Q84-Q16) /4+(Q95-Q5) /6,6$$

L'indice de tri évalue la distance en abscisse entre le percentile 25 et le percentile 75 sachant que pour une courbe parfaitement redressée, S=1. L'écart type compare l'écart des queues de courbes à sa partie centrale.

La confrontation des résultats obtenus en fonction de l'échelle de classement proposée par FOLK et WARD permet une évaluation de la qualité du tri de sédiment. Le tableau 4 traduit la signification de l'échelle de classification de l'indice de tri de FOLK et de WARD (1957).

**Tableau 5 : Échelle de classification de l'indice de tri FOLK et WARD (1957)**

<b>Échelle de classement</b>
0,00 – 0,35 très bien classé
0,35 – 0,50 Bien classé
0,50 – 0,70 Modérément bien classé
0,70 – 1,00 Modérément classé
1,00 – 2,00 Mal classé
2,00 – 4,00 Très mal classé
4,00- + Extrêmement mal classé

L'acuité (Kg) ou Kurtosis est un indice qui compare l'étendue centrale de la courbe, à l'étendue des extrémités de courbes, sachant que cette dernière représente 2,44 fois la première, pour une courbe de Gauss normale. FOLK et WARD 1957 proposent :

$$\text{Indice d'acuité (Kg)} = (Q95-Q5) / 2,44 (Q75-Q25).$$

L'indice d'acuité détermine l'existence d'une sous-population. Il varie autour de 1 ; un indice inférieur à 1 se traduit par une courbe platykurtique avec une distribution homogène, alors qu'un indice supérieur à 1 donne une courbe leptokurtique résultant d'un mélange inégal de deux populations. Le tableau 5 souligne la signification de l'échelle de classification de l'indice d'acuité (Kg) ou Kurtosis de FOLK et de WARD (1957).

**Tableau 6 : Échelle de classification de l'indice d'acuité de FOLK et de WARD (1957)**

<b>Échelle de l'indice d'acuité (Kg)</b>
- - 0,67 Fortement platykurtique
0,67 – 0,90 Faiblement platykurtique
0,90 – 1,11 Mésokurtique
1,11 – 1,50 Faiblement leptokurtique
1,50 – 3,00 Fortement leptokurtique
3,00 – + Extrêmement leptokurtique

**L'analyse physico-chimique** est réalisée au laboratoire et prend en charge le potentiel hydrogène (pH), la Conductivité-Électrique (CE) et les Matières Organiques (MO).

**Protocole de mesure de la conductivité électrique (CE1/5).** La mesure de la CE d'un échantillon de sol au laboratoire respecte un certain nombre de précautions et de procédés.

Dans un premier temps, prélever 10 g de sédiment passé au tamis de 2 mm de diamètre puis on pipette 50 ml d'eau distillée en respectant le rapport sédiment-eau donc un volume de sédiment pour cinq volumes d'eau et en suite les mettre dans un bécher de 100 ml.

Dans un deuxième temps, on agite avec un agitateur magnétique pendant 2 heures et après la solution eau plus sédiment est laissée en décantation durant 2 heures.

Et en fin, la mesure de la CE (exprimée en micro siemens : mS) est obtenue en plongeant l'électrode dans la solution liquide sans toucher le sédiment.

**Protocole de mesure du pH eau.** La mesure du pH d'un échantillon de sol au laboratoire respecte également un certain nombre de précautions et de procédés.

Premièrement, il faut extraire 10 g de sédiment passé au tamis de 2 mm de diamètre et pipeter 25 ml d'eau distillée en respectant le rapport sédiment-eau donc un volume de sédiment pour cinq volumes d'eau qu'on met dans un bécher de 100 ml.

Deuxièmement, il faut mélanger l'eau distillée et le sédiment puis les agiter avec un agitateur magnétique pendant une heure et après la solution est laissée au repos pour se décanter durant deux heures.

Et en fin, on mesure le pH en plongeant l'électrode dans la phase liquide sans toucher le sédiment. L'électrode pH est étalonnée avant de procéder aux séries de mesures.

**Protocole de mesurer de la Matière Organique (MO).** La détermination de la MO contenue dans un échantillon de sol respecte un procédé appelé destruction de la Matière Organique car il consiste à éliminer la MO contenue dans l'échantillon de sol en question selon les étapes suivantes :

- il faut choisir un bécher de 600 ml et le pesé (**P<sub>0</sub>**) au préalable ;
- mettre dans le bécher de 600 ml préalablement pesé (**P<sub>0</sub>**) : 10 g de sédiment tamisé à 2 mm plus 25 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % ;

$$P_1 = P_0 + 10 \text{ g}$$

- attaque à froid 24 à 48 heures en ajoutant 25 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en début et en fin de journée ;
- attaque à chaud 24 à 48 heures en ajoutant 25 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en début et en fin de journée ;
- fin de l'attaque lorsque le liquide surnageant est limpide et qu'aucune bulle ne se dégage du sédiment ;
- faire sécher l'étuve ;
- peser le bécher contenant le sol débarrassé de la MO (**P<sub>2</sub>**).

La teneur en MO du sol est :

$$\% \text{ MO} = \frac{(P1 - P0) - (P2 - P0)}{(P1 - P0)} \times 100$$

### 2.2.3. Traitements des données climatiques

Le traitement des données climatiques est un exercice qui a consisté à appliquer des tests afin de comprendre et caractériser la pluviométrie dans le bassin versant du marigot de Bignona. Les tests d'homogénéité et le test de tendance sont appliqués sur la série pluviométrique de la station de Bignona, en mettant l'accent sur les cumules annuels et les cumules mensuels afin de comprendre leurs impacts sur les activités agricoles. Ces tests sont réalisés sur l'interface XLSTAT.

**Test d'homogénéité de Pettitt et Buishand.** Le test de Pettitt est non paramétrique, ne nécessite aucune hypothèse quant à la distribution des données. Le test de Pettitt est une adaptation du test de Mann-Whitney basé sur les rangs, permettant d'identifier le temps auquel se produit un changement.

Le test de Buishand (1982) peut être utilisé sur des variables suivant des distributions quelconques. Néanmoins ses propriétés ont été particulièrement étudiées pour le cas normal.

Les tests d'homogénéité de Pettitt et de Buishand appliqués aux seuils de 90 %, 95 % et 99 % afin de détecter la rupture dans la série pluviométrique.

**Le Test de tendance de Mann-Kendall** est non paramétrique. Il a d'abord été étudié par Mann (1945) puis Kendall (1975) et amélioré par Hirsch (1982,1984), ce qui a permis de prendre en compte une composante saisonnière de la variable étudiée.

L'hypothèse nulle de ces deux tests est qu'il n'y a pas de tendance. Les trois hypothèses alternatives de tendance négative, non nulle ou positive peuvent être choisies. Le test de Mann-Kendall s'appuie sur le calcul du taux de Kendall mesurant l'association entre deux échantillons et lui-même basé sur les rangs à l'intérieur des échantillons. Ce test est appliqué au seuil de 90 %, 95 % et 99 % afin d'observer le sens de la pente de tendance.

### 2.2.4. Traitements cartographiques

La cartographie est un procédé qui regroupe un certain nombre d'étapes. Il est cependant important d'énumérer les principales étapes du procédé cartographique : le géoréférencement, la numérisation, la classification et la codification, la réalisation de cartes, la création de matrice de changement, et la réalisation de tables de matrice.

**Le géoréférencement**, est l'opération qui consiste à passer d'une localisation relative des entités géographiques à leur localisation absolue dans un système de coordonnées géographiques reconnu. Dans le cas du Sénégal, c'est la projection UTM WGS84, Zone 28N qui est utilisée.

Il existe trois méthodes pour géoréférencer une image :

- on peut géoréférencer une image à l'aide d'une de référence correctement géoréférencée ;
- on peut géoréférencer une image à l'aide de points GPS ;
- on peut géoréférencer une image à l'aide de Google Earth.

Cependant, les images sont géoréférencées à l'aide de Google Earth. Pour qu'une image soit bien callée, elle doit disposer au moins de quatre points de références bien distribués.

Il s'agit de repérer un point remarquable sur Google Earth, prendre ces coordonnées **X** et **Y**, et aller sur ArcGis, chercher le point correspondant, faire un clic droit sur ce point puis sur **Input** et entrer les valeurs de **X** et **Y**, en suite **Ok**. Il faut répéter le même procédé jusqu'à avoir au minimum quatre points avec marge d'erreurs comprise entre 0 et 3.

**La numérisation** est une représentation des objets à la surface de la terre en fonction de la sémiologie graphique (point, ligne et surface). Toutefois, un certain nombre de préalables doivent être réglés avant de commencer l'exercice de numérisation.

Dans ce cadre de la numérisation, trois types de **shapefiles** sont créés dans le dossier de Travail à partir de **ArcCatalog**. Ces **shapefiles** représentent chacune des formes d'objets : point, ligne et surface. Le même système de coordonnées WGS84 Zone 28N est attribué à chacun des shapefiles puis ils sont nommés. À la fin de la numérisation, commence une autre étape qui consiste à organiser l'espace en passant par la classification et la codification des différentes couches.

**La classification et la codification** est une organisation des différentes couches de l'occupation du sol en classe, en leur attribuant un code d'identification unique.

C'est un exercice qui requière une attention et une concentration afin d'éviter au maximum les erreurs qui vont biaiser l'information. Ici également, il faut ajouter le shapefile numérisé et l'image géoréférencée correspondante, activer l'outil « **Edit** », placer le curseur sur une

couche, faire un clic droit puis cliquer sur attribut et renseigner le libellé et le code appropriés. Le même procédé est appliqué à toutes les couches, à la fin, enregistrer et arrêter l'édition.

**La réalisation de cartes** est alors l'aboutissement d'un long processus cartographique. Elle consiste à ajouter le shapefile de l'occupation du sol de la zone d'étude sur l'interface ArcMap. Après avoir ajouté la couche occupation du sol, positionner le curseur sur elle et faire un clic droit et par la suite cliquer sur propriété pour ouvrir, sélectionner le menu **symbology**, cliquer sur **catégories**, sélectionner **Unique values**, dans le menu **value fiel**, choisir **libellé**, cliquer sur **ad all values**, définir la couleur des **classes**, appliquer puis **Ok**.

Pour finaliser la carte, il faut ajouter les informations suivantes : **légende**, **échelle**, **flèche nord**, **source**, **projection**, **auteur**. La dernière étape est l'exportation de la carte finie sous format image (JPEG, PNG et TIF).

**La réalisation de la matrice de changement** regroupe un certain nombre d'étapes à respecter rigoureusement. Une fois que tout le processus de réalisation de la matrice terminé, place au traitement de la table matricielle. Le traitement de table consiste à convertir les mètres carrés en hectares puis enregistrer la table sous format Excel.

## **Conclusion**

Le chapitre 2 permet de comprendre et d'apprécier les différentes données collectées et les méthodes utilisées pour leur traitement. Cette démarche a permis d'obtenir un certain nombre de résultats. Ces résultats sont présentés sous forme de tableaux, de graphiques et de cartes.

## **Chapitre 3 : pluviométrie et qualité des sols rizicoles dans bassin versant du marigot de Bignona**

Le chapitre 3 présente les résultats d'analyse de la pluviométrie et du sol. L'analyse pluviométrique met l'accent sur l'évolution de la pluviométrie à l'échelle annuelle et mensuelle. L'analyse de la qualité des sols rizicoles se focalise sur le pH, le CE, la MO et la granulométrie.

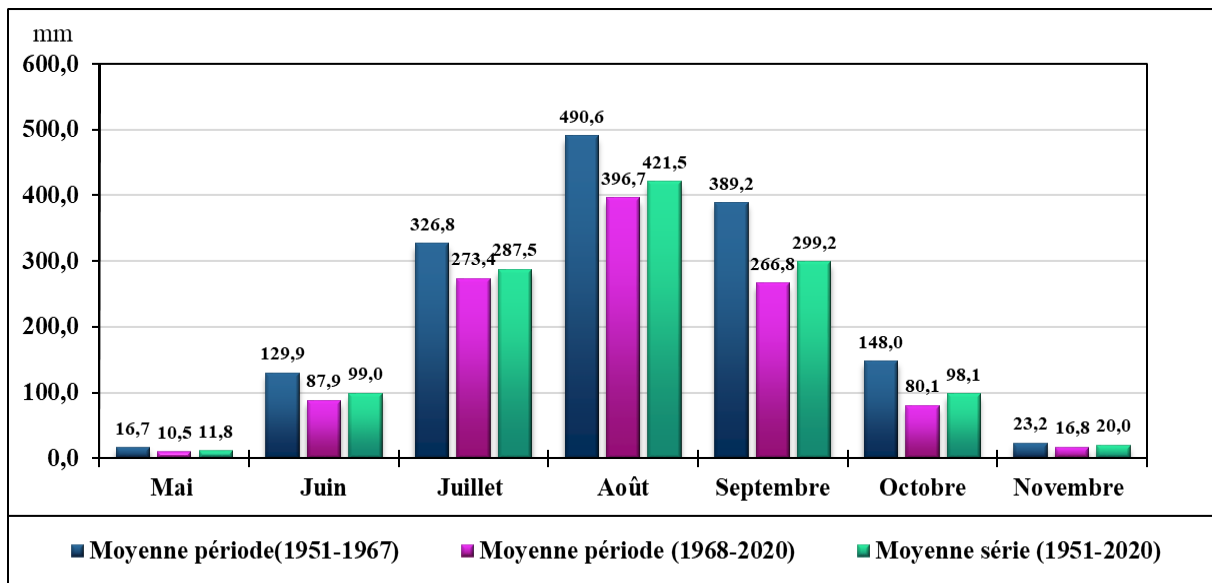
### **3.1. L'évolution de la pluviométrie dans le bassin versant du marigot de Bignona**

La compréhension de l'évolution de la pluviométrie implique deux approches complémentaires : l'une est basée sur l'analyse des bulletins pluviométriques et l'autre repose sur la connaissance de la population.

#### **3.1.1. La pluviométrie à Bignona de 1951 à 2020**

La pluviométrie a connu une variabilité remarquable dans le département de Bignona, cette dernière est observée à différentes échelles : annuelle et mensuelle. Par ailleurs, cela a affecté le régime pluviométrique qui se caractérise par deux saisons : une saison sèche et une saison des pluies. La saison sèche dure sept mois, de novembre à mai, et la saison de pluie occupe cinq mois de juin à octobre. Ainsi, deux phases ont été identifiées dans la série pluviométrique (1951-1967 et 1968-2020) suivant les tests d'homogénéité de Pettitt et de Buishand qui ont permis de détecter l'année de rupture (1967). Dès lors, des moyennes sont calculées pour chaque phase de chaque mois. Par conséquent, les pluies moyennes mensuelles enregistrées au cours de 1951 à 1967 sont revues à la baisse de 1968 à 2020, et cela est remarquable sur tous les mois de la saison de pluie. La figure 7 compare le régime pluviométrique annuel moyen sur deux phases à Bignona (données ANACIM).





**Figure 7 : Régime pluviométrique annuel moyen sur deux périodes à Bignona**

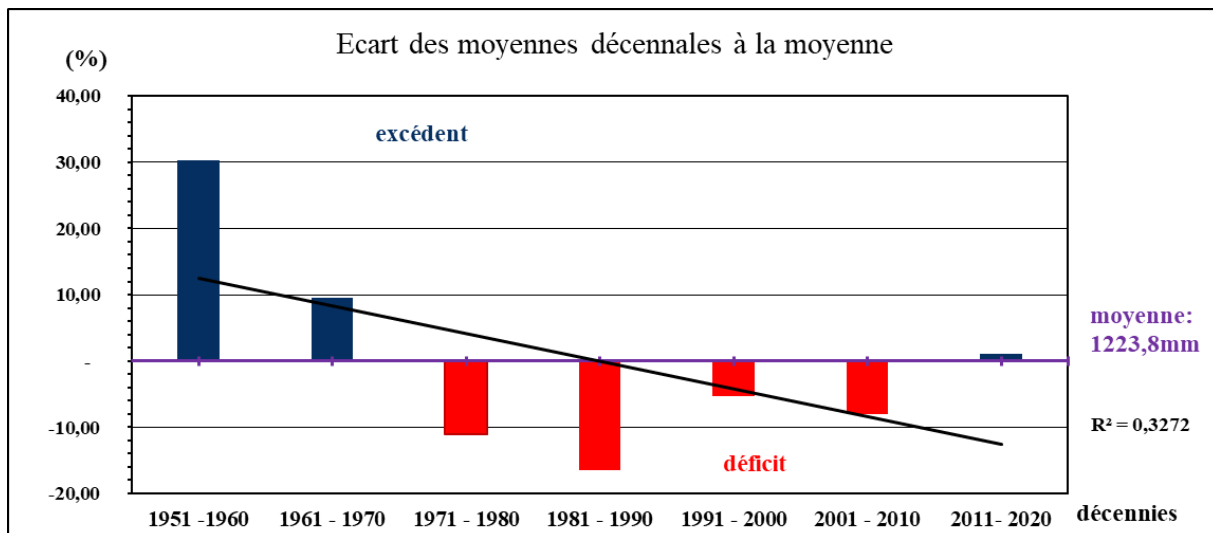
### 3.1.2. Analyse des écarts des moyennes décennales à la moyenne de la série pluviométrique de 1951 à 2020

L'évolution des précipitations à l'échelle décennale montre trois situations.

La première situation se caractérise par deux décennies excédentaires par rapport à la moyenne ; les moyennes décennales ont respectivement de faibles et de très faibles excédents par rapport à la moyenne de la série. La lecture des résultats montre clairement que la première situation correspond à la phase humide du climat de la région de Ziguinchor où le réseau hydrographique était pérenne, les activités agricoles satisfaisantes.

La deuxième situation se distingue par quatre décennies déficitaires (un très faible déficit). C'est un épisode de sécheresse qui a fortement déstabilisé le système hydrologique en provoquant un tarissement des cours d'eau et une disparition de certains marigots et rivières. Et depuis la production agricole est aléatoire.

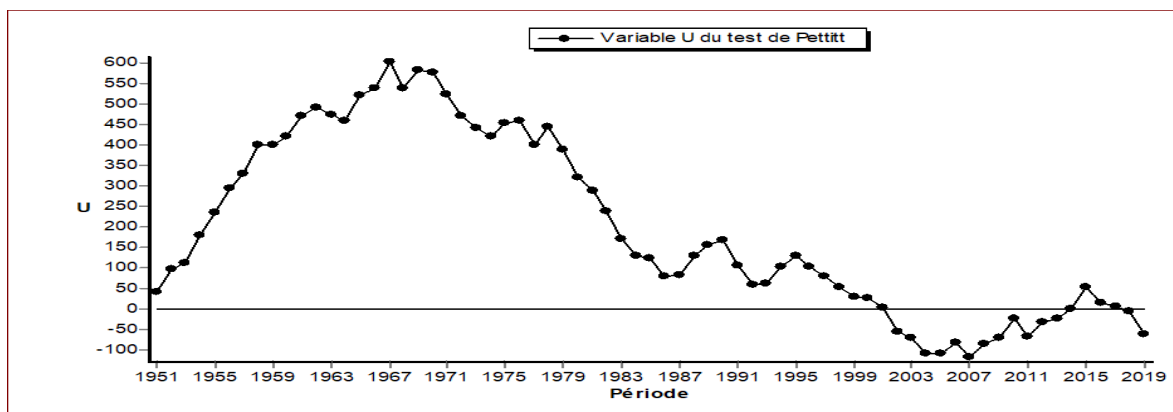
Et la troisième situation se caractérise par une décennie excédentaire (un très faible excédent), correspondant à un timide retour de la pluviométrie dans la zone. La figure 8 illustre l'évolution des écarts moyennes décennales de la pluviométrie par rapport à la moyenne de 1951-2020 à Bignona selon les données de l'ANACIM.



**Figure 8: Évolution des écarts moyennes décennales de la pluviométrie à la moyenne de 1951-2020 à Bignona**

### 3.1.3. Les changements à l'échelle annuelle

Les tests d'homogénéité de PETTITT et de BUISSAND appliqués aux seuils, de 90 %, 95 % et 99 % ont permis de détecter une rupture dans la série pluviométrique. Cette rupture est intervenue en 1967, divisant la série en deux phases, une de 1951 à 1967 et une autre de 1968 à 2020. La première phase est humide (avec une moyenne de 1 484 mm et un coefficient de variation de 20 %) et la deuxième phase est moins arrosée (avec une moyenne de 1 124 mm et un coefficient de variation de 27 %) (figure 9). Cette rupture est intervenue à la veille du début de la sécheresse des années 1970, qui a secoué tout le système hydrologique et agricole de la région (SANE et al. 2011, PRADE et al. 1990, ALBERGEL et al. 1996). Par conséquent, les conditions pluviométriques du département de Bignona sont toujours sous influence des épisodes de sécheresse (1970 et 1980). D'ailleurs, le test de tendance de Mann-Kendall confirme la baisse des précipitations dans la zone (tableau 6).



**Figure 9 : évolution périodique des précipitations à Bignona de 1951 à 2020**

**Tableau 7 : valeur de la pente de tendance pluviométrique à Bignona de 1951 à 2020**

	Valeur	Borne inférieure	Borne supérieure
Pente	- 3,887	- 4,000	- 3,769

En effet, pour mieux appréhender les impacts du changement climatique sur les précipitations, des tests de rupture et de tendance ont été appliqués à l'échelle mensuelle. Et ces tests concernent les mois susceptibles d'enregistrer des quantités de pluie.

### **3.1.4. Les changements à l'échelle mensuelle**

Pour comprendre l'évolution des précipitations de 1951 à 2020, les bulletins mensuels de pluviométrie sont examinés afin de déceler les mois les plus affectés par la variabilité climatique.

Les tests d'homogénéité de PETTITT et BUIHAND appliqués aux seuils de 90 %, 95 % et 99 % ont permis de caractériser l'évolution de la pluviométrie des mois pluvieux et de détecter ceux qui ont connu une rupture de 1951 à 2020. Toutefois, les mois de septembre, octobre, et novembre ont enregistré une rupture dans les données. Pour septembre, la rupture est intervenue en 1967, elle est relevée en 1969 pour octobre. En novembre, la rupture est notée en 1965.

Par conséquent, deux périodes sont observées pour les mois qui ont connu des ruptures dans les données. Ainsi, septembre se caractérise par une période humide de 1951 à 1967 avec une moyenne de 389 mm et d'une séquence moins arrosée de 1968 à 2020 enregistrant une précipitation moyenne de 266 mm. Cependant, pour octobre, la première période, moins arrosée, s'étend de 1951 à 1969 et a enregistré une pluviométrie moyenne de 146 mm, et la deuxième période est considérée, comme relativement sèche, de 1970 à 2020, avec une précipitation moyenne de 81 mm. Le mois de novembre se caractérise par quatre périodes distinctes : deux pour le test de PETTITT et deux pour le test BUIHAND.

Les deux périodes déduites par le test de PETTITT : la première période considérée comme aride s'étend de 1951 à 1965 et a enregistré une pluviométrie moyenne de 14 mm ; la deuxième période est plutôt hyperaride (1966-2020) où la précipitation moyenne est de 3 mm.

D'après le test de BUIHAND, la première période aride s'étend de 1951 à 1978 avec une pluviométrie moyenne de 11 mm ; alors que la deuxième période très aride de 1979 à 2020 totalise des précipitations moyennes mensuelles de 1 mm (figure 10).

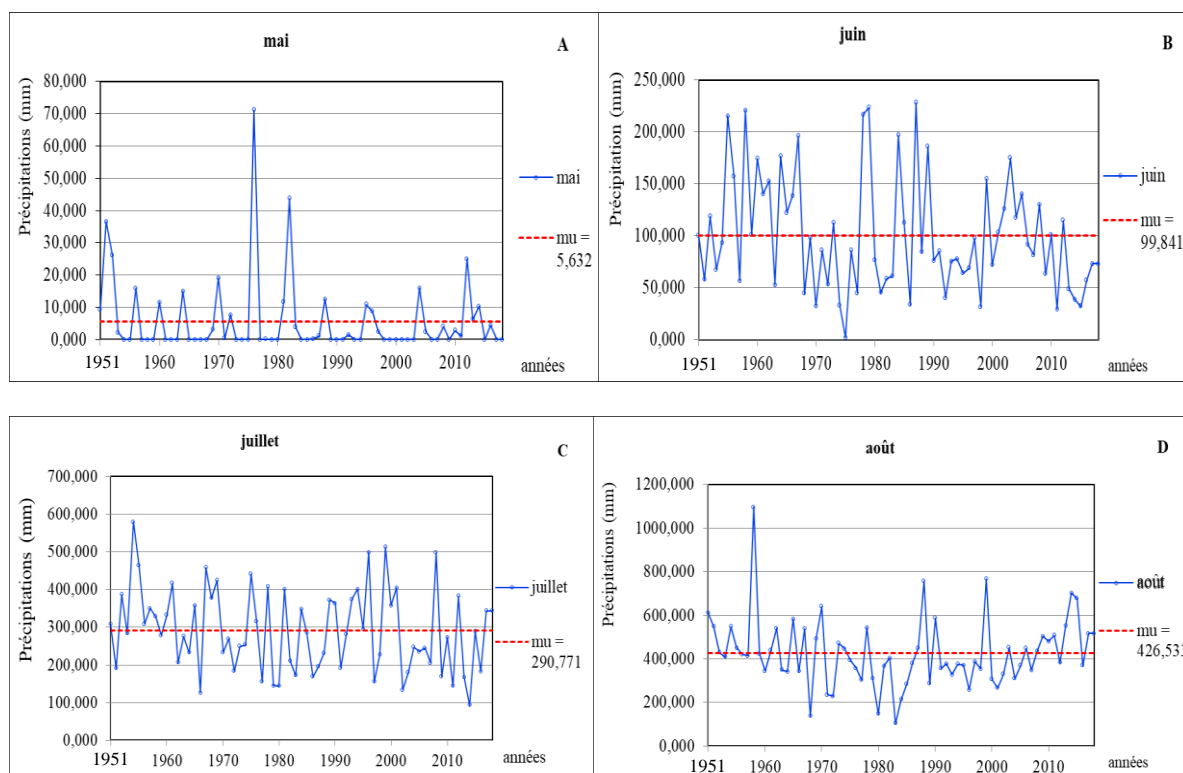
Le test de tendance de MANN-KENDALL confirme la tendance à la baisse de la pluviométrie mensuelle durant les mois les plus arrosés de l'année. En effet, les mois de juillet, de septembre et d'octobre sont les plus impactés (tableau 7).

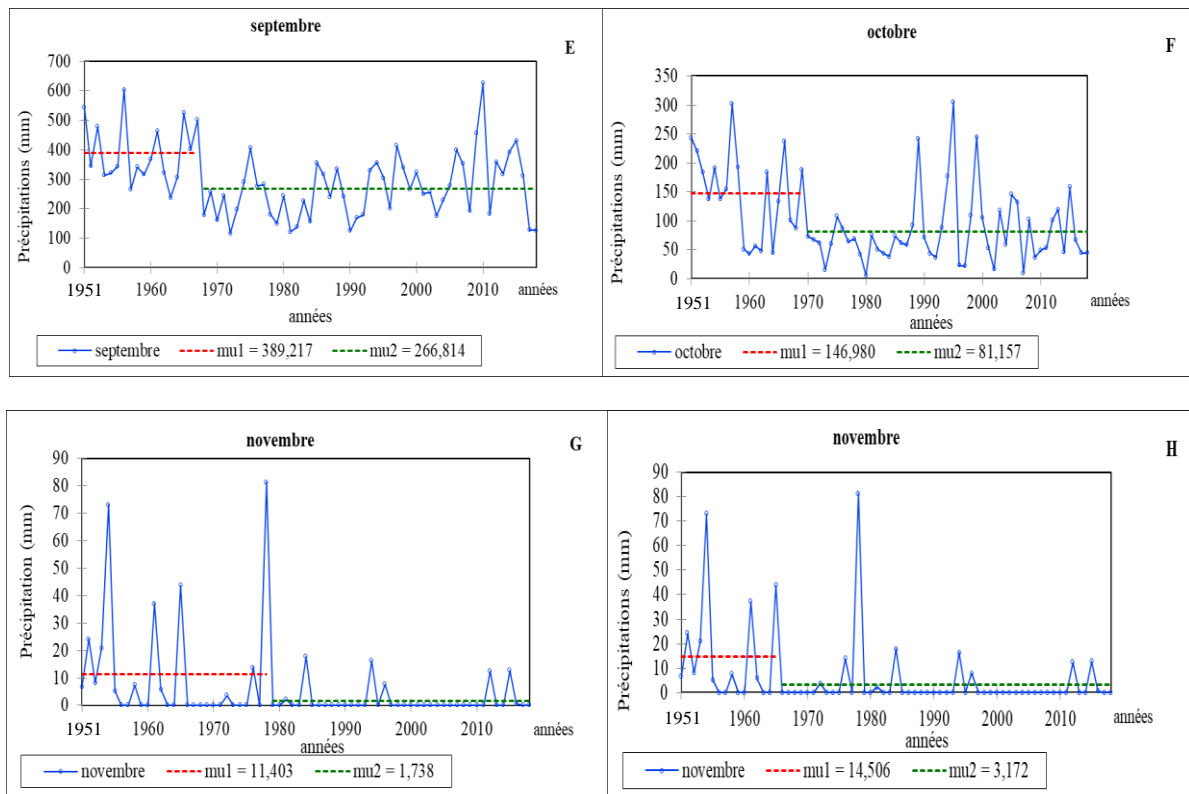
**Tableau 8 : valeur de la pente des tendances mensuelles de la pluviométrie: 1951-2020**

Pente	Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre		
	Valeur	BI	BS	Valeur	BI	BS	Valeur	BI	BS	Valeur	BI	BS	Valeur	BI	BS	Valeur	BI	BS	Valeur	BI	BS
	0,000	0,000	0,000	-0,522	-1,202	0,059	-1,223	-2,419	0,215	-0,065	-1,711	1,545	-1,068	-2,631	0,406	-0,889	-1,744	-0,194	0,000	0,000	0,000

*Lire : BI = Borne inférieure ; BS = Borne supérieure*

La figure 10 marque l'évolutions périodiques et interannuelles des précipitations mensuelles dans le département de Bignona de 1951 à 2020 (A, B, C, D, E, F, G, H) selon les Actes de colloque AIC de 2020.



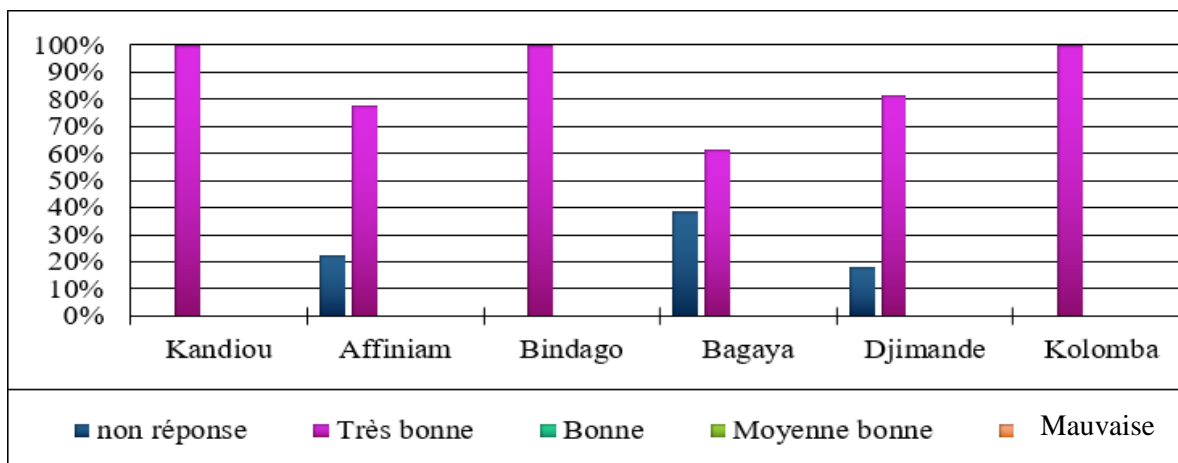


**Figure 10 : Évolutions périodiques et interannuelles des pmm/mois, Bignona : 1951-2020**

### 3.2. La pluviométrie dans les années 1950

La pluviométrie est un paramètre principal et déterminant pour les activités agricoles, dans la mesure où le succès de l’agriculture pluviale en dépend largement.

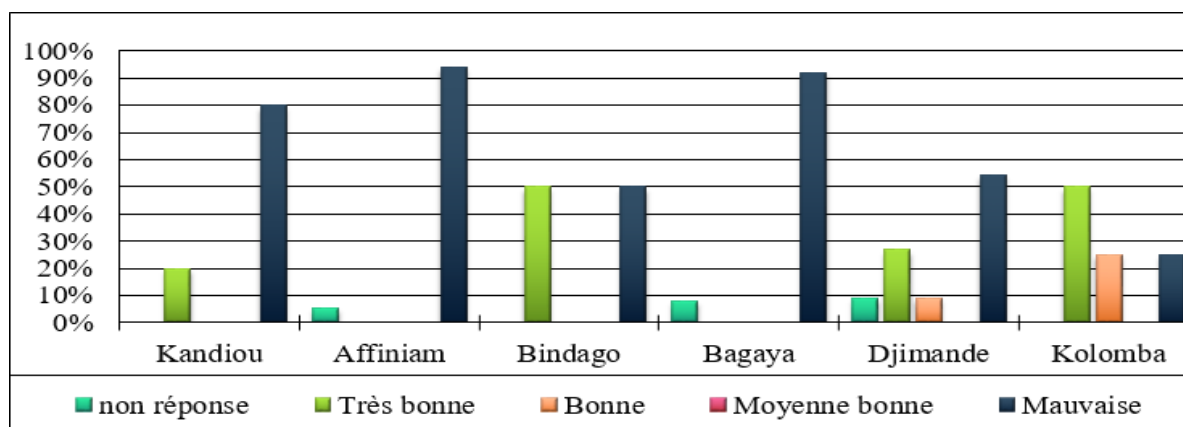
Cependant, la fluctuation de la pluviométrie attire de plus en plus l’attention des chercheurs, pour comprendre son évolution, plusieurs démarches sont utilisées. Les enquêtes de terrains permettent de caractériser la pluviométrie. Les années 1950 correspondent à la phase humide du climat, caractérisée par une très bonne pluviométrie, une situation confirmée par la plus grande partie de la population des villages de l’espace d’étude. Cette pluviométrie jadis très favorable aux activités agricoles dans leurs globalités est entrée progressivement dans une phase sèche (figure 11).



**Figure 11 : Perception de la population par rapport à la pluviométrie dans les années 1950**

### 3.3. La pluviométrie de ces 20 dernières années

Si dans les années 1950 la pluviométrie était de très bonnes, ces 20 dernières années elle est devenue très aléatoire. Cette caractéristique de la pluviométrie est un élément indicateur de la dégradation des conditions climatiques. Quelque 24,5 % des enquêtés ont estimé que la pluviométrie de ces 20 dernières années est très bonne. Les 66,1 % de la population des villages concernés par l'étude attestent que la pluviométrie est mauvaise ces deux dernières décennies (figure 12).

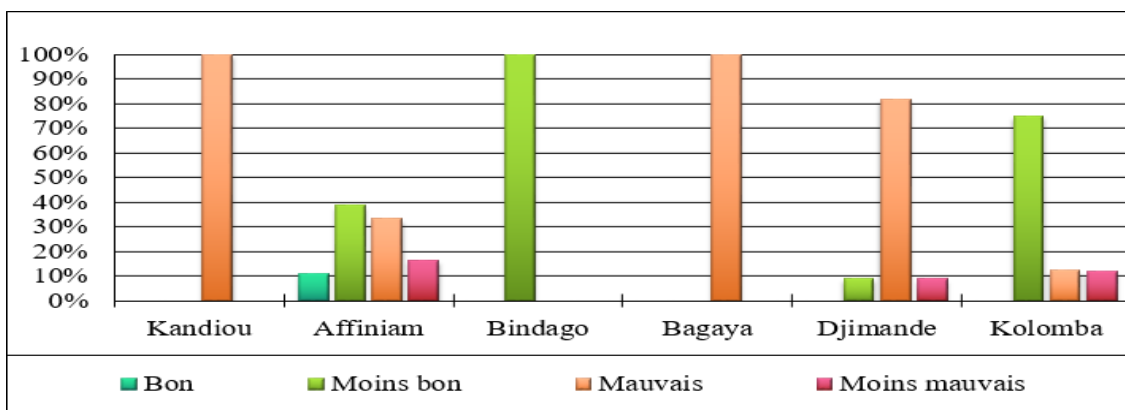


**Figure 12 : Perception de la population par rapport à la pluviométrie de ces 20 dernières années**

Dans le cadre de cette recherche, l'échelle d'analyse est le bassin versant du marigot de Bignona et la céréale cible est le riz.

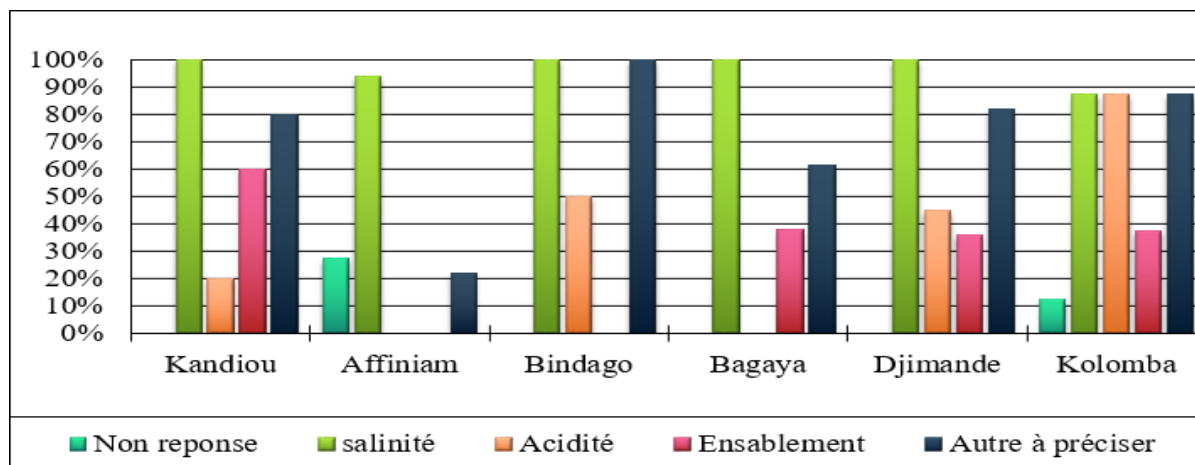
### 3.4. Variabilité de la qualité des sols rizicoles dans la vallée du marigot de Bignona

La variabilité de la pluviométrie influe sur la qualité des sols rizicoles, laquelle, attire l'attention du chercheur. La caractérisation actuelle des rizières est quasiment inquiétante et porte atteinte à la riziculture dans le bassin versant du marigot de Bignona. Cela est observé dans tous les terroirs villageois. Cependant, les degrés de gravité de l'état actuel des rizières varient d'un village à un autre. D'ailleurs, Bagaya, Bindago et Kandiou, 100 % de la population interpellée se plaint du devenir de leurs activités rizicoles étant donné que leurs terres rizicoles sont de plus en plus sous l'influence de plusieurs facteurs dégradants comme la salinité, l'acidité et l'ensablement. À Affiniam, les avis sur la qualité des sols rizicoles sont mitigés, de même qu'à Djimande et à Kolomba (figure 13).



**Figure 13 : Perception de la population par rapport à l'état actuel des rizières**

Les facteurs de la dégradation de la qualité des sols rizicoles observés sont multiples. Les plus récurrents sont la salinité, l'acidité, l'ensablement *en sus* de la divagation des animaux, les termites et les herbes parasites. Cependant, ces causes sont citées dans tous les villages à des proportions variées. Proportionnellement à la récurrence globale des avis de la population locale sur les causes de la dégradation des rizières, la salinité (97 %) reste la principale cause, suivie des autres causes à préciser (72 %), puis l'acidité (34 %) et en fin l'ensablement (29 %). D'une manière spécifique, cette logique n'est pas applicable à tous les villages (figure 14).



**Figure 14 : Perception de la population sur les causes de l'état actuel des rizières**

Les données de terrain permettent de vérifier les avis de la population en ce qui concerne la qualité des terres rizicoles dans la vallée du marigot de Bignona.

### 3.5. Composition physico-chimique et matière organique des sols des vallées

Les paramètres physiques et chimiques d'un sol permettent de le caractériser qualitativement en vue d'une activité agricole quelconque. Dans cette recherche, l'accent est mis sur l'état actuel des sols rizicoles afin de déterminer leurs capacités à supporter une activité rizicole. Ainsi, les résultats d'analyse du potentiel hydrogène (pH), de la Conductivité électrique (CE) et des Matières organiques (MO) des vallées étudiées ont permis de le démontrer dans les villages suivants : Affiniam, Kandiou, Bagaya, Djimande Kolomba, Bindago, Sindian et Diagongue.

#### 3.5.1. Variation saisonnière et verticale du pH dans les vallées du marigot de Bignona

Les résultats d'analyse des échantillons de sol issus des différents profils montrent des pH compris entre 3,66 et 5,38, ce qui donne le caractère extrêmement acide, très acide ou acide des vallées du marigot de Bignona (tableau 8). Cependant, d'un profil à un autre des différences sont notées en fonction de la profondeur et de la saison. C'est pourquoi l'analyse cible trois horizons (0-10 cm ; 10-20 cm ; et 20-30 cm).

**Tableau 9 : normes d'interprétation des résultats de pH (SANE, 2019)**

Normes pH	Interprétation
< 4,5	Extrêmement acide
4,5-5,2	Très acide
5,2-5,5	Acide
5,5-6	Modérément acide



6-6,6	Légèrement acide
6,6-7,2	Neutre
7,2-7,9	Légèrement alcalin
7,9-8,5	Alcalin

L'horizon (0-10 cm) se caractérise en saison sèche (mai) par des pH compris entre 4,16 et 5,29. En saison de pluie (septembre), les pH varient de 3,95 à 5,05.

L'horizon (10-20 cm) se définit en saison sèche (mai) par des pH qui tournent au tour de 4,04 et 5. En saison des pluies (septembre), les pH évoluent entre 4,03 et 4,87.

L'horizon (20-30 cm) se caractérise en saison sèche (mai) par des pH compris entre 3,66 et 5,38. En saison des pluies (septembre), les pH fluctuent entre 3,74 et 5,17.

Cependant, il faut noter que le phénomène d'acidité des terres rizicoles est observé dans l'espace d'étude, et il atteint des degrés inquiétants en fonction de la saison, de l'horizon et de la zone. Cependant, des variations sont constatées dans l'évolution du pH.

Dans la vallée de Djimande, le pH diminue légèrement d'une manière verticale en saison sèche (mai) et il augmente légèrement en saison des pluies (septembre). Cette baisse verticale du pH symbolise une augmentation de l'acidité en profondeur tandis que l'augmentation du pH traduit une baisse de l'acidité en saison des pluies. Avec ces variations notées sur le pH que ce soit d'une manière verticale ou saisonnière, la vallée de Djimande se caractérise par une extrême acidité. Par conséquent, la saison des pluies entraîne une légère augmentation du pH donc une baisse de l'acidité.

La vallée de Bindago se caractérise par des pH très acides à tous horizons en saison sèche (mai) ainsi qu'en saison des pluies (septembre). Dans cette vallée, les pH diminuent en saison des pluies, entraînant une augmentation de l'acidité.

La vallée d'Affiniam, se qualifie par un pH extrêmement acide à l'horizon (0-10 cm), un pH très acide à l'horizon (10-20 cm) et un pH extrêmement acide à l'horizon (20-30 cm) en saison sèche (mai), tandis qu'en saison des pluies (septembre) le pH est très acide à l'horizon (0-10 cm) et (10-20), et extrêmement acide à l'horizon (20-30 cm). Par ailleurs, dans cette vallée les pH augmentent à l'horizon (0-10 cm) et chutent aux horizons (10-20 cm) et (20-30 cm) en saison des pluies, provoquant une légère réduction de l'acidité de surface et une légère augmentation de l'acidité de profondeur.

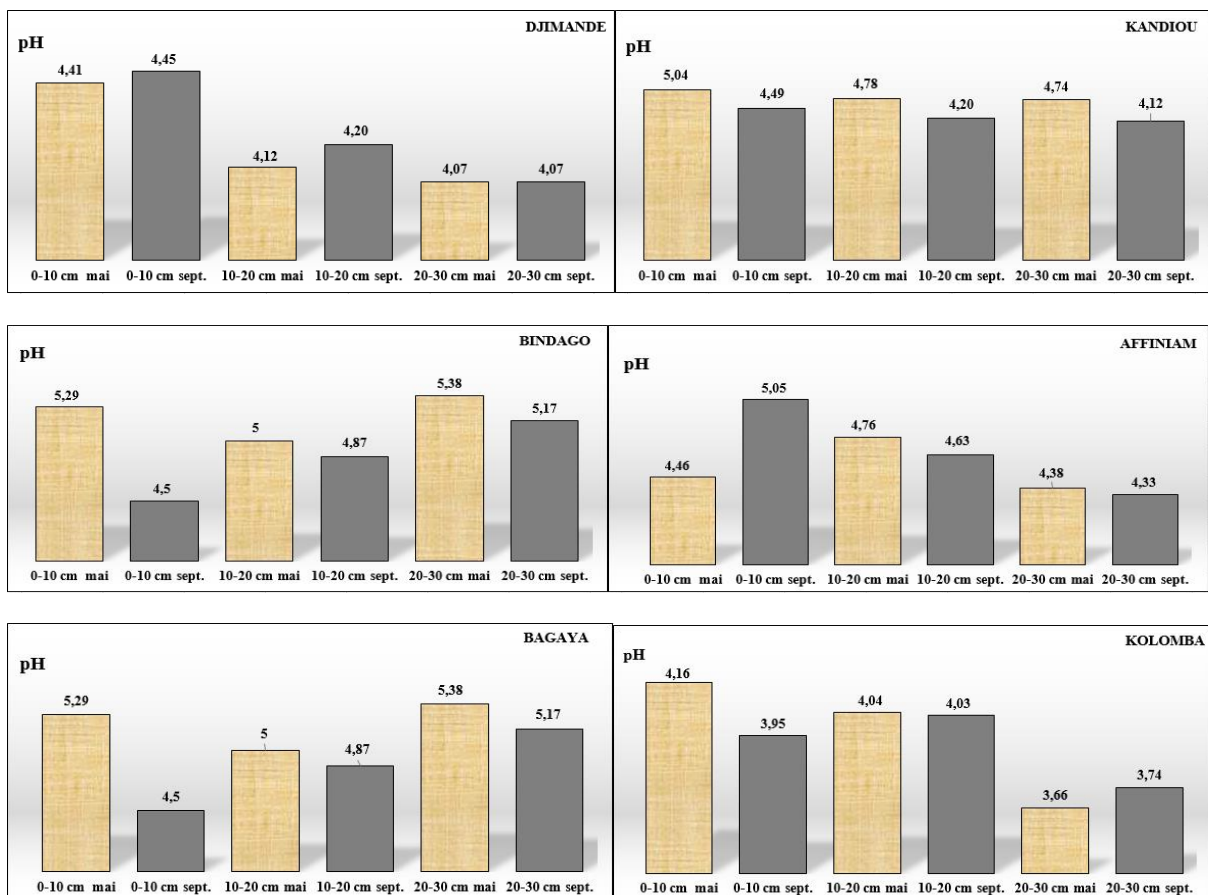
La vallée de Kandiou, présente des pH très acides à tous les horizons en saison sèche (mai), par contre en saison des pluies (septembre) les pH sont extrêmement acides à tous les

horizons. Ainsi, dans cette vallée les pH se caractérisent par une baisse, occasionnant une augmentation de l'acidité de surface et de profondeur.

La vallée de Bagaya, se caractérise par un pH acide à l'horizon (0-10 cm), un pH très acide à l'horizon (10-20 cm) et un pH acide à l'horizon (20-30 cm) en saison sèche (mai), tandis qu'en saison des pluies (septembre) les pH sont très acides à tous les horizons. En effet, les pH se caractérisent par une baisse qui symbolise une augmentation de l'acidité en surface et en profondeur.

La vallée de Kolomba, se particularise par des pH extrêmement acides à tous les horizons aussi bien en saison sèche (mai) qu'en saison des pluies (septembre). Toutefois, les pH baissent en saison des pluies, engendrant une hausse de l'acidité de surface et de profondeur des terres rizicoles.

Par conséquent, ces résultats révèlent une forte acidité des terres rizicoles dans toutes les vallées confondues du marigot de Bignona (figure 15).



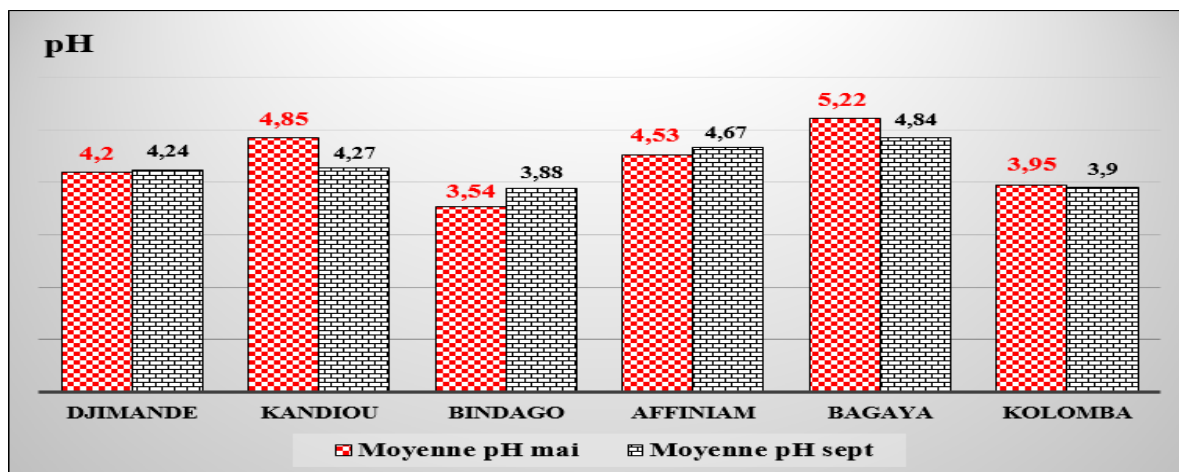
**Figure 15 : Planche de profils verticaux et saisonniers du pH dans la vallée du marigot de Bignona**

### **3.5.2. Variation saisonnière de la moyenne du pH dans les vallées du marigot de Bignona**

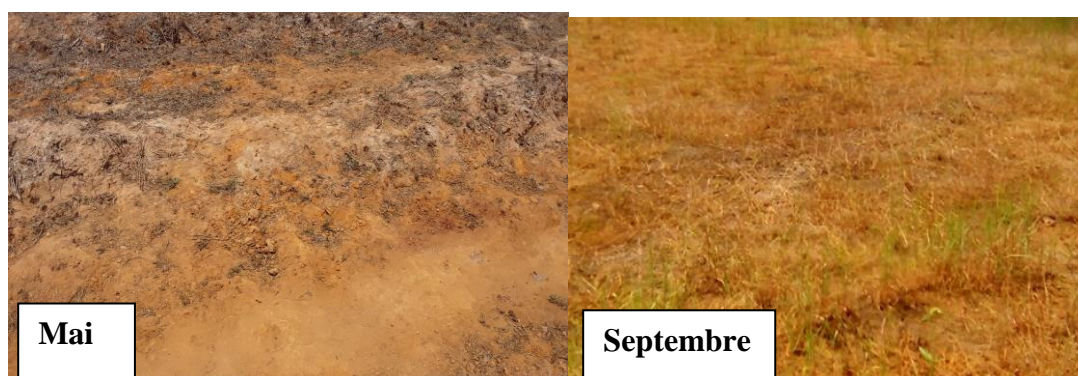
Le calcul du pH moyen qui englobe les trois horizons (0-10 cm ; 10-20 cm et 20-30 cm), a permis de comprendre l'intensité moyenne de l'acidité des terres rizicoles en saison sèche (mai) et en saison des pluies (septembre). Cependant, l'intensité de l'acidité moyenne enregistrée dans les rizières de la vallée du marigot de Bignona les situe dans les catégories extrêmement acides et très acide.

Par ailleurs, l'intensité de l'acidité moyenne diffère d'une rizière à une autre. Dans certaines rizières, elle varie en fonction de la saison dans d'autres, elle reste indifférente.

Dans les rizières de Kandiou et de Bagaya les pH moyens ont baissé en saison de pluies. Du coup le pH moyen à Kandiou de 4,85 en saison sèche (mai) est passé à 4,27 en saison de pluie (septembre) donc de très acide à extrêmement acide. Le même cas est observé à Bagaya où le pH moyen enregistré en saison sèche (mai) de 5,22 est revu en baisse pour se retrouver à 4,84 mais reste toujours très acide. Par contre, le phénomène inverse est remarqué dans les rizières de Bindago et d'Affiniam où les pH moyens ont augmenté en saison des pluies. D'ailleurs, le pH moyen à Bindago de 3,54 en saison sèche (mai) a légèrement connu une hausse en saison des pluies (septembre) pour se retrouver à 3,88 même s'il reste toujours extrêmement acide. Il en est de même à Affiniam, le pH moyen de 4,53 en saison sèche (mai) est passé à 4,67 en saison des pluies (septembre) avec une légère atténuation de l'acidité même s'il est encore très acide. À l'opposé des variations saisonnières constatées dans les autres rizières, celles de Djimande et de Kolomba n'ont pas observé de variation de leur pH moyen en fonction de la saison. Ainsi, à Djimande le pH moyen est de 4,2 en saison sèche (mai) et en saison des pluies (septembre), et à Kolomba il est de 3,9, donc extrêmement acide dans les deux rizières (figure 16). Ces taux d'acidité constituent un des facteurs principaux de l'abandon de plusieurs parcelles rizicoles dans la vallée du marigot de Bignona. Cependant, les parcelles rizicoles abandonnées sous les effets de l'acidité présentent des caractéristiques spécifiques (image 6).



**Figure 16 : moyennes saisonnières du pH de chaque profil dans la vallée du marigot de Bignona**



**Photo 6 : Parcelles rizicoles abandonnées sous l'effet de l'acidité (Diallo 2019)**

### 3.5.3. Variation saisonnière et verticale de la Conductivité Electrique (CE) dans les vallées du marigot de Bignona

Les résultats de l'analyse des échantillons de sols montrent des taux de CE compris entre 9,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 228  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , qui classifient les vallées de non salées (tableau 9). Cette variation des taux de la CE est remarquée au niveau des vallées de tous les villages (Affiniam, Kandiou, Bagaya, Djimande, Kandiou, Kolomba, Bindago, Sindian et Diagongue) qui abritent les sites de prélèvement d'échantillon de sols. Cela est constatée sur chaque profil en fonction des horizons. Ainsi, l'analyse s'articule autour des trois horizons (0-10 cm ; 10-20 cm et 20-30 cm) afin de comprendre le taux de salinité des rizières en fonction de la profondeur.

**Tableau 10: normes d'interprétation des résultats de CE (SANE, 2019)**

Normes CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Interprétation
< 250	Non salin
250-500	Légèrement salin

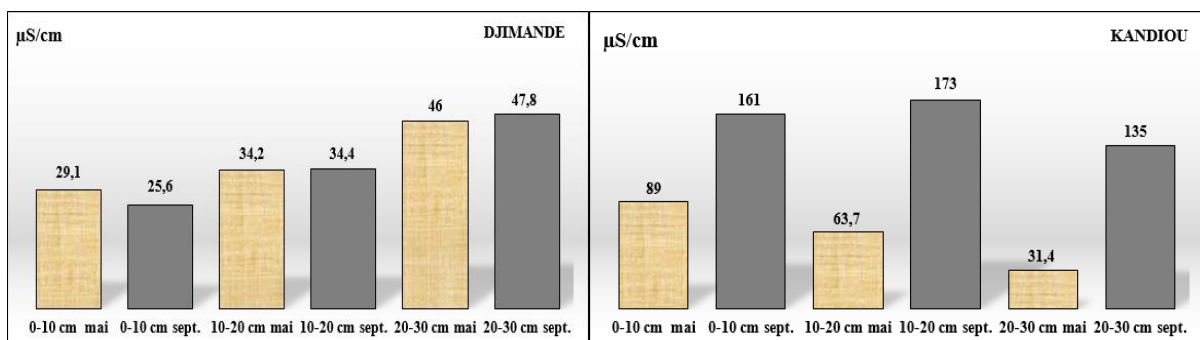
500-1000	Salin
1000-2000	Très salin
>2000	Extrêmement salin

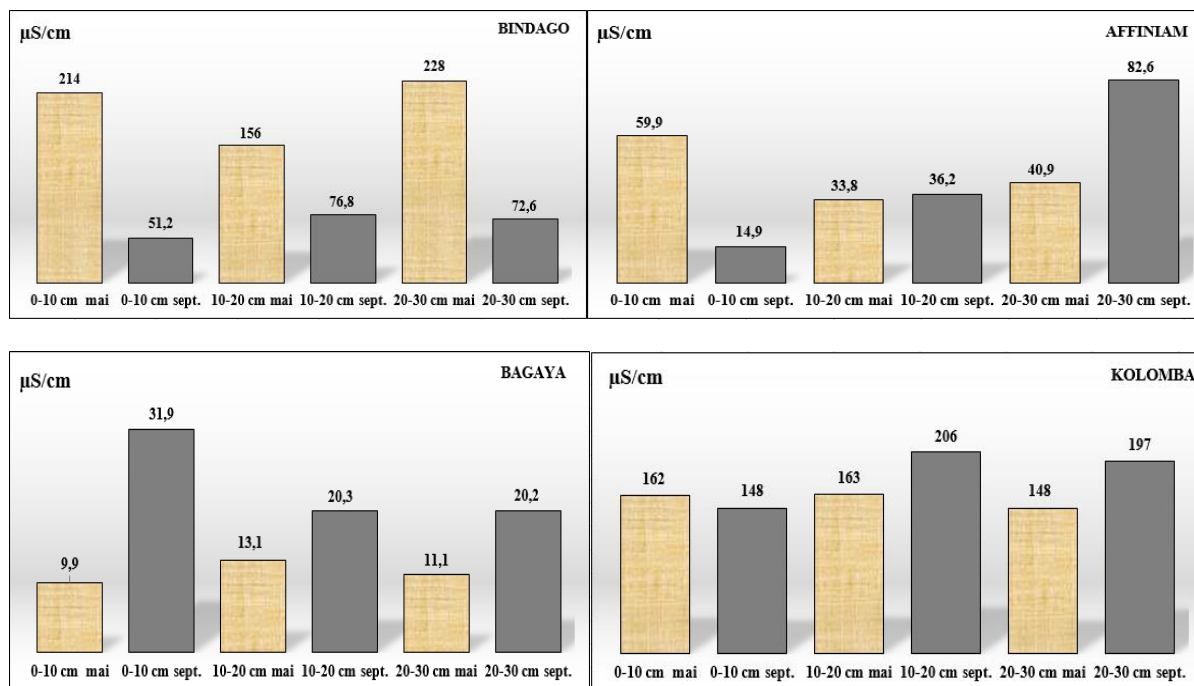
L'horizon (0-10 cm) se caractérise en saison sèche (mai), par des taux de CE qui évolue entre 9,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 214  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En saison des pluies (septembre), elle évolue de 14,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 162  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

L'horizon (10-20 cm) montre en saison sèche (mai) des taux de CE qui se situent entre 13,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 163  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En saison de pluies (septembre) elle varie de 20,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 203  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

L'horizon (20-30 cm) se caractérise en saison sèche (mai) par des taux de CE qui fluctue entre 11,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 228  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En saison de pluies (septembre), elle tourne aux alentours de 20,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 197  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Cependant, les taux de CE enregistrés dans les différents horizons, classifient les rizières de la zone d'étude dans la catégorie de celles non salées. Toutefois, les taux de CE enregistrés dans ces rizières montre que le processus de salinisation est d'actualité. Car les taux de CE varient en fonction de la saison et de la zone. D'ailleurs, les taux de CE les plus élevés sont notés dans la plupart des rizières en saison des pluies (septembre), c'est le cas des rizières suivantes : Bagaya, Kolomba, Affiniam, Djimande et Kandiou (figure 17). Sauf dans les rizières de Bindago où le taux de CE est plus élevé en saison sèche (mai).





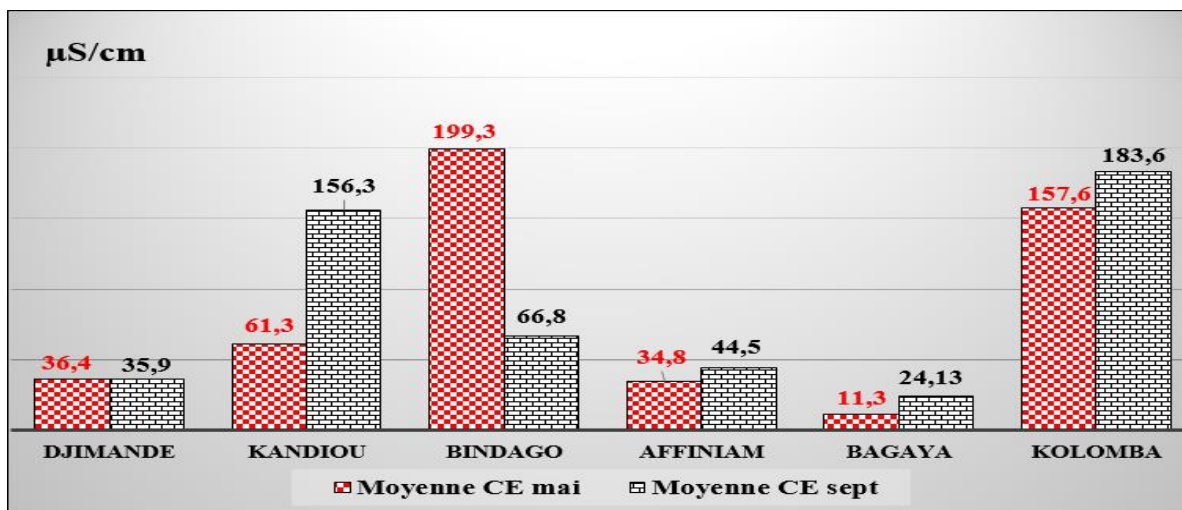
**Figure 17 : Profils verticaux et saisonniers de la CE dans les vallées de Bignona**

### **3.5.4. Variation saisonnière de la moyenne de la CE dans les vallées du marigot de Bignona**

Le calcul de la moyenne de la CE pour les trois horizons (0-10 cm ; 10-20 cm ; et 20-30 cm) a permis de comprendre et d'identifier, la tendance d'évolution de la salinité en fonction de la saison dans l'espace d'étude. Le processus de la salinisation s'effectue en grande partie dans les rizières observées dans cette recherche en saison des pluies (septembre), à l'exception de celles de Djimande et Bindago. Ces dernières ont connu les taux moyens de salinité les plus élevés en saison sèche (mai).

Il faut noter que les hausses de CE en saison des pluies (septembre) ont doublé dans certaines rizières même si dans d'autres elles sont légères. En effet, la moyenne de la CE a doublé à Kandiou et à Bagaya, passant respectivement de 61,3 μS /cm à 156,3 μS /cm et de 11,3 μS/cm à 24,13 μS /cm en saison des pluies. Par ailleurs, la moyenne de la CE a légèrement augmenté en saison des pluies à Affiniam en passant de 34,8 μS /cm à 44,5 μS /cm en saison des pluies. En ce qui concerne Kolomba, la moyenne de la CE a modérément augmenté en saison des pluies de 157,7 μS /cm à 183,6 μS /cm.

On peut souligner que des baisses de CE sont observées en saison de pluies dans les rizières de Bindago et Djimande. Dans les rizières de Bindago, la CE moyenne a considérablement baissé en saison des pluies, passant de 199,3 μS /cm à 66,8 μS /cm (figure 18).



**Figure 18: moyennes saisonnières de la CE de chaque profil dans les vallées de Bignona**

### 3.5.5. Variation saisonnière et verticale de la MO dans les vallées du marigot de Bignona

Les résultats qui découlent de l'analyse de la matière organique contenue dans les échantillons de sol, indiquent de faibles taux dans les sites de prélèvement (tableau 10). Toutefois, les teneurs en MO présentent des singularités en fonction de la saison, du site, et de l'horizon (profondeur).

**Tableau 11 : normes d'interprétation des résultats de MO (SANE, 2019)**

Normes MO %	Interprétation
<3	Très faible
3-4	Faible
4-5	Modérément faible
5-7,5	Modéré
7,5-9	Modérément élevé
9-15	Elevé
15-30	Très élevé

L'horizon (0 – 10 cm), les taux de MO varient entre 0 % et 6 % dans les vallées rizicoles. Le taux de MO le plus élevé est noté à Kolomba et est de 6 % en saison sèche (mai). Tandis que les taux de MO les plus bas sont de 0 % et sont enregistrés en saison sèche (mai) et en saison de pluie (septembre) dans les vallées suivantes : Bindago, Affiniam, et Bagaya.

L'horizon (10 – 20 cm), se caractérise par des taux de MO qui sont compris entre 0 % et 8 %. Le taux de MO le plus élevé est observé dans la vallée de Kolomba et est de 8 % au mois de mai. Cependant, les taux de MO le plus bas sont de 0 % et sont remarqués aussi bien en mai qu'en septembre dans les vallées de Kandiou, Bindago, Djimande, Affiniam et Bagaya.

L'horizon (20 – 30 cm), présente des taux MO qui varient entre 0 % et 4 % dans les vallées rizicoles. Le taux de MO le plus élevé est remarqué dans la vallée de Kolomba et est de 4 % au mois de septembre. Les taux de MO les plus bas sont en effet de 0 % et sont noté en mai et en septembre dans les vallées de Kandiou, Bindago, Affiniam, Djimande et Bagaya.

Les résultats révèlent un faible taux de présence de la MO dans les échantillons de sol rizicoles (figure 19). Cette pauvreté en MO a des impacts sur les activités rizicoles dans la vallée du marigot de Bignona. D'ailleurs, une analyse des moyennes des taux MO des trois horizons (0-10 cm ;10-20 cm ; et 20-30 cm) a permis de comprendre son évolution à l'échelle saisonnière.

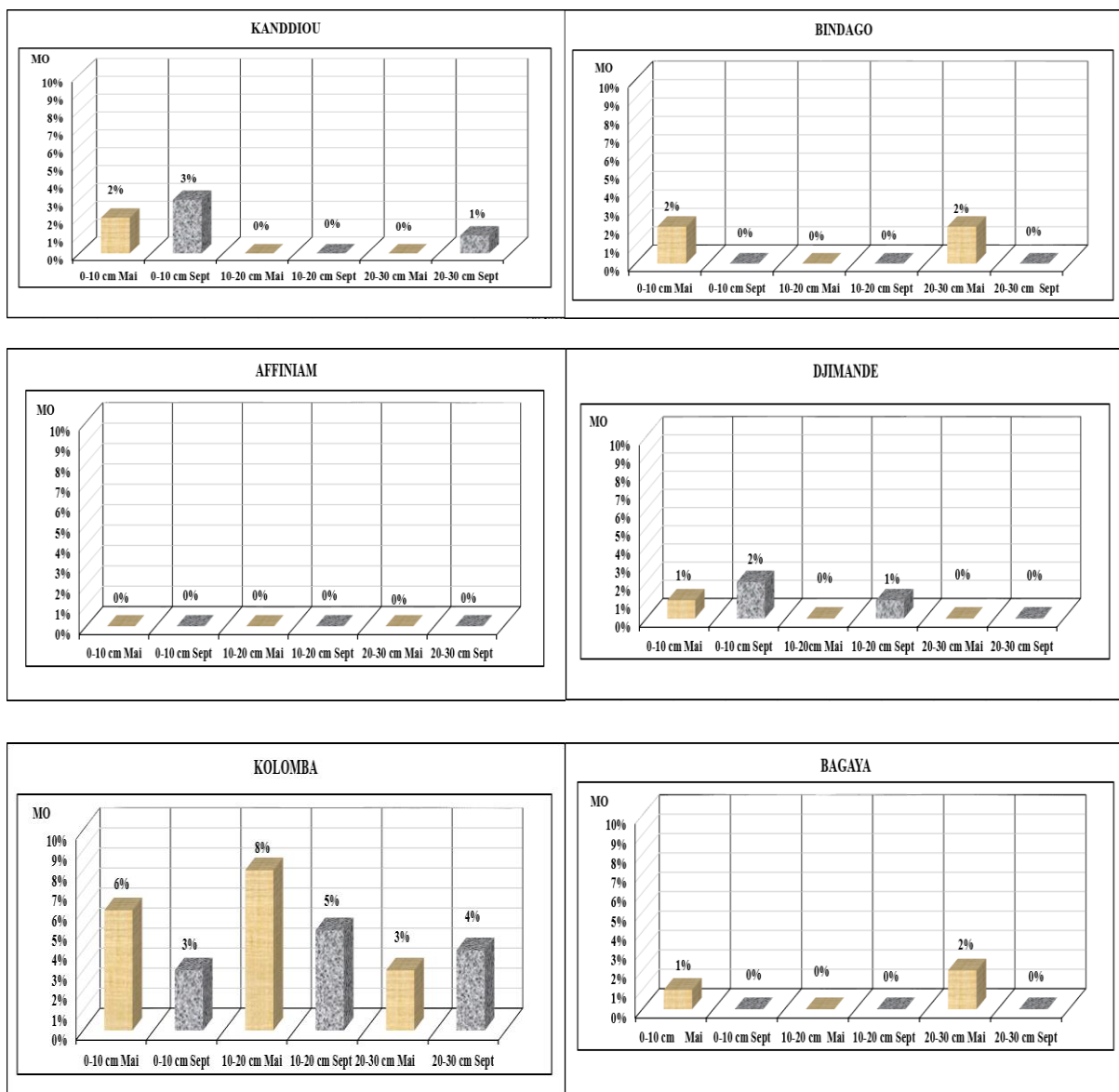


Figure 19: Profils verticaux et saisonniers de MO dans la vallée du marigot de Bignona



### 3.5.6. Variation saisonnière du taux moyenne de MO dans les vallées du marigot de Bignona

Le calcul du taux moyen de MO contenu dans les échantillons de sol à partir des trois horizons montre la prédominance de très faibles taux MO dans la plupart des rizières. Même si quelques exceptions sont observées dans certaines rizières avec des taux modérément faibles ou modérés en fonction de la saison (figure 20). Par ailleurs, les taux moyens de MO fluctuent selon la saison, un constat noté dans la majorité des rizières observées. Cette fluctuation saisonnière est marquée par plus de baisse que de hausse du taux moyen de MO en saison des pluies (septembre).

Il faut noter que les baisses du taux moyen de MO sont enregistrées en saison de pluies (septembre) dans les rizières de Kolomba de 5,6 % à 4 % (de modéré à modérément faible), de Bagaya de 1 % à 0 % (très faible à nul) et de Bindago de 1,3 % à 0 % (de très faible à nul). Le taux moyen de MO est resté nul dans les rizières d’Affiniam quel que soit la saison.

Cependant, le taux moyen de MO a connu une hausse en saison des pluies (septembre) dans les rizières de Djimande et de Kandiou. À Djimande, le taux moyen de MO est passé de 0,3 % à 1% et à Kandiou de 0,6 % à 1,3 % en saison des pluies (septembre). Ces taux moyens de MO sont toujours restés très faibles. Par conséquent, ces taux moyens de MO témoignent de la pauvreté des vallées rizicoles de la zone d’étude. Cela impacte sur la production et le rendement des rizières concernées.

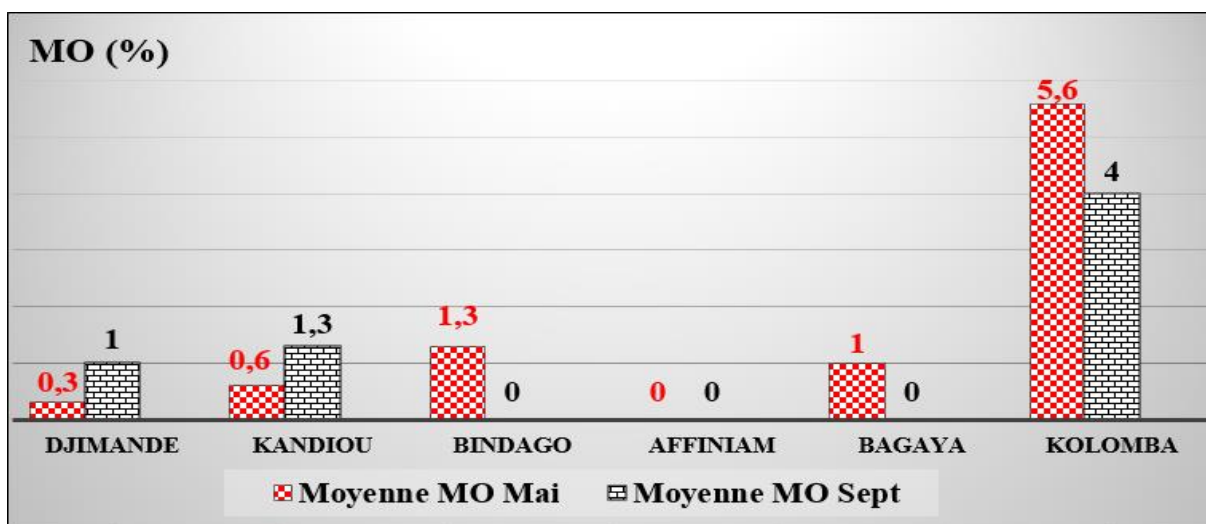


Figure 20 : Moyennes saisonnières du taux de MO des profils dans la vallée du marigot de Bignona

### 3.5.7. Synthèse de la composition physico-chimique et de la matière organique des sols des vallées

L'acidité et le faible taux de MO sont des faits dans la vallée du marigot de Bignona. D'après les résultats les rizières sont non salées mais on y observe des traces. Une situation présente dans les rizières (Kandiou, Djimande, Kolomba, Bindago, Affiniam, et Bagaya) qui déstabilise l'activité rizicole et porte atteinte à sa continuité. Les résultats d'analyse des échantillons de sol viennent confirmer les perceptions de la population selon lesquelles les rizières sont acides. Cependant, ils infirment les avis de la population selon lesquelles les rizières sont atteintes de salinité (tableau 11).

**Tableau 12: Synthèse de la qualité des sols rizicoles dans la vallée du marigot de Bignona**

VALLEES	Moyenne pH mai	Moyenne pH sept	Moyenne CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) mai	Moyenne CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) sept	Moyenne MO (%) mai	Moyenne MO (%) sept
DJIMANDE	4,2	4,24	36,4	35,9	0,3	1
KANDIOU	4,85	4,27	61,3	156,3	0,6	1,3
BINDAGO	3,54	3,88	199,3	66,8	1,3	0
AFFINIAM	4,53	4,67	34,8	44,5	0	0
BAGAYA	5,22	4,84	11,3	24,13	1	0
KOLOMBA	3,95	3,9	157,6	183,6	5,6	4

### 3.5.8. Analyse sédimentaire de la vallée du marigot de Bignona

Les résultats issus de l'analyse des échantillons de sols prélevés sur les huit sites qui correspondent en même temps aux huit villages de notre terrain d'étude, qui concerne la vallée du marigot de Bignona. Une vallée qui fait partie des grandes vallées du fleuve Casamance. Ces sites de prélèvements ont été choisis de façon à mieux appréhender les flux de sédiments tout au long de la vallée du marigot de Bignona. Pour cela, les zones de prélèvement sont réparties de l'amont en aval et de la rive gauche à la rive droite du marigot.

Les prélèvements sont faits à deux échelles de temps, au mois de mai et au mois de septembre, afin d'observer les fréquences des apports de sédiments en fonction de la saisonnalité. Ainsi dans chaque zone, les flux de sédiments sont caractérisés.

#### 3.5.8.1. Description des flux de sédiments dans la vallée du marigot

L'analyse granulométrique fait ressortir trois faciès (les argiles, les limons et les sables), caractérisant tous les sites de prélèvements. Cette analyse présente les résultats des échantillons prélevés à l'horizon (0-10 cm). Cependant, la logique de progression des courbes des fréquences différentielles permet de regrouper les sites en deux catégories : les sites à progression unimodale et les sites à progression bimodale.

### 3.5.8.1.1. Les fréquences différentielles de progression unimodale

Les courbes de mai et de septembre des fréquences différentielles présentent trois types de stocks sédimentaires entre autres les argiles, les limons et les sables. La figure montre une forte présence de sable dans les sites d’Affiniam, de Bindago et de Bagaya, avec le plus remarquable pourcentage au mois de septembre, tandis que les limons sont plus importants au mois de mai. Cependant, le site de Kolomba présente une opposition, avec un taux de présence de limons plus important pour le mois de septembre, et de sables pour le mois de mai (figure 21).

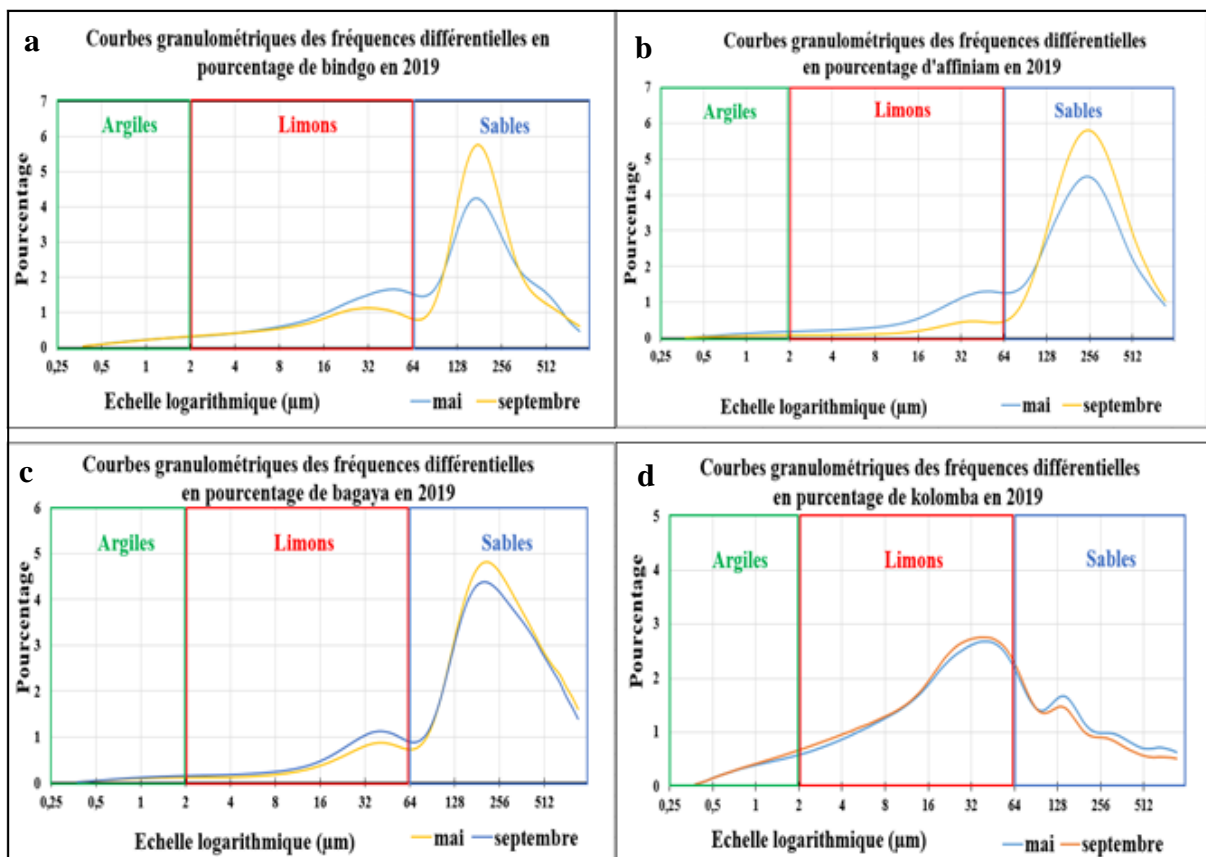
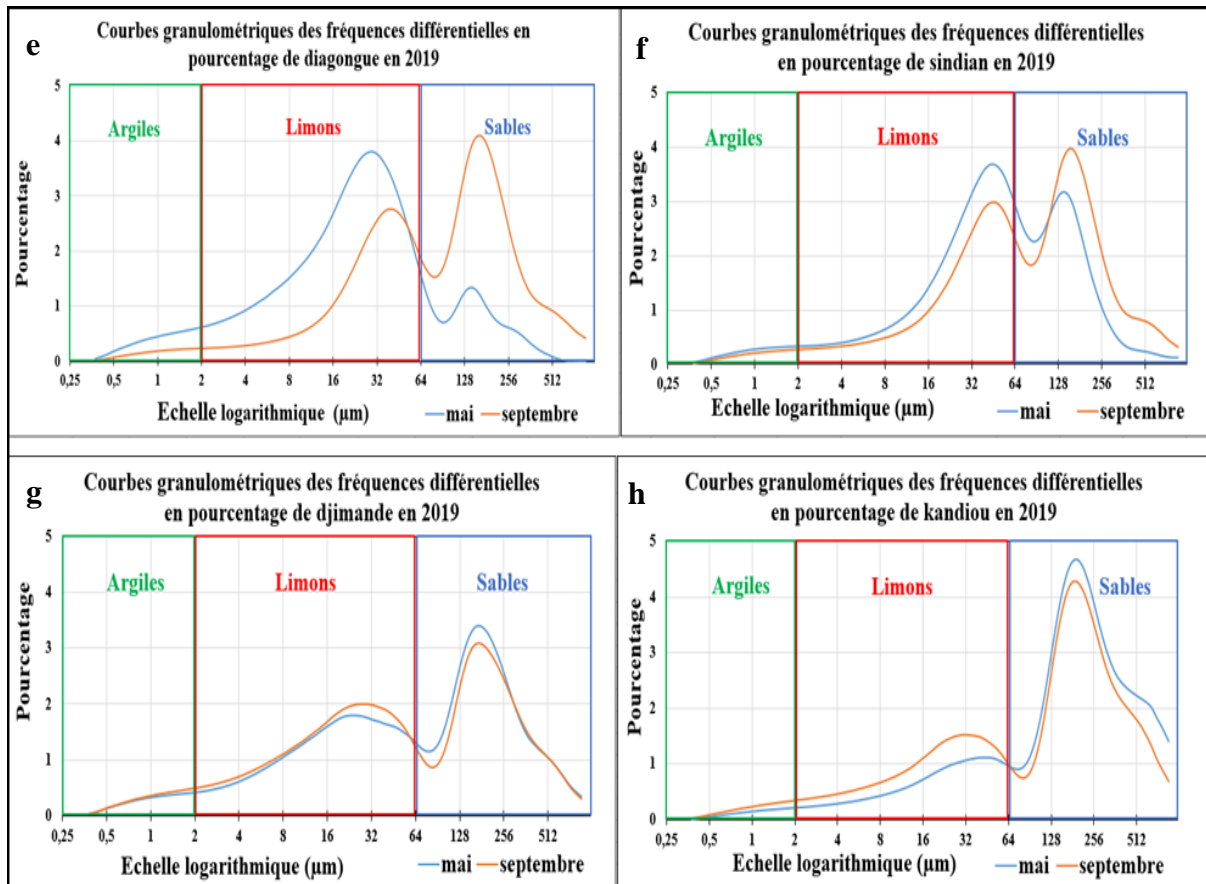


Figure 21 : Courbes de fréquences différentielles à progression unimodale

### 3.5.8.1.2. Les fréquences différentielles de progression bimodale

La progression bimodale met en exergue deux pics, un dans la fréquence des limons et un autre dans la fréquence des sables. Par ailleurs, il faut noter que ces pics ne suivent pas la même logique, cela en fonction des sites de prélèvements et du mois concerné. Par conséquent, deux cas de figure sont observés. D’une part, une logique qui montre une prédominance des limons au mois de mai et des sables au mois de septembre dans les sites de Diagongue et de Sindian. Et, d’autre part, un plus fort taux de fréquence des sables au mois de

mai et des limons au mois de septembre, et cela est noté dans les sites de Djimande et Kandiou (figure 22).



**Figure 22 : Courbes de fréquences différentielles à progression bimodale**

### 3.5.8.1.3. Interprétation des flux de sédiments dans la vallée du marigot

Le processus de transport et de dépôt des flux sédimentaires est assuré principalement par deux agents de transport : le vent et l'eau, qui agissent différemment en fonction de la saison. Le vent assure le transport en saison sèche et l'eau en saison des pluies. Les sédiments mobilisés par ces deux agents sont en général les limons et les sables.

Les apports de sables sont plus importants au mois de septembre dans les sites (a, b, et c), figure 38, et cela s'explique par la vitesse de ruissellement et le faible recouvrement du substrat par le tapis herbacé, qui facilite le lessivage des terrasses et des versants. Cependant, c'est au mois de mai que les limons sont mobilisés de plus dans ces sites (a, b et c), figure 38 même si c'est à de faibles taux et cela met en exergue le faible rôle du vent dans le transport et l'accumulation des sédiments dans ces vallées.

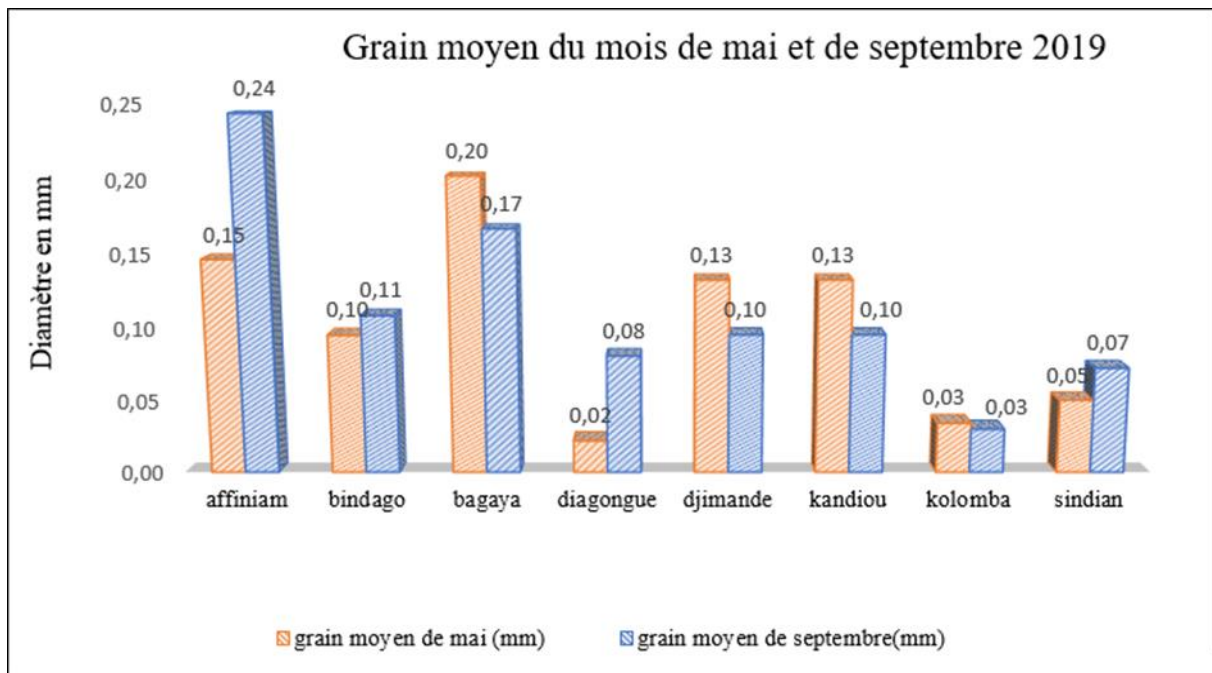
Par ailleurs, le site (d, figure 21) n'est pas affecté par le processus d'ensablement, car la plupart des sédiments transportés par le vent et l'eau sont constitués de limons. D'ailleurs, la grande partie des limons est transportée par l'eau.

Par conséquent, dans la figure 22, le processus d'accumulation des sédiments est aussi important au mois de mai qu'au mois de septembre et cela concerne à la fois les limons et les sables.

Dans ces sites (e, f) la déforestation est accentuée, cela constitue un avantage pour les agents de transports, car cela rend facile le travail. Ainsi, le vent et l'eau mobilisent facilement les limons et les sables. Toutefois, au mois de mai ce sont les limons qui sont transportés davantage et au mois de septembre les sables.

Les sites (g, h, figure 22) montrent une interversion des tendances qui se caractérise par une légère supériorité des sables au mois de mai et des limons au mois de septembre. Et cela porte à croire que le vent fait le plus grand travail dans le transport des sables et l'eau dans le drainage des limons. Cependant, cela peut s'expliquer par le principe du transport et du dépôt des sédiments. Pendant la saison sèche (mois de mai), le vent déplace les particules sédimentaires par suspension, saltation ou reptation et cela en fonction de leurs tailles. Au cours du processus, d'autres sont transportés plus loin que certains. Et en saison de pluie (mois de septembre), ces mêmes particules sédimentaires subissent la deuxième phase du transport. Cette fois, le travail est assuré par le courant d'eau. Les particules sédimentaires sont arrachées et drainées vers les points bas de la vallée. Ce processus est plus opérant dans un terrain dépourvu de tapis herbacé. Étant donné que le point de prélèvement des échantillons est le même pour mai et septembre, cela peut expliquer l'intervention des tendances. Dans ce cas, le stock de sédiments de mai correspond aux stocks de sédiments de septembre précédent plus mai et le stock de sédiments de septembre correspond à celui de mai et septembre. Dans ce cas, le stock de sédiments reçu par le site est inférieur à celui perdu par le site.

Par conséquent, le processus d'ensablement est une réalité dans la zone d'étude, car le grain moyen varie de 0,02 mm à 0,24 mm de diamètre et la moyenne des grains moyens des sites de prélèvement se situe dans la fréquence des sables (0,10 mm pour le mois de mai et 0,11 pour le mois de septembre (figure 23).

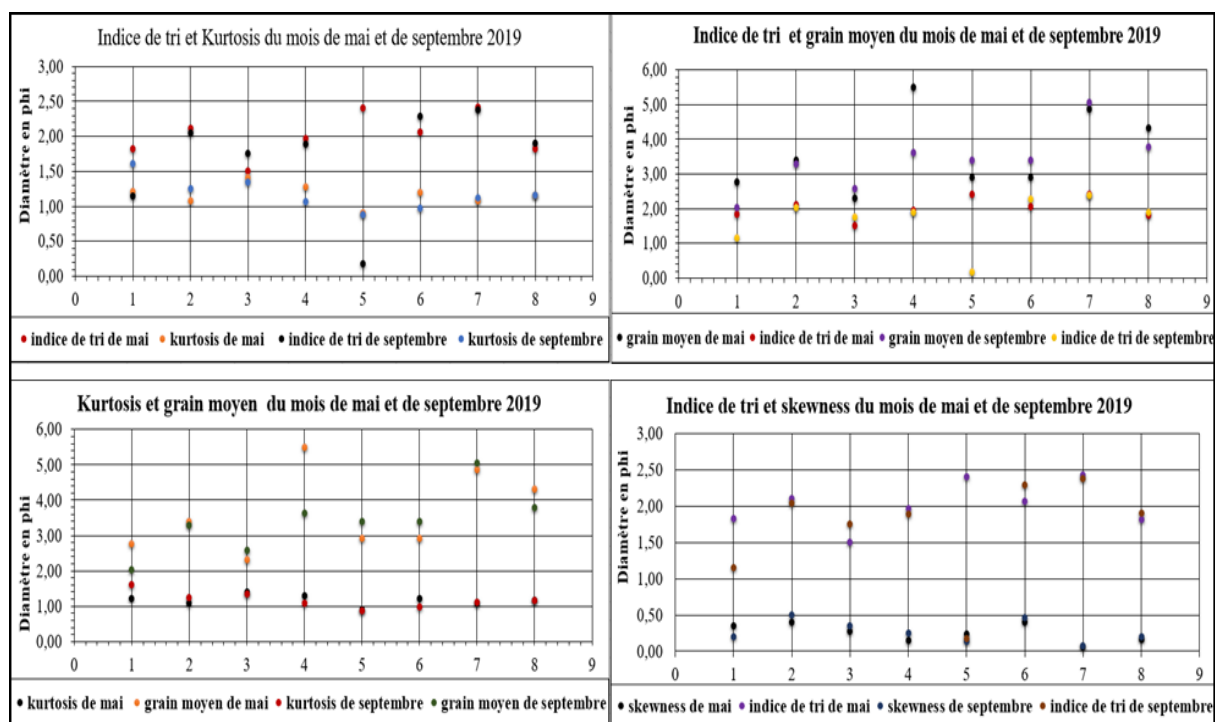


**Figure 23 : Grain moyen du mois de mai et de septembre en 2019**

On peut cependant noter que d'après l'indice de tri de Folk et Ward les stocks de sédiments varient (de mal classé à très mal classé), tableau 12 et figure 24.

**Tableau13 : Classification des indices de tri de mai et septembre en 2019**

sites	indice de tri de mai	signification	indice de tri de septembre	signification2
affiniam	1,83	mal classé	1,15	mal classé
bindago	2,11	Très mal classé	2,05	Très mal classé
bagaya	1,51	mal classé	1,76	mal classé
diagongue	1,96	mal classé	1,89	mal classé
djimande	2,4	Très mal classé	2,48	Très mal classé
kandiou	2,07	Très mal classé	2,29	Très mal classé
kolomba	2,48	Très mal classé	2,38	Très mal classé
sindian	1,82	mal classé	1,91	mal classé



**Figure 24 : Les indices**

## Conclusion

Le chapitre 3 a permis de comprendre l'évolution de la pluviométrie dans le bassin versant du marigot de Bignona. Cette compréhension est facilitée par l'utilisation de deux approches : une basée sur les bulletins pluviométriques et une autre basée sur la connaissance de la population. Ces deux approches complémentaires ont permis de qualifier l'évolution de la pluviométrie depuis 1950. Une évolution qui est rythmée par des séquences bien arrosées et d'autres qui le sont moins. Toutefois la tendance pluviométrique générale suit une pente régressive dans cette partie du Sénégal.

D'ailleurs, dans ce chapitre le problème de la qualité des sols rizicoles est traité à l'échelle de la vallée du marigot de Bignona. Ainsi, les paramètres qui permettent de comprendre l'état des sols de la vallée sont introduits sous deux approches : une basée sur les connaissances de la population et autre basée sur les analyses d'échantillons de sol au laboratoire. Ces approches ont permis de démontrer que les rizières de la vallée du marigot de Bignona sont atteintes par une forte acidité, un processus de salinisation, un faible taux de MO, et un processus d'ensablement. Donc ces rizières sont atteintes d'infertilité. Par conséquent, ce chapitre introduit le chapitre 4 qui traite des causes et des conséquences de cette infertilité des rizières imputable aux facteurs énumérés précédemment.

## **Chapitre 4 : Mutations sociales et occupation du sol dans le bassin versant du marigot de Bignona**

Le chapitre 4 aborde les dynamiques sociales et les dynamiques spatiales dans le bassin versant du marigot de Bignona. Les dynamiques sociales mettent l'accent sur l'évolution de la scolarité ainsi que la main-d'œuvre agricole, afin de comprendre les liens de cause à effet qui existent entre elles. Les dynamiques de l'espace se focalisent sur l'évolution de l'occupation du sol tout en plaçant au centre, les activités agricoles. Dans ce cadre, l'objectif est de démontrer les interactions qui existent entre ces différentes dynamiques.

### **4.1. Les dynamiques sociales dans le bassin versant du marigot de Bignona**

Le comportement de la société a beaucoup évolué dans le département de Bignona. Cette évolution est observée à différents niveaux, surtout sur la scolarité et sur la main d'œuvre agricole. Deux dimensions qui évoluent de façon opposée, c'est la raison pour laquelle cette étude cherche à comprendre leurs interactions. La comparaison du taux de scolarité et du taux de la main d'œuvre jeune permet de replacer les impacts de la scolarité sur les activités agricoles en générale et rizicoles en particulier.

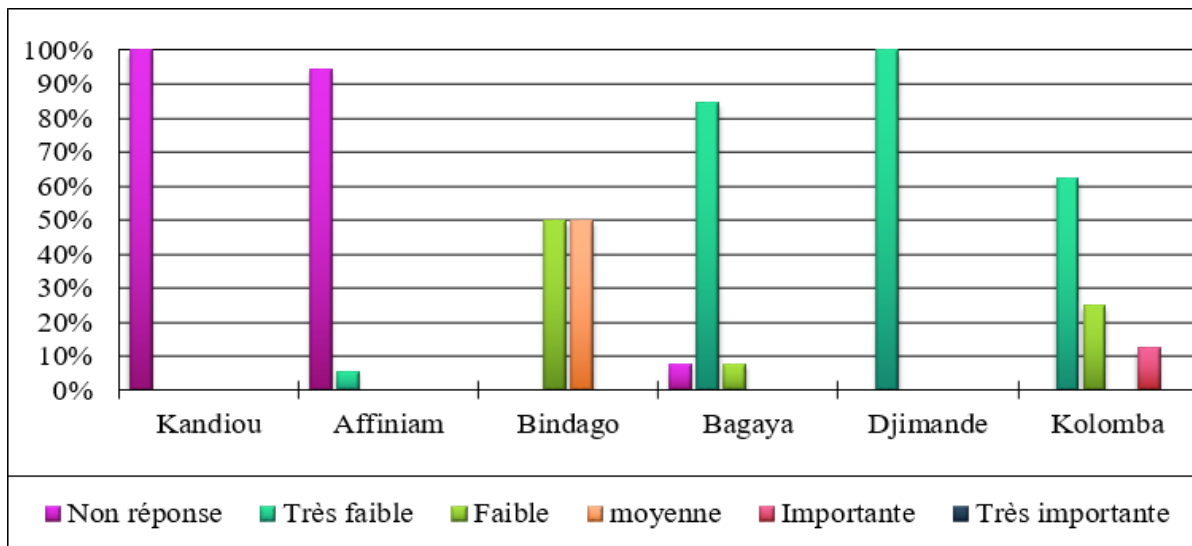
#### **4.1.1. La scolarité dans les années 1950 dans le bassin versant du marigot de Bignona**

La scolarité dans les années 1950 était négligée par la population dans la quasi-totalité des villages concernés. Cette négligence était due à l'importance de la place des jeunes dans les activités agricoles, d'où la réticence de la société traditionnelle à être favorable à l'instruction de leurs enfants.

En se référant aux données d'enquête de terrain, le taux de scolarité dans les six villages concernés était très faible d'une manière générale, une position soutenue par les 42 % des ménages. Par ailleurs, cette opinion n'est pas partagée par tout le monde, certains affirment que la scolarité était faible, moyenne, importante ou préfère s'abstenir sur la question.

En général, dans ces six villages, seul 14 % des ménages ont avancé des arguments qui classent le taux de scolarité dans la catégorie faible. Quelque 8 % considèrent que ce dernier était moyen et 2 % soutiennent que la scolarité était importante. D'ailleurs, les 34 % de la population n'ont pas apporté de réponse à cette question (figure 25).





**Figure 25 : perception de la population sur la scolarité des années 1950**

#### **4.1.2. la scolarité actuelle dans le bassin versant du marigot de Bignona**

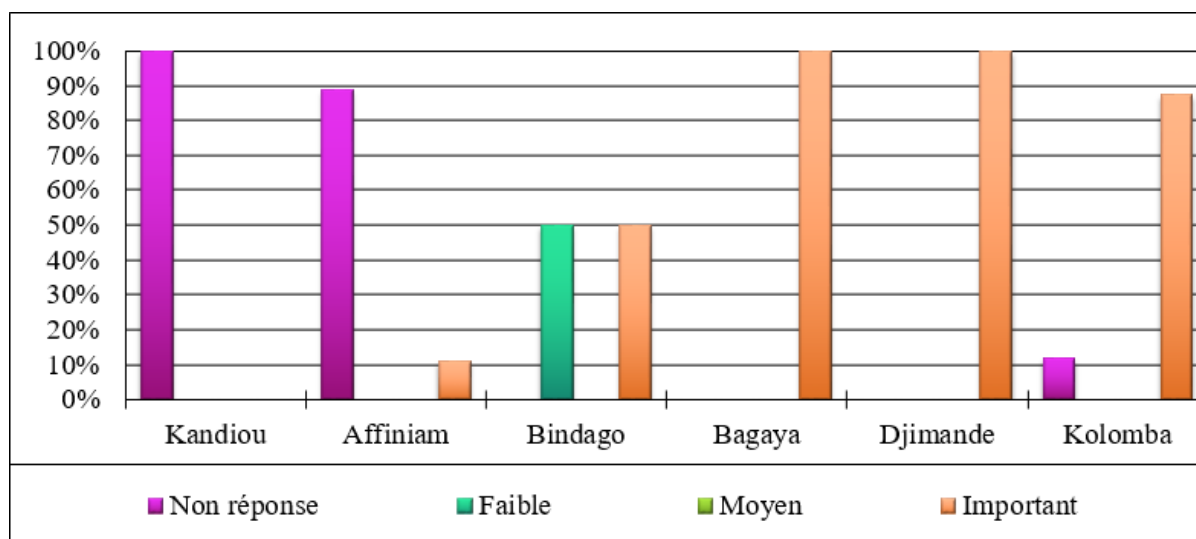
Si dans les années 1950 le taux de scolarité était faible, aujourd'hui tel n'est pas le cas dans les villages d'Affiniam, Bagaya, Bindago, Djimande, Kandiou et Kolomba.

Cependant, certains interlocuteurs ont choisi de garder le silence, cela n'empêche qu'à partir des apports de ceux qui ont voulu apporter leur point de vue par rapport à cette question un constat global est observé.

En partant d'un constat général, en moyenne 58,2 % de la population affirment que le taux de scolarité est important aujourd'hui et quasiment dans tous les ménages, les enfants à l'âge d'aller à l'école sont scolarisés. Néanmoins, une fine part de la population interpellée considère que jusqu'à présent le taux de scolarité est faible dans la zone, et celle-ci représente en moyenne 8,3 %. Par ailleurs, certains ne se sont pas prononcés sur la question, soit une moyenne de 33,5 %.

D'une manière spécifique, chaque village a sa singularité sur ce point qui semble être un élément explicatif du recul de la main d'œuvre qualifiée dans le secteur agricole et rizicole en particulier. Pourtant, dans cette singularité, des recoupements sont distingués à Bagaya et à Djimande, où 100 % affirment que le taux de scolarité est important dans leurs villages. À Kandiou, il est étrange que ce soit, 100 % de la population interpellée à ce propos n'ont apporté aucune position là-dessus. Par ailleurs, à Bindago 50 % de la population enquêtée cautionnent que le taux de la scolarité est faible et 50 % défendent la position, selon laquelle ce taux est important. Concernant Affiniam, les 89 % de la population n'ont donné aucun avis

sur la situation actuelle de la scolarité dans le village, néanmoins les 11 % considèrent que le taux de scolarité est important. Ainsi, à Kolomba une situation à part est remarquée, celle-ci se caractérise par un constat majeur et minime. Les 82 % de la population soulignent que la scolarité est importante dans le village contre une minorité de 11 % qui n'apporte aucun jugement sur la question (figure 26).



**Figure 26 : Perceptions de la population par rapport à la scolarité actuelle**

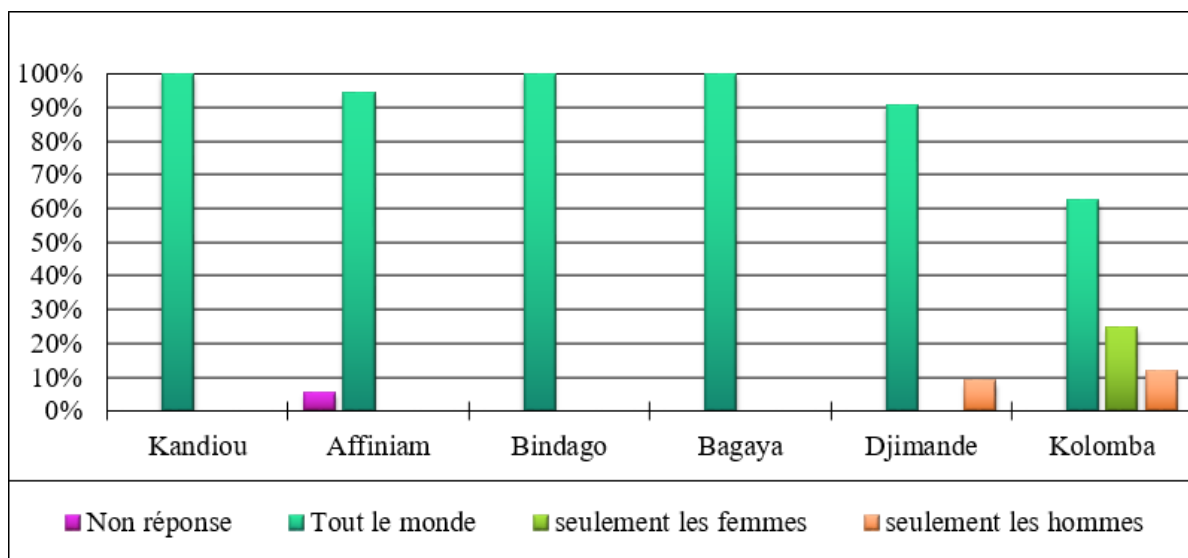
#### **4.1.3. L'évolution de la main d'œuvre agricole dans le bassin versant du marigot de Bignona**

Pour mieux appréhender la répartition par genre de la main d'œuvre jeune dans les activités rizicoles, il est plus judicieux de partir du général, c'est-à-dire des activités agricoles.

En effet, en partant d'un constat général, l'agriculture est une activité qui fédère toutes les couches sociales dans la zone sans discrimination de sexe. Ainsi, il en ressort des investigations que globalement toutes les catégories, c'est-à-dire jeunes femmes et jeunes hommes se dévouent aux activités agricoles. Ce constat est partagé en moyenne par 91,3 % de la population consultée. La population qui stipule que ce sont les jeunes femmes qui accordent plus d'intérêt aux activités agricoles dans sa généralité représente une part en moyenne de 4,2 %. Par ailleurs, celle qui défend le déterminisme et l'implication des jeunes hommes dans les activités agricoles reste inférieure, et représente seulement une moyenne de 3,5 %.

Cependant, ce constat ne reflète que la tendance globale dans la zone, et en particulier à l'échelle de chaque village, cette réalité peut évoluer considérablement.

Ainsi, dans ces villages (Kandiou, Affiniam, Bindago, et Bagaya), 100 % de la population soulignent que les activités agricoles sont l'affaire de tous les jeunes sans discrimination de sexe. Même si, à Kolomba et à Djimande quelques exceptions sont notées, cela n'influence pas considérablement la tendance globale. Mais, il faut préciser qu'à Kolomba, la population interpellée sur la question a tenu trois positions distinctes en fonction de l'activité développée (riziculture ou culture de plateau). Ces dernières sont les suivantes : 25 % de la population défendent l'idée selon laquelle les jeunes femmes s'adonnent plus aux activités agricoles ; 12% de la population soulignent que ce sont les jeunes hommes qui pratiquent en majorité les activités agricoles et enfin 63 % de la population affirment que sans distinction de sexe tous les jeunes participent aux activités agricoles. Et à Djimande seulement les 9 % de la population ont mentionné que les activités agricoles occupent plus les jeunes hommes, sinon les 91 % restent sur la position selon laquelle, ces dernières sont pratiquées par tous les jeunes dans le village (figure 27).



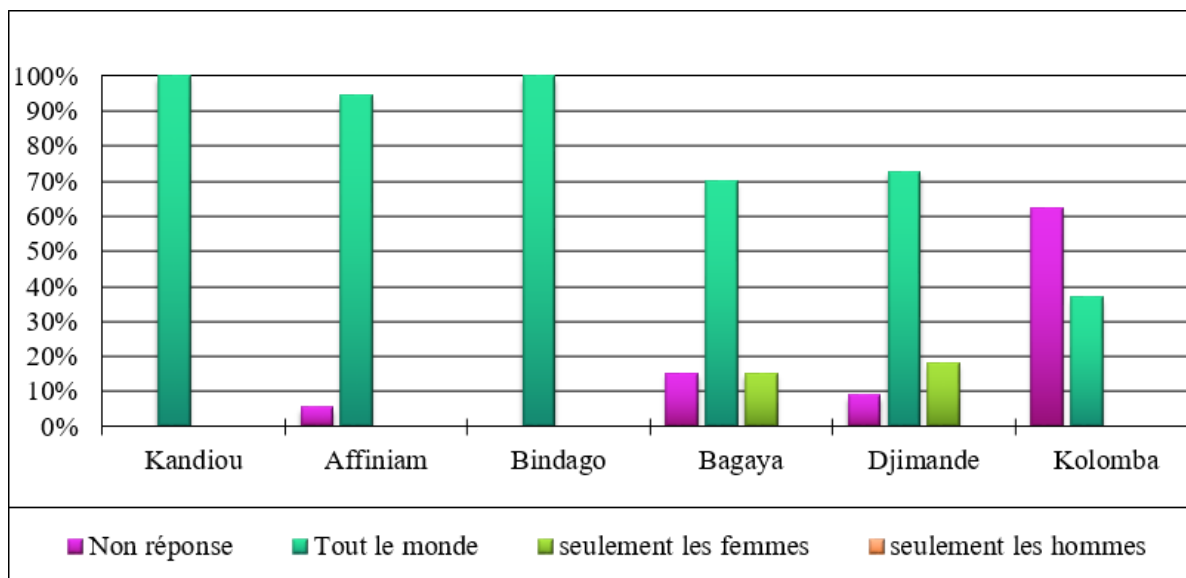
**Figure 27 : Perceptions de la population sur la participation des jeunes aux activités agricoles**

#### **4.1.4. La main d'œuvre jeune dans le domaine des activités rizicoles dans la vallée**

En général, l'implication des jeunes dans le secteur rizicole est dans la majeure partie des villages sans discrimination de sexe. D'ailleurs, cet état de fait est observé en moyenne par 79 % des villages concernés. Pour autant, une petite partie de la population soutient que les activités rizicoles du ménage sont pratiquées plus par les jeunes femmes, cette dernière correspond en moyenne à 5,5 %. Cela relève des observations globales notées dans tous les

villages concernés. Chaque village a ses réalités, et cela amène à isoler l'analyse pour mieux comprendre les différentes singularités notées.

En effet, les singularités sont surtout remarquées dans deux villages : Bagaya et Djimande. C'est dans ces deux villages qu'une partie de la population affirme que les activités rizicoles du ménage sont assurées globalement par les jeunes femmes. C'est ainsi qu'à Bagaya 15 % de la population partagent ce point de vue contre 18 % à Djimande (figure 28).



**Figure 28 : participation des jeunes aux activités rizicoles**

#### 4.1.5. Genre, main d'œuvre et riziculture dans la vallée du marigot de Bignona

Le fait de partir des activités agricoles puis rizicoles permet de mieux expliciter les mutations en cours dans le secteur de la riziculture de bas-fond. Un secteur qui souffre de plusieurs facteurs qui jouent en sa défaveur. C'est ainsi que dans cette recherche, l'attention est portée sur un élément déterminant d'une activité agricole, c'est-à-dire la main-d'œuvre disponible. Ici, il s'agit de s'intéresser à la main d'œuvre active par sexe sans distinction d'âge dans le domaine de la riziculture de bas-fond.

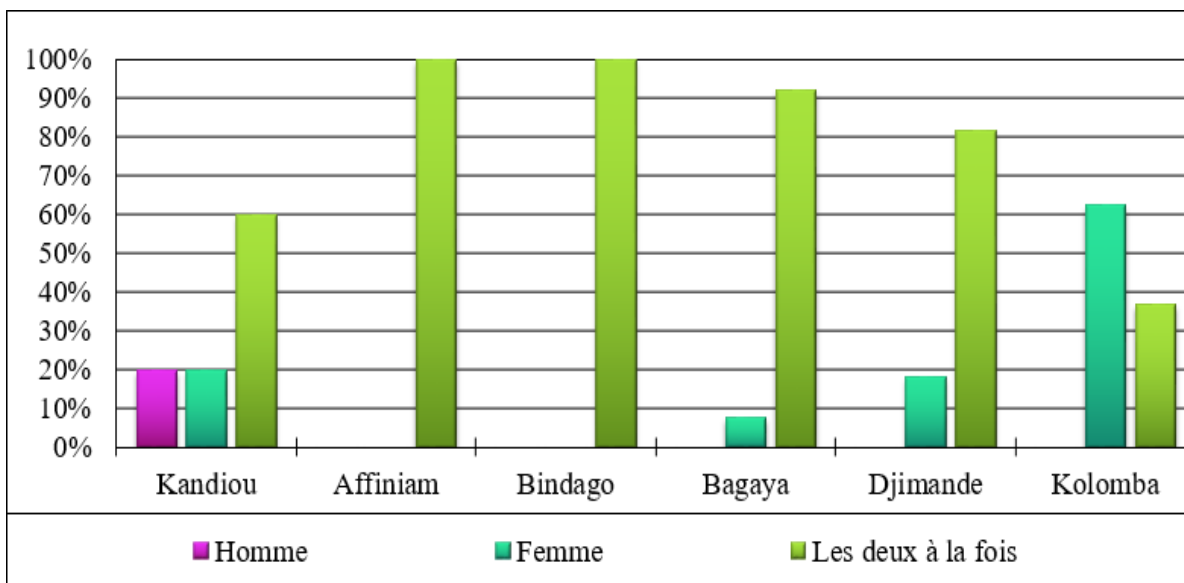
C'est ainsi que dans les analyses, trois tendances sont observées à l'échelle globale, échelle des villages de l'espace d'étude. Globalement la riziculture de bas-fond est développée par les hommes et les femmes en étroite collaboration dans la zone, cet état de fait est soutenu en moyenne par 78,5 % de la population. Il est cependant important de souligner que certains stipulent que la riziculture de bas-fond n'est pratiquée que par les femmes ou que par les hommes. Ces derniers sont très peu représentés. Dans tous les villages qui ont fait l'objet d'investigation, la population qui souligne que la riziculture de bas-fond est développée

d'avantage par les femmes représente en moyen 18,2 %. Un pourcentage largement supérieur à celle qui pense que ce sont les hommes qui constituent la force motrice de la riziculture de bas-fond dans la zone. Par ailleurs, elle représente en moyenne 3,3 % de la population interpellée sur la question.

Toutefois, pour mieux distinguer les singularités, il faut réduire l'échelle d'analyse, en la ramenant à celle du village. Ainsi chaque village présente ses caractéristiques typiques.

En effet, sur les six villages qui ont fait l'objet d'investigations, c'est uniquement à Kandiou qu'une minorité, soit 20 % de la population interpellés ont affirmé que la riziculture de bas-fond est une activité qui est aux dépens de la force de la main d'œuvre homme. Et le constat global dans la zone, même si c'est à de faibles pourcentages par village, selon lesquels ce sont les femmes qui développent la riziculture de bas-fond, est partagé aussi par 20 % de la population. Mais, la majorité de la population ne partage pas ces points de vue. D'ailleurs, les 60 % soulignent que cette activité est partagée, et dans ce partage, il y'a des tâches qui relèvent de la compétence des hommes et d'autres de celles des femmes.

En ce qui concerne Bagaya, Djimande et Kolomba, une spécificité se dégage encore. C'est dans ces villages où la population affirme, que ce sont les femmes qui pratiquent la riziculture de bas-fond. D'ailleurs, à Bagaya 8 % de la population soutiennent ce point de vue contre 92 % qui considèrent que la riziculture est une activité familiale donc partagée par les hommes et les femmes. À Djimande, ces remarques fluctuent, soit 18 % de la population stipulent que c'est une activité des femmes, mais jusque-là il s'est avéré que cette dernière concerne tout autant les hommes et les femmes, pour ce faire 82 % des interlocuteurs partagent ce constat. Cependant, à Kolomba le contraire s'est produit. Dans ce village, 63 % de la population soulignent que la riziculture de bas-fond est assurée que par les femmes, c'est seulement les 37 % qui affirment que cela préoccupe hommes et femmes dans le village. Pourtant, à Affiniam et à Bindago, 100 % de la population n'ont pas eu deux points de vue distincts. Ils partagent un seul point de vue, selon lequel c'est une activité qui mobilise hommes et femmes dans le village (figure 29).



**Figure 29 : Perception de la population sur le genre le plus actif dans les activités rizicoles**

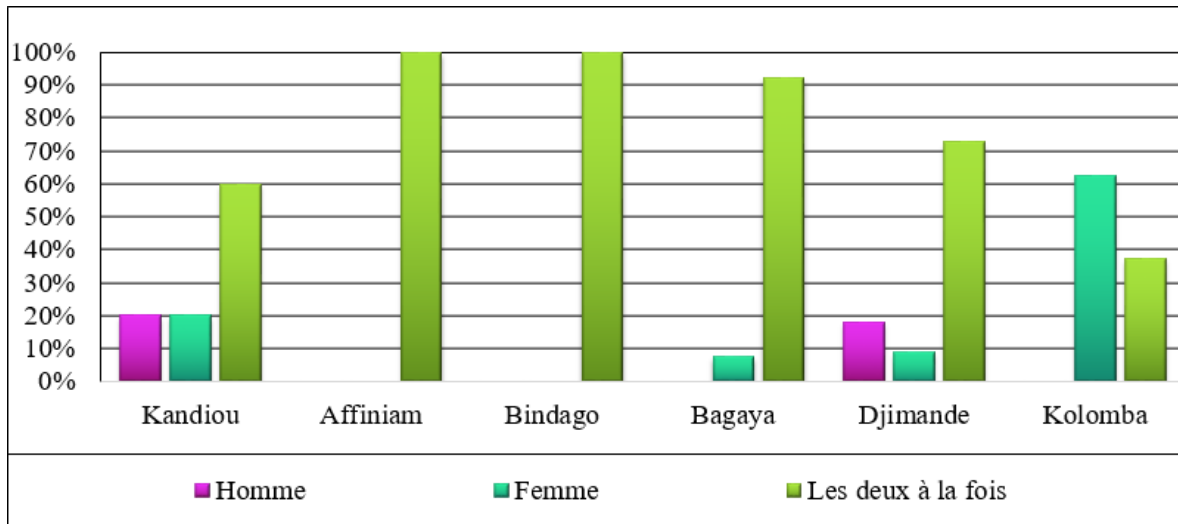
#### **4.1.6. Le genre de la main d'œuvre active dans le secteur de la riziculture à l'échelle du ménage dans la vallée du marigot de Bignona**

Le fait de s'intéresser en particulier sur le genre qui s'adonne le plus à la riziculture dans le ménage permet de faire une comparaison par rapport à la situation générale dans le village.

C'est pourquoi des moyennes ont été calculées à l'échelle de la zone pour chaque catégorie : homme, femme, et les deux à la fois. Afin de jauger celle qui est la plus représentée dans le ménage. Dans la zone d'une manière générale, les ménages qui considèrent que la riziculture est pratiquée par les hommes représentent en moyenne 6,3 %. Du moment où ceux qui soutiennent que ce sont les femmes qui assurent la continuité de la riziculture de bas-fond dans le ménage sont plus représentés et ils représentent 16,6 % en moyenne. Par ailleurs, il faut noter en gros que c'est un travail partagé dans le ménage, des activités qui relèvent de la compétence des hommes et d'autres de celle des femmes. À cet effet, en moyenne 77,1 % des ménages défendent ce point de vue.

Cependant, chaque village présente des caractéristiques spécifiques qui relèvent de son milieu. Ainsi dans chaque village de la zone cela est observé. Les observations notées à l'échelle du village sont aussi presque identiques au niveau du ménage, à quelques exceptions près. Et ces dernières sont observées à Djimande, où 18 % des ménages considèrent que la riziculture de bas-fond est assurée par les hommes dans le ménage, contre 9 % qui pensent plutôt que ce sont les femmes. En somme, il faut retenir que la riziculture de bas-fond est une

activité qui est au carrefour du genre (hommes et femmes) dans le ménage. Dans la mesure où 73 % des ménages affirment que la riziculture n'est pas réservée à une catégorie dans le ménage, mais une activité qui fédère toute la main d'œuvre valide sans exception (figure 30).

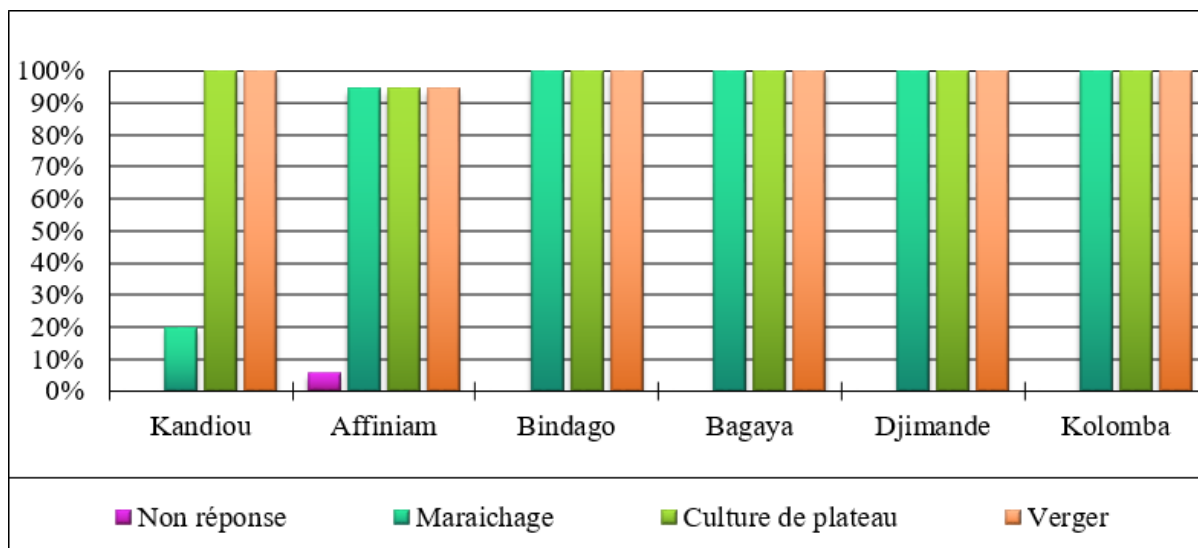


**Figure 30 : Pourcentage du genre le plus actif dans la riziculture du ménage**

#### **4.2. Les dynamiques de l'espace agricole dans le bassin versant du marigot de Bignona**

La riziculture de bas-fond n'est pas la seule activité agricole qui est développée dans le bassin versant du marigot de Bignona. En dehors de la riziculture de bas-fond, d'autres activités agricoles sont aussi pratiquées dans le bassin versant du marigot de Bignona. Il s'agit, entre autres du maraichage, la culture de plateau et l'arboriculture (les vergers). La diversification agricole est une réalité dans tout le bassin versant du marigot de Bignona. D'une manière globale, toutes les activités agricoles citées sont développées quel que soit le taux de représentation par activités agricoles à l'échelle du ménage.

Les activités agricoles extra rizicoles sont développées dans tous les villages concernés par l'étude. Par ailleurs, des disparités sont notées entre ces villages par rapport à ces activités. Ainsi, à Kandiou, le maraichage représente 20 % et reste une activité qui est très faiblement développée. Par contre les autres activités agricoles extra rizicoles comme la culture de plateau et l'arboriculture (verger) occupent 100 % chacune et y sont très fortement développées. Cependant, cette exception n'est notée qu'à Kandiou, et dans le reste de la zone les activités agricoles extra rizicoles se valent (figure 31).



**Figure 31 : Proportion des activités agricoles extra-rizicoles dans les villages**

#### 4.2.1. L'agriculture extra-rizicole du ménage

Les disparités dans les habitudes agricoles extra rizicoles sont plus prononcées à l'échelle du ménage, d'autant plus que chaque activité présente des avantages et des inconvénients. C'est la raison pour laquelle, d'un village à un autre, les ménages développent les activités qui présentent plus d'avantages et moins d'inconvénients.

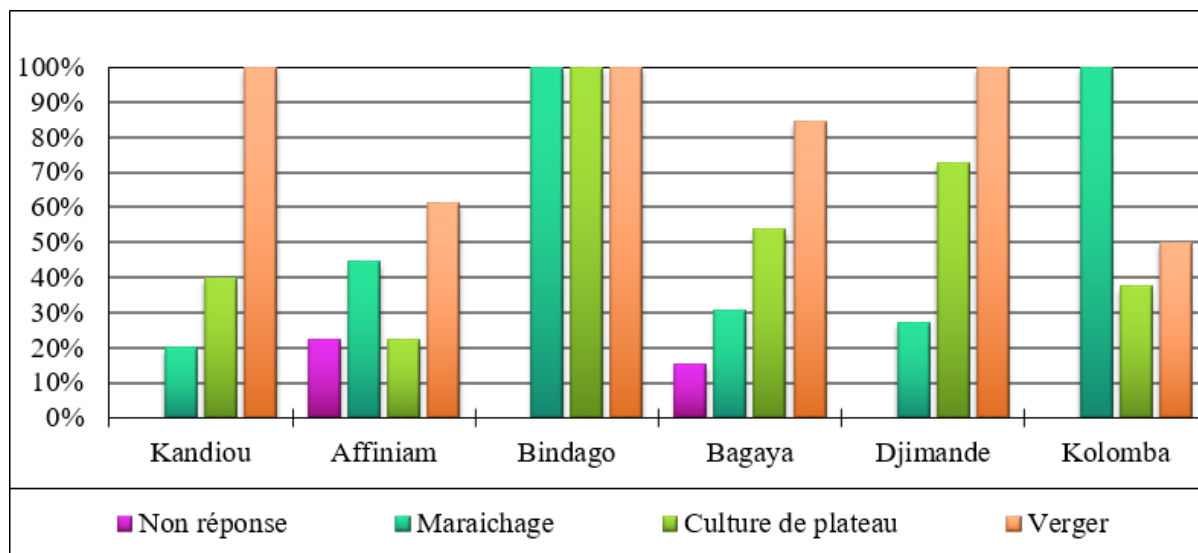
D'une manière générale, l'activité agricole extra rizicole la plus développée reste l'arboriculture (vergers), qui occupe en moyenne 82,7 % des ménages. Celle-ci est suivie par la culture de plateau qui représente en moyenne 54,5 % des ménages. Et la pratique du maraichage en dernière position, qui mobilise en moyenne 38,7 % des ménages.

Cependant, chaque village présente des caractéristiques spécifiques qui relèvent essentiellement de son milieu. Ainsi, quatre types de classifications de la représentativité des activités agricoles extra rizicoles par ordre sont distinguées du moins important au plus important dans les ménages.

Dans les villages de Kandiou, Bagaya et Djimande, l'activité agricole extra rizicole la plus convoitée par les ménages est essentiellement l'arboriculture (verger), la culture de plateau, vient en deuxième position et enfin le maraichage. Par ailleurs, à Kandiou 100 % des ménages s'adonnent à l'arboriculture (verger), 40 % à la culture de plateau et 20 % au maraichage. Quant à Bagaya, 85 % des ménages développent l'arboriculture (verger), 54 % pratiquent la culture de plateau et 31 % font du maraichage. Et à Djimande, l'arboriculture (verger) occupe 100 % des ménages contre 73 % pour la culture de plateau et 27 % pour le maraichage.



A Affiniam, après l'arboriculture (verger) qui représente 61 % des ménages, c'est le maraichage qui occupe la deuxième place avec 44 % et enfin la culture du plateau avec 22 %. Bindago est un cas à part, dans ce village 100 % des ménages développent le maraichage, la culture de plateau et l'arboriculture (verger). Mais à Kolomba, le maraichage occupe 100 % des ménages, puis l'arboriculture 50 %, et enfin la culture du plateau 33 % (figure 32).



**Figure 32 : Proportion des activités agricoles extra-rizicoles du ménage**

#### 4.2.2. Les différentes cultures de plateau du ménage

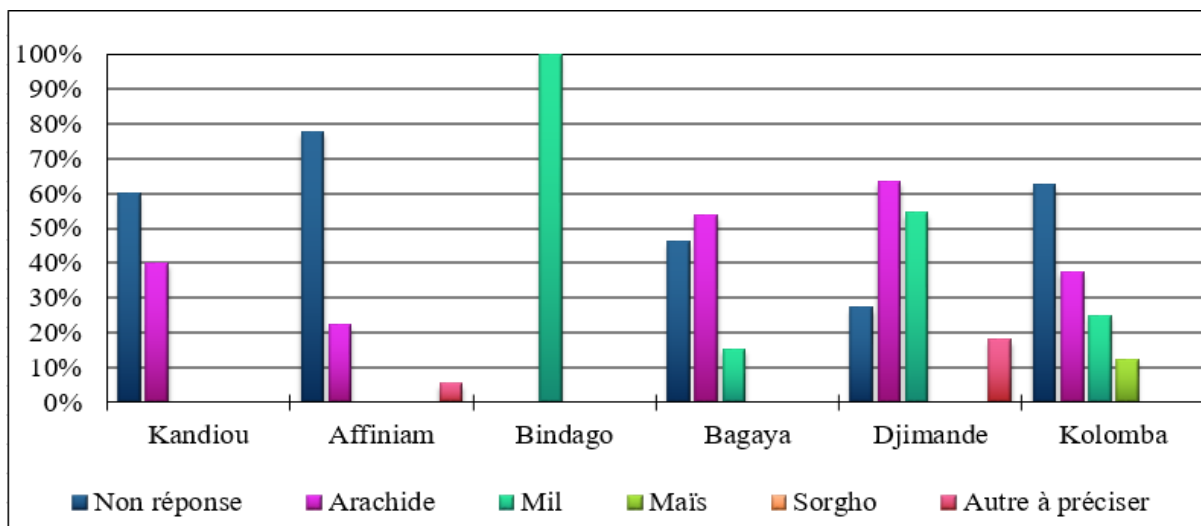
Les cultures de plateau sont variées parmi lesquelles on peut retenir : l'arachide, le mil, le sorgo, et le maïs.

Ces variétés de culture de plateau ont des portées distinctes dans le ménage, quel que soit le village concerné. Pratiquement, c'est deux variétés de cultures de plateau qui sont développées par les ménages dans la zone, il s'agit de la culture d'arachide et du mil, sinon les autres variétés de culture de plateaux sont soit très peu cultivés ou non du tout en fonction des villages.

La culture d'arachide représente en moyenne 36,5 % et reste la culture de plateau la plus développée par les ménages. D'ailleurs, elle est pratiquée presque dans tous les villages qui font l'objet de l'étude, à une exception près, Bindago où aucun des ménages qui ont été interpellés ne l'a mentionnée. C'est à Djimande, que la plupart des ménages s'adonnent à la culture d'arachide, soit 64 %. Ainsi, Bagaya occupe la deuxième place, avec 54 % des ménages consultés cultivent l'arachide. Dans cette même logique suivent Kandiou 40 %, Kolomba 38 % et Affiniam 22 %.

Successivement, la culture du mil est, presque aussi développée que l'arachide dans la zone, elle occupe en moyenne 32 % des ménages. Mais sur les six villages qui ont fait l'objet de cette investigation, c'est seulement dans les quatre que la culture du mil est pratiquée par les ménages. Par conséquent, l'importance de la culture du mil varie d'un village à un autre. Contrairement à la culture de l'arachide, c'est à Bindago que le plus de ménages cultivent le mil, soit 100 % ; puis à Djimande 55 % ; ensuite à Kolomba 25 % et en fin à Bagaya 15 %.

Les autres variétés de cultures telles que le maïs, le sorgho et les autres à préciser sont très peu cultivées ou quasiment absentes dans la zone. C'est seulement à Kolomba que certains interlocuteurs ont mentionné qu'ils cultivent le maïs, soit 13 % des ménages. En effet, à Djimande et à Affiniam, ils notifient qu'ils cultivent aussi d'autres variétés de culture de plateau, soient respectivement 18 % et 6 % des ménages. La figure 33 indique la perception de la population sur les différentes cultures de plateau par les ménages.

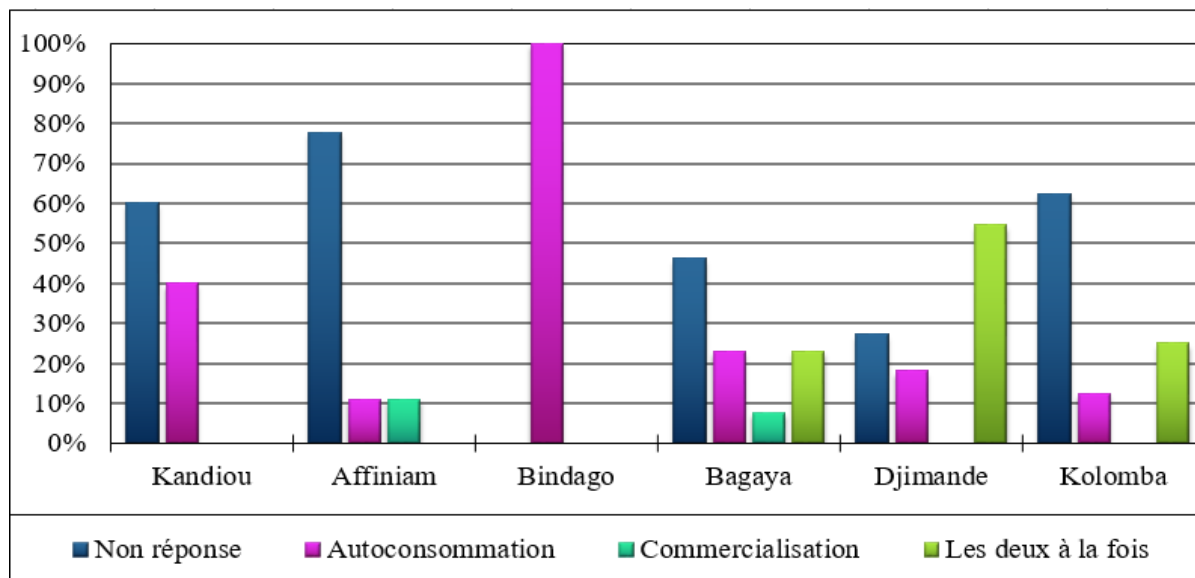


**Figure 33 : Proportion des variétés de cultures plateau du ménage**

#### 4.2.3. Destination des cultures de plateaux du ménage

Les cultures de plateau sont destinées, à l'autoconsommation, à la commercialisation et à la fois pour l'autoconsommation et pour la commercialisation. La finalité des cultures de plateau est fonction des variétés produites. En général, dans le bassin versant du marigot de Bignona les cultures de plateau tournent essentiellement autour de l'arachide et du mil. L'arachide est réservée à la commercialisation et le mil à l'autoconsommation. Par conséquent, dans la zone les cultures de plateau sont plus autoconsommées (34,2 %) que commercialisées (6,3 %) en moyenne. Il faut aussi souligner que quelques fois, ces produits sont à la fois autoconsommés et commercialisés soit 17,2 % en moyenne dans la zone. Par ailleurs, ces taux varient d'un

village à un autre, ce qui est matérialisé par la figure 34 relative à la perception de la population par rapport à la destination de la production des cultures du plateau du ménage.



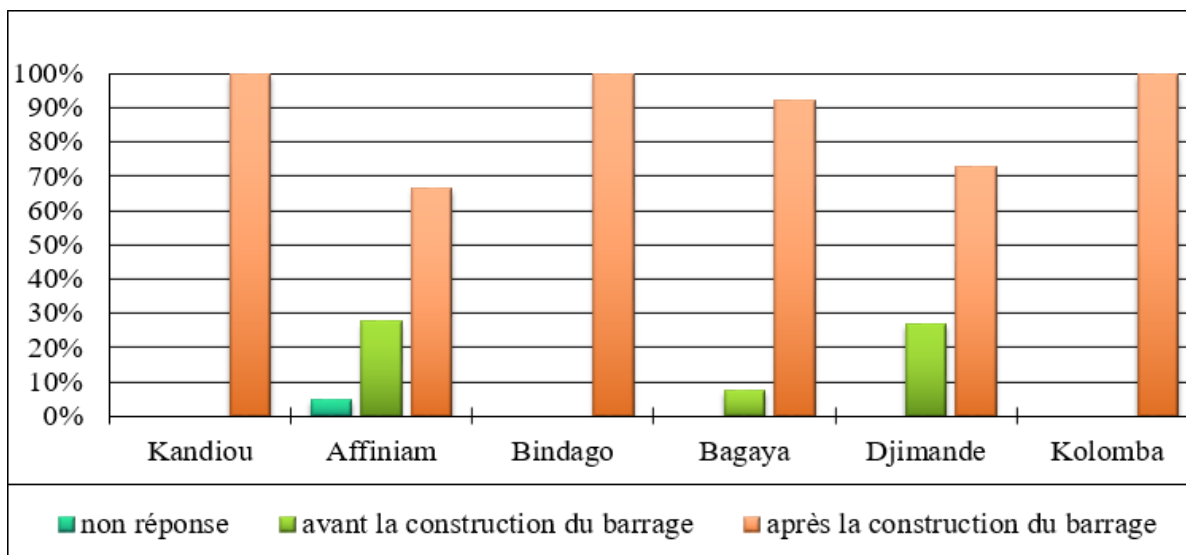
**Figure 34 : Proportion de la destination des cultures de plateau du ménage**

#### **4.3. L'évolution de la riziculture de bas-fond dans le bassin versant du marigot de Bignona**

Le barrage d’Affiniam est beaucoup cité dans le comportement actuel des rizières le long de la vallée, en particulier dans les villages d’Affiniam, Kandiou, Bagaya, Kolomba, Djimande et Bindago.

Historiquement, le projet de construction du Barrage d’Affiniam était porté par une ambition qui allait au-delà d’une récupération des rizières contaminées par le sel et d’une protection de celles non atteintes par la salinité. Dans le projet, il était prévu que le Barrage permettrait une riziculture de contre saison de façon à maximiser les rendements rizicoles et pérenniser l’autosuffisance en riz.

Face au niveau d’inefficacité du barrage DIOUF (2013), la population porte à croire que les problèmes liés à l’état actuel des rizières sont apparus après sa construction même si une fine partie de la population pense que cela n’est pas strictement imputable au barrage. La figure 35 traduit la perception de la population de l’état actuel des rizières par rapport à l’implantation du barrage d’Affiniam.

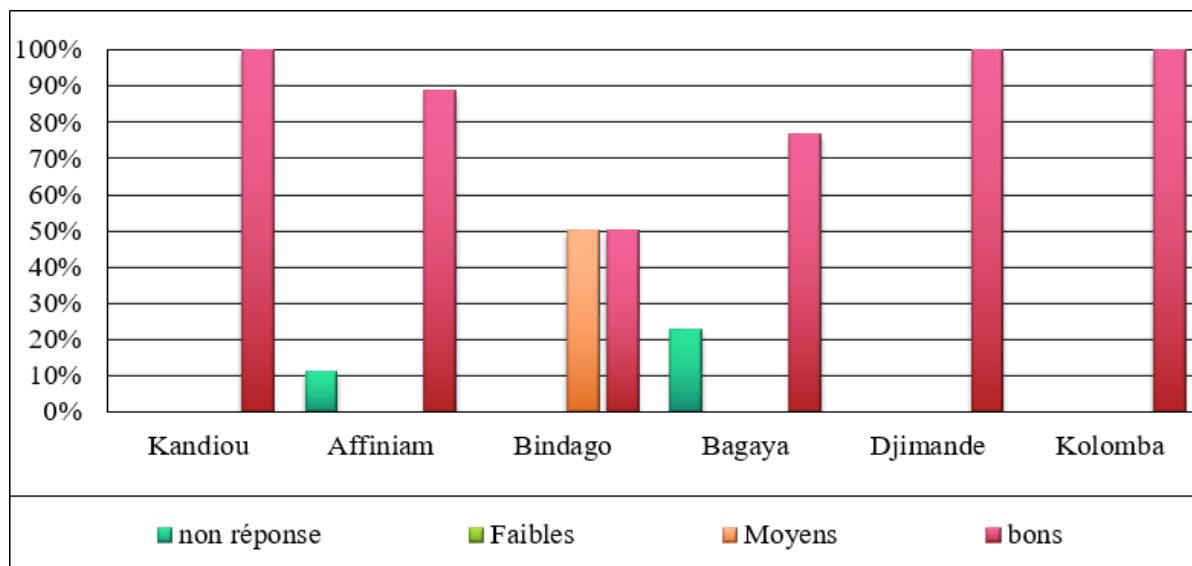


**Figure 35 : caractérisation de la riziculture de bas-fond par rapport à l'implantation du barrage d'Affiniam**

#### **4.3.1. La situation rizicole avant la construction du barrage d'Affiniam**

Les rendements dépendent en grande partie de la qualité des sols rizicoles. Le grenier des riziculteurs connaît des situations favorables et défavorables dans l'histoire rizicole de ces villages : Kandiou, Affiniam, Bindago, Bagaya, Djimande et Kolomba.

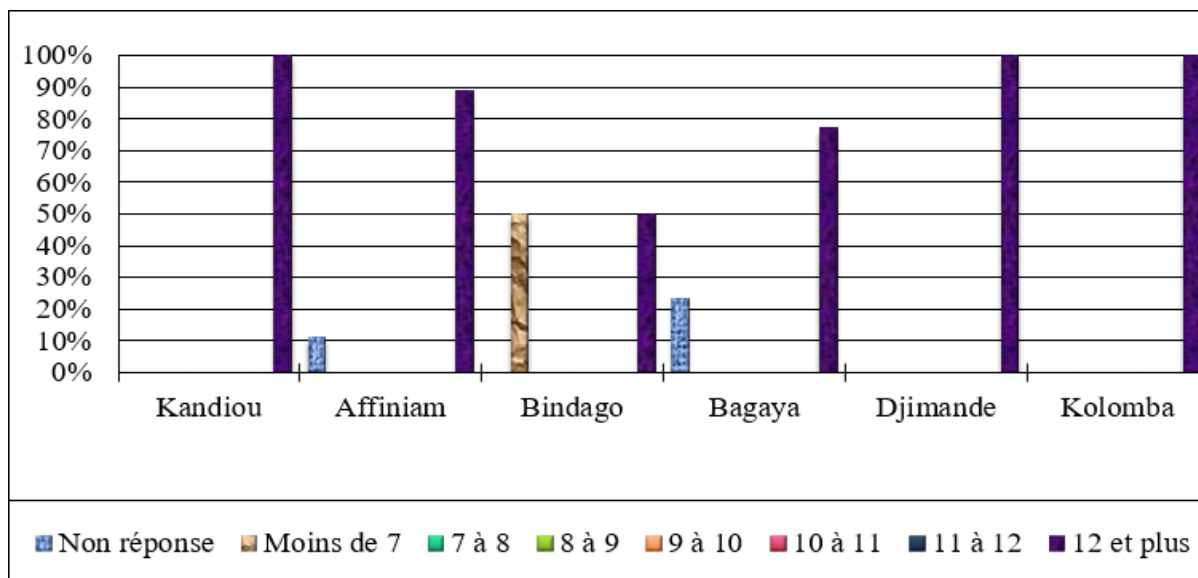
En s'intéressant à l'évolution des rendements rizicoles par rapport à la construction du Barrage d'Affiniam, cela permet de mettre en évidence les avantages et les inconvénients de cette infrastructure. Le constat général qui se dégage des observations de la population qui soutiennent la thèse selon laquelle, avant la construction du Barrage d'Affiniam les rendements étaient bons dans ces villages comme l'illustre la figure 36 sur la perception de la population par rapport aux rendements rizicoles avant la construction du barrage d'Affiniam.



**Figure 36 : Proportion de rendements rizicoles avant la construction du barrage d’Affiniam**

#### 4.3.2. L’autosuffisance des ménages en riz dans les années 1950

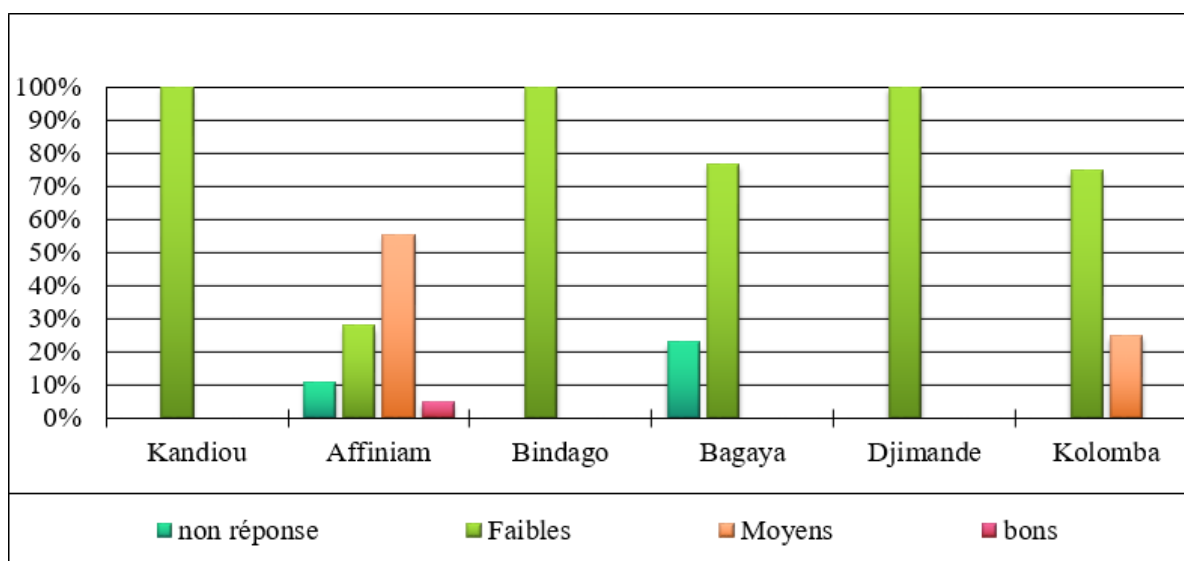
Les ménages rizicoles étaient quasiment autosuffisants en riz dans les années 1950. Une autosuffisance qui était strictement liée à une bonne production rizicole qui est due à la qualité des sols et à une bonne pluviométrie. Pratiquement, 86 % en moyenne des ménages soulignent que leurs récoltes leur assuraient une autosuffisance en riz de 12 mois, voire plus sans avoir recours au riz importé. Néanmoins, 8,3 % en moyenne des ménages évoquent que le riz issu de leurs récoltes ne leur permettait pas d’assurer leur autosuffisance 12 mois, mais plutôt moins de 7 mois. Dans ce cadre, on peut remarquer que chaque village présente des caractéristiques spécifiques. D’ailleurs, c’est seulement à Bindago qu’une spécificité est notée. Il s’agit d’un cas à part, 50 % des ménages mentionnent que leurs récoltes rizicoles leur permettaient d’assurer 12 mois et plus dans les années 1950, contre 50 % qui prétendent que celles-ci leur assuraient moins de 7 mois. Sinon dans les autres villages, ils affirment que les récoltes rizicoles couvraient leur besoin en riz 12 mois et plus : Kandiou 100 %, Affiniam 89 %, Bagaya 77 %, Djimande 100 %, et Kolomba 100 %. La figure 37 indique la perception de la population par rapport à l’autosuffisance en riz dans les années 1950.



**Figure 37 : Perception de la population sur l'autosuffisance en riz dans les années 1950**

#### 4.3.3. La situation rizicole après la construction du barrage d’Affiniam

Les attentes de la population du barrage d’Affiniam sont tout à fait décevantes. Tout l’espoir nourri par la population s’est transformé en colère à l’endroit de cette infrastructure. Une population autrefois indépendante en riz a perdu progressivement ce privilège depuis la mise en place du barrage. Aujourd’hui, les villageois sont désespérés, un désespoir nourri par la faiblesse de leurs rendements rizières attesté par la figure 38 sur la perception de la population par rapport aux rendements rizières après la construction du barrage d’Affiniam.

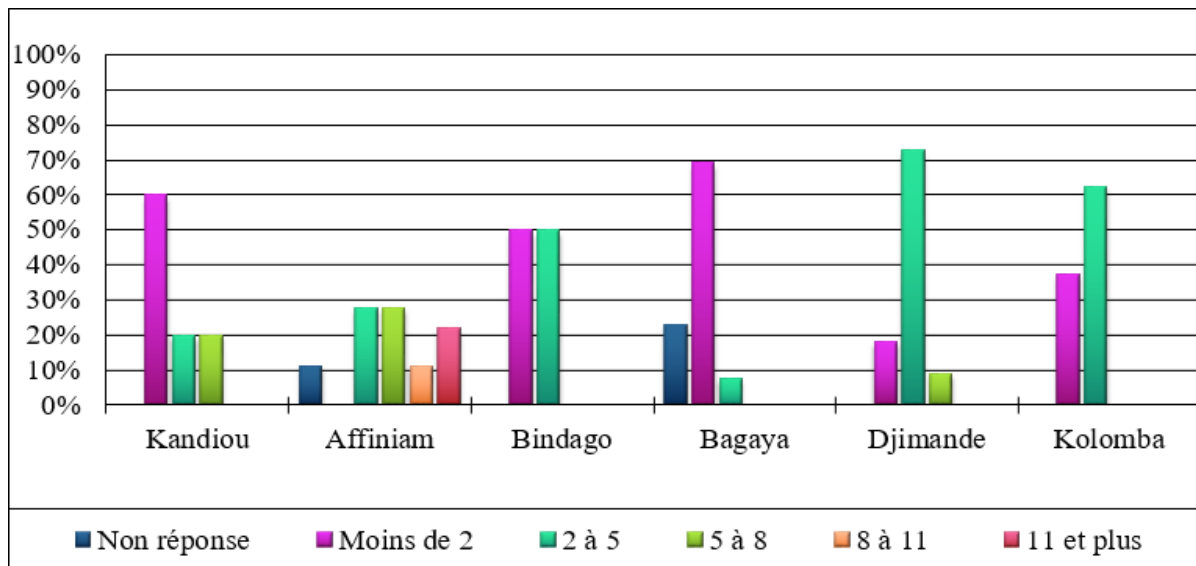


**Figure 38 : Rendements rizières après la construction du barrage d’Affiniam**

#### 4.3.3.1. Autosuffisance en riz des rizières de nos jours dans la vallée du marigot de Bignona

La situation actuelle est devenue plus que compliquer, caractérisée par une chute drastique des rendements rizicoles, qui met la population dans une insuffisance en riz des rizières. La question d'autosuffisance en riz des rizières dans la zone est devenue une préoccupation majeure au regard des ménages. Dans la mesure où, le taux de couverture moyenne en riz des rizières est passé de 12 mois et plus, soit 86 % des ménages de la zone à 11 mois et plus, soit 3,7 % des ménages depuis 1950. Cela se confirme par les statistiques suivantes, soit 88,8 % en moyenne des ménages dans la zone assurent leur autosuffisance en riz des rizières de moins de 7 mois. Ce constat est général dans la zone.

D'une manière spécifique, c'est seulement à Affiniam où quelques exceptions sont notées. Ainsi, 22 % des ménages du village sont autosuffisants en riz sans faire recours à celui importé 11 mois et plus et les 11 % juste pour une période de 7 à 10 mois, contre 56 % qui n'atteignent pas les 7 mois avec uniquement leurs récoltes. Sinon, dans les autres villages, quasiment les 100 % des ménages, leurs rendements rizicoles ne leur assurent que moins de 7 mois, c'est le cas des villages de Kandiou, Bindago, Bagaya, Djimande et Kolomba. Ce constat est matérialisé par la figure 39 relative à la perception de la population par rapport à l'autosuffisance en riz des rizières aujourd'hui.



**Figure 39 : Proportion d'autosuffisance en riz des rizières de nos jours dans bassin versant du marigot de Bignona**

#### 4.4. Évolution du nombre de parcelles rizicoles par ménage dans les vallées d'étude du marigot de Bignona

Le nombre de parcelles rizicoles par ménage varie d'un village à un autre. Cette variation met en évidence le nombre total de parcelles détenues par un ménage rizicole. En effet, ce capital parcellaire a subi une évolution notable dans le temps et dans l'espace. Cette évolution se caractérise généralement par des pertes. D'où l'intérêt, de capitaliser les pertes qui sont enregistrées par les ménages afin, de mesurer leurs impacts sur la production du riz.

##### 4.4.1. Variabilité du nombre de parcelles rizicoles par ménage dans la zone d'étude

Pour mieux comprendre l'évolution des rendements rizicoles il faut s'intéresser à l'évolution des parcelles rizicoles dans le ménage. Le nombre de parcelles rizicoles par ménage varie de moins 4 à plus de 10 dans la zone. En moyenne, plus de la moitié des ménages de la zone, 56,3 %, dispose de 10 et plus de parcelles. Par contre, seulement une minorité, soit 3,5 % des ménages en moyenne détiennent un nombre inférieur à 4 parcelles.

À l'échelle des villages, quelque 100 % des ménages disposent soit 10 parcelles ou plus, c'est le cas de Kandiou, d'autres 69 % comme Bagaya, 82 % Djimande et 87 % Kolomba. Il faut noter que très peu de ménages de ces villages détiennent moins de 4 parcelles. Néanmoins, à Bindago 50 % des ménages ont 4 à 6 parcelles et les autres 50 % ont également 7 à 9 parcelles. Par ailleurs, à Affiniam très peu de ménages ont apporté leur point de vue sur la question. La figure 40 illustre cela à travers l'évolution du nombre de parcelles rizicoles par ménage dans les vallées d'étude.

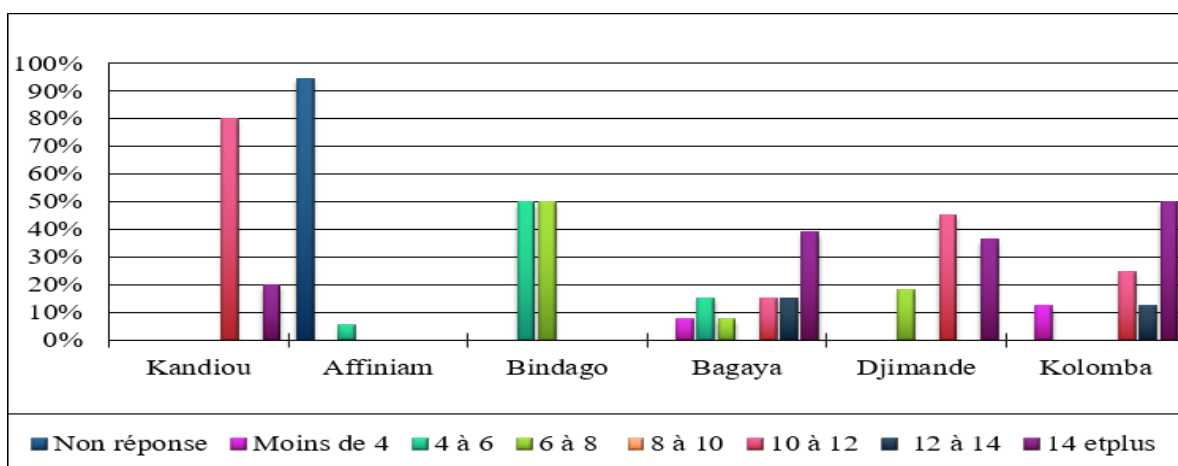


Figure 40 : Intervalles de nombre de parcelles par ménage dans les vallées d'étude



#### 4.4.2. Évaluation des pertes de parcelles rizicoles par ménage dans l'espace d'étude

S'intéresser au dénombrement de parcelles rizicoles de départ par ménage, revient à s'interroger sur les possibilités de pertes enregistrées dans la zone étudiée. En effet, des pertes ont été notées, et ces pertes varient de moins de 4 parcelles à 10 et plus, mais à des pourcentages variés en fonction des villages. Par ailleurs, les pertes moyennes en parcelles rizicoles dans la zone d'étude est de 6 parcelles soit 20,2 % des ménages.

A l'échelle du village, les tendances sont plus variées. À Kandiou, les pertes sont comprises de 7 à 9 parcelles, et de 10 parcelles et plus soit respectivement 60 % et 40 % de ménages. En ce qui concerne Affiniam, la population n'a pas apporté son point de vue. Dans le cas de Bindago, les pertes notées sont soit de moins 4 et concernent 50 % des ménages, ou de 7 à 9 parcelles et touchent également 50 % des ménages. Par ailleurs, à Bagaya 23 % des ménages soulignent avoir perdu moins de 4 parcelles rizicoles, 8 % de 4 à 6 parcelles ; 38 % de 7 à 9 parcelles ; et 31 % de 10 parcelles et plus. Puis, à Djimande les pertes notées dans ce village concernent toutes les intervalles. Et par conséquent, 9 % des ménages déclarent avoir perdu moins de 4 parcelles, 55 % de 4 à 6 parcelles, 27 % de 7 à 9 parcelles, et 9 % de 10 parcelles et plus. A Kolomba, les pertes s'élèvent de 4 à plus de 10 parcelles par ménage. En effet, 25 % des ménages mentionnent que leur perte varie de 4 à 6 parcelles, les 51 % des ménages de 7 à 9 parcelles et les 12 % des ménages de 10 parcelles et plus (figure 41).

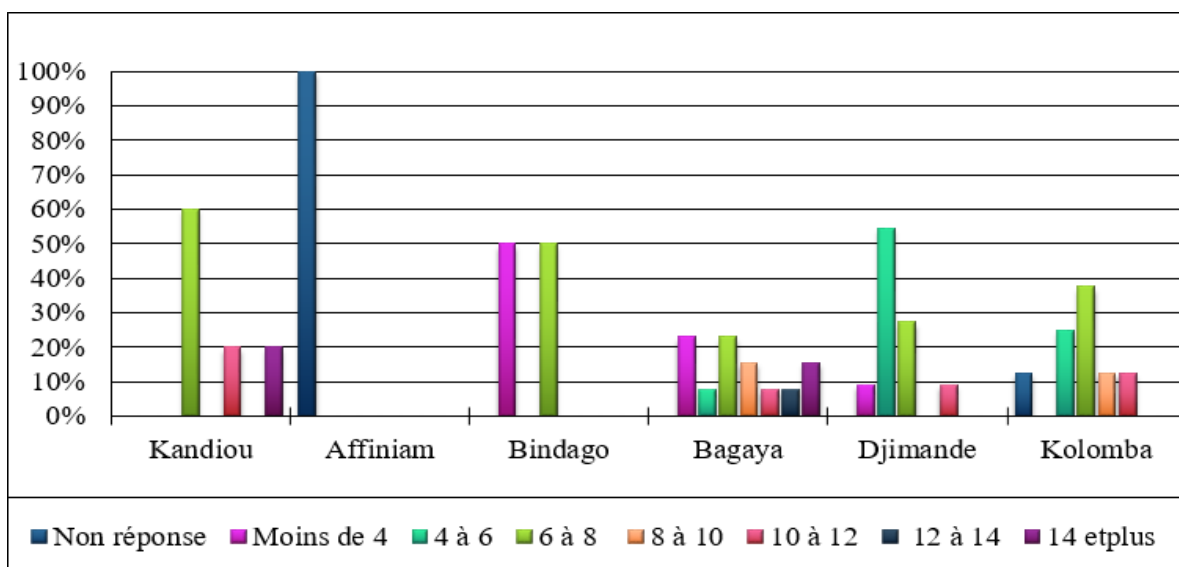


Figure 41: Intervalles du nombre de pertes de parcelles rizicoles par ménage

#### **4.5. Dynamique et changement dans l'occupation du sol dans les terroirs villageois de la zone d'étude**

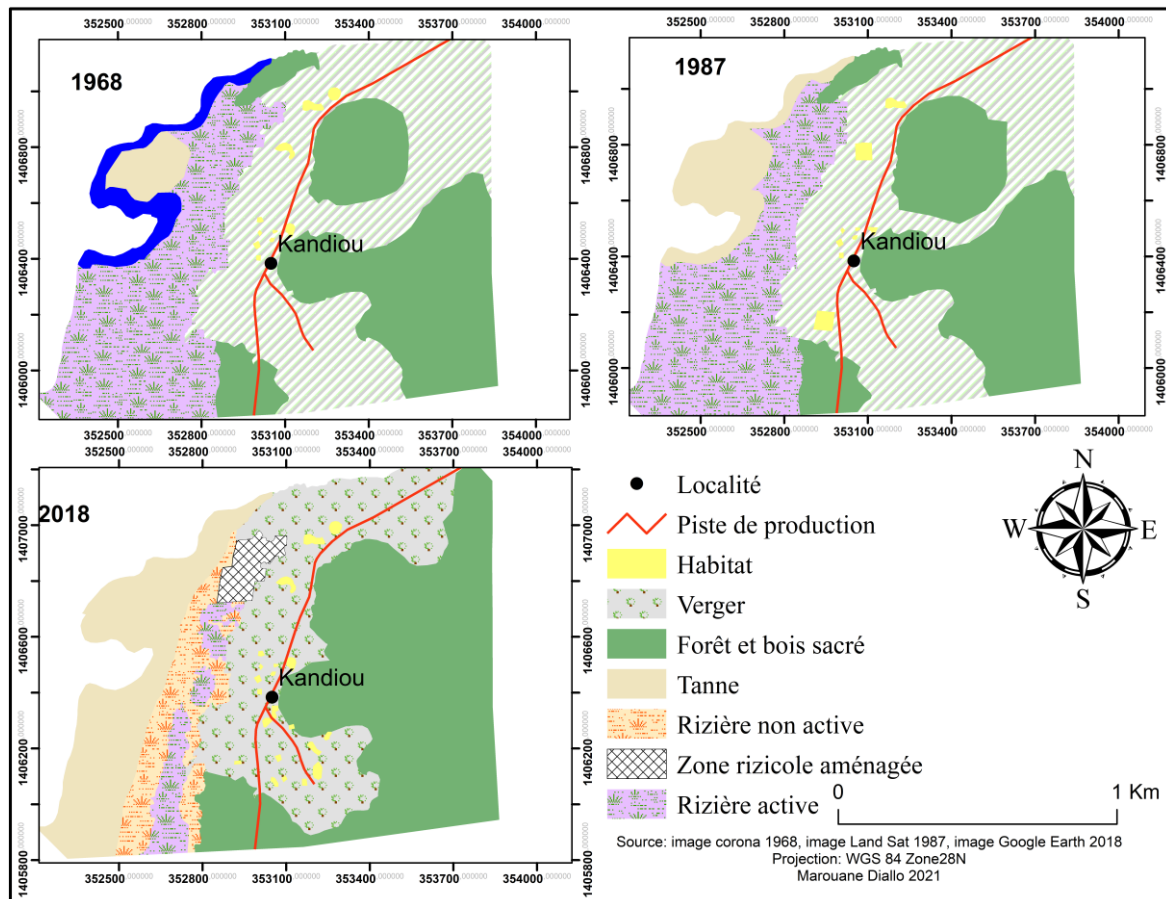
L'occupation du sol a connu une nette évolution de 1968 à 2018 dans le bassin versant du marigot de Bignona. Cependant, ces trois années (1968, 1987 et 2018) ont été retenues par rapport à la construction du barrage d'Affiniam afin de comprendre la dynamique de l'occupation du sol. Le choix de ces années comme repère permet de localiser les différentes dynamiques de l'occupation du sol tout en les mettant en relation avec les facteurs naturels et anthropiques.

##### **4.5.1. Évolution de l'occupation du sol à Kandiou**

La caractérisation du paysage villageois de Kandiou est basée sur l'occupation du sol, cependant neuf classes (Habitat, Forêt et bois sacré, Culture de plateau, Rizière active, Zone rizicole aménagée, Rizière non active, Verger, Tanne et Cours d'eau) ont été identifiées entre ces trois dates (1968, 1987 et 2018).

La photo-interprétation de l'image corona (1968) présente six classes d'occupation du sol (Habitat, Culture de plateau, Forêt et bois sacré, Rizière active, Tanne et Cours d'eau). Le plateau est occupé par l'Habitat, la Culture de plateau et la Forêt et bois sacré avec une prédominance de ladite Culture de plateau (qui représente toutes les activités agricoles développées sur le plateau). Cependant, les bas-fonds sont occupés par les Rizières actives, les Tannes et le Cours d'eau. Ici, la classe Rizière active est la plus importante (figure 42, carte 1968).

Par ailleurs, la photo-interprétation de l'image LandSat TM (1987) a permis d'identifier cinq classes d'occupation du sol (Habitat, Culture de plateau, Forêt et bois sacré, Rizière active et Tanne). L'année 1987 est marquée par la disparition de la classe (Cours d'eau) au profit de la classe (Tanne) (carte 1987). Par conséquent, l'analyse de l'image Google Earth 2018 montre une forte évolution de l'occupation du sol. Cette évolution se caractérise par une réduction ou une substitution de certaines classes après une disparition partielle ou totale. La classe (Culture de plateau) est quasiment remplacée par une nouvelle classe (Verger). La (classe Rizière active) est fortement réduite par l'apparition des classes (Rizière non active et Zone rizicole aménagée), figure 55 (carte 2018). Ainsi, pour comprendre les différentes évolutions et changements notés entre 1968 et 1987 et 1987 et 2018, une analyse matricielle est réalisée.



**Figure 42 : cartes d’occupation du sol de Kandiou : 1968, 1987 et 2018**

#### **4.5.1.1. Matrices de changement de l’occupation du sol à Kandiou**

Le calcul des matrices de changement de l’occupation du sol permet d’observer les changements entre deux dates. L’analyse matricielle cherche à déterminer les évolutions enregistrées dans un terroir tout en permettant de caractériser ces dernières. Dans le cas du village de Kandiou deux matrices de changement sont calculées afin de mesurer le rythme d’évolution de l’occupation du sol.

##### **4.5.1.1.1. Analyse matricielle de l’occupation du sol à Kandiou de 1968-1987**

L’analyse matricielle met l’accent sur la dynamique des différentes classes de l’occupation du sol répertoriées en 1968 et en 1987, pour déterminer les changements notés entre ces deux années. Toutefois, trois paramètres (Perte, Stabilité et Apparition) sont mis en avant pour comprendre et caractériser la dynamique des classes de l’occupation du sol. L’analyse de la matrice de changement de l’occupation du sol de 1968-1987 montre une faible dynamique des classes.

La classe (Rizière active) a connu une perte en 1987 de 1,58 hectare de sa superficie de 1968, qui était de 43,34 hectares. Néanmoins, elle a noté une apparition de 0,08 hectare. Entre 1968 et 1987, la perte moyenne annuelle des rizières est de 0,08 hectare et l'apparition moyenne annuelle est de 0,004 hectare. Donc il faut retenir que la vitesse de perte est plus élevée que la vitesse d'apparition. Par ailleurs, les superficies de la classe (Rizière active) perdues sont devenues des espaces de cultures de plateau.

La classe (Forêt et bois sacré) n'a pas enregistré de perte de superficies, mais plutôt une apparition de 3,86 hectares.

La classe (Culture de plateau) se caractérise par une perte de 4,68 hectares et une apparition de 1,96 hectare. Les 4,68 hectares de superficie de la classe (Culture de plateau) perdue, se sont reconvertis en d'autres classes, 3,86 hectares en (Forêt et bois sacré), 0,74 hectare en (Habitat) et 0,08 hectare en (Rizière active). La perte moyenne annuelle est de 0,24 hectares.

La classe (Cours d'eau) a entièrement disparu, augmentant considérablement la classe (Tanne) de 7,35 hectares.

La matrice de changement de l'occupation du sol de 1968 à 1987 révèle moins de dynamisme. Il est cependant nécessaire de souligner que certaines classes ont considérablement muté, c'est le cas de la classe (Cours d'eau) qui a complètement disparu. Contrairement à la classe (Cours d'eau), la classe (Tanne) et la classe (Culture de plateau) n'ont pas enregistré de perte, mais plutôt une apparition de nouvelles surfaces. Et les autres classes (Rizières actives, Culture de plateau et Habitat) ont connu à la fois des apparitions et des pertes de surfaces (tableau 14).

#### **Tableau 14 : matrice de changement de Kandiou 1968-1987**

Années	1987_12	1987_16	1987_17	1987_19	1987_21	Stable	perte	Total : 1968	Perte moyenne annuelle
1968_12	41,76	-	1,58	-	-	41,76	1,58	43,34	0,08
1968_16	-	53,13	-	-	-	53,13	0	0	0
1968_17	0,08	3,86	62,40	0,74	-	62,40	4,68	67,08	0,24
1968_19	-	-	0,38	0,49	-	0,49	0,38	5,25	0,02
1968_20	-	-	-	-	7,35	0	7,35	7,35	0,38
1968_21	-	-	-	-	4,76	4,76	0	4,76	0
<b>Stable</b>	41,76	53,13	62,40	0,49	4,76	<b>SUPERFICIE EN HECTARE</b>			
<b>Apparition</b>	0,08	3,86	1,96	0,74	7,35				
<b>Total : 1987</b>	41,84	56,99	64,36	1,23	12,11				
<b>Apparition moyenne annuelle</b>	0,004	0,20	0,10	0,03	0,38				
<b>12 : Rizière active</b>		<b>16 : Forêt et bois sacré</b>		<b>17 : Culture de plateau</b>		<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>			
<b>19 : Habitat</b>		<b>20 : Cours d'eau</b>		<b>21 : Tanne</b>					

#### 4.5.1.1.2. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Kandiou de 1987 à 2018

La matrice de changement de l'occupation du sol de 1987-2018 a permis de distinguer un dynamisme considérable du terroir. Ce dynamisme se caractérise par des apparitions de nouvelles classes d'occupation du sol tant sur le plateau que sur le bas-fond. Ces nouvelles apparitions se traduisent par des changements d'activité ou des baisses d'activité.

La nouvelle classe (Verger) apparue au niveau du plateau a, fortement affecté, la classe (Culture de plateau), voire même causer sa disparition.

Contrairement au plateau, trois nouvelles classes (Rizière non active, Zone rizicole aménagée et Verger) sont apparues au niveau du bas-fond, entraînant une baisse notable de la classe (Rizière active). Cette baisse notable de la surface des rizières actives se caractérise d'une part par un changement d'activité et d'autre part par une perte. La part de superficie de rizière devenue inutile (c'est-à-dire perdu) est largement supérieure à celle occupée par une autre activité. Ainsi, la part perdue représente 13,14 hectares (Rizière non active) et la part reconvertie correspond respectivement à 0,08 hectare en (Verger) et 2,86 hectares en (Zone rizicole aménagée).

Hormis l'apparition de nouvelles classes de 1987 à 2018, plusieurs changements sont observés entre les classes existantes.

La classe (Rizière active) a perdu respectivement 1,86 hectare et 16,68 hectares au profit des classes (Forêt et bois sacré) et (Tanne).

La classe (Culture de plateau) a connu une mutation 17,61 hectares en (Forêt et bois sacré), 1,11 hectare en (Habitat) et 0,19 hectares en (Rizière active).

En effet, la dynamique de l'occupation du sol a connu un essor entre 1987 et 2018. Cet essor se distingue par des changements considérables dans le terroir (tableau 15).

**Tableau 15 : Matrice de changement de Kandiou de 1987 à 2018**

Années	2018_12	2018_13	2018_15	2018_16	2018_19	2018_21	2018_22	Stable	Perte	Total : 1987	Perte moyenne annuelle
1987_12	7,23	13,14	0,08	1,86	-	16,68	2,86	7,23	34,62	41,85	1,11
1987_16	-	-	3,76	53,23	-	-	-	53,23	3,76	56,99	0,12
1987_17	0,19	0,78	44,07	17,61	1,11	-	0,61	0	64,37	64,37	2,07
1987_19	-	-	0,70	-	0,53	-	-	0,53	0,70	1,23	0,02
1987_21	-	0,13	-	-	-	11,98	-	11,98	0,13	12,11	0,004
Stable	7,23	0	0	53,23	0,53	11,98	0	<b>SUPERFICE EN HECTARE</b>			
Apparition	0,19	14,05	48,61	19,47	1,11	16,68	3,47				
Total :2018	7,42	14,05	48,61	72,7	1,64	28,66	3,47				
Apparition moyenne annuelle	0,006	0,45	1,56	0,62	0,03	0,53	0,11	<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>			
<b>12 : Rizière active</b>	<b>13 : Rizière non active</b>		<b>15 : Verger</b>		<b>16 : Forêt et bois sacré</b>						
<b>17 : Culture de plateau</b>	<b>19 : Habitat</b>		<b>21 : Tanne</b>		<b>22 : Aménagement rizicole</b>						

#### 4.5.2. Évolution de l'occupation du sol à Kolomba

Le terroir de Kolomba a connu une évolution dans son occupation. Ainsi pour comprendre son rythme d'évolution, trois dates (1968, 1987 et 2018) sont prises en compte dans la réalisation des cartes d'occupation du sol. La classification de l'occupation du sol permet de caractériser son évolution. Il faut noter que six classes (Habit, Culture de plateau, Forêt et bois sacré, Verger, Rizière active et Rizière non active) d'occupation du sol sont identifiées au cours de la période 1968-2018.

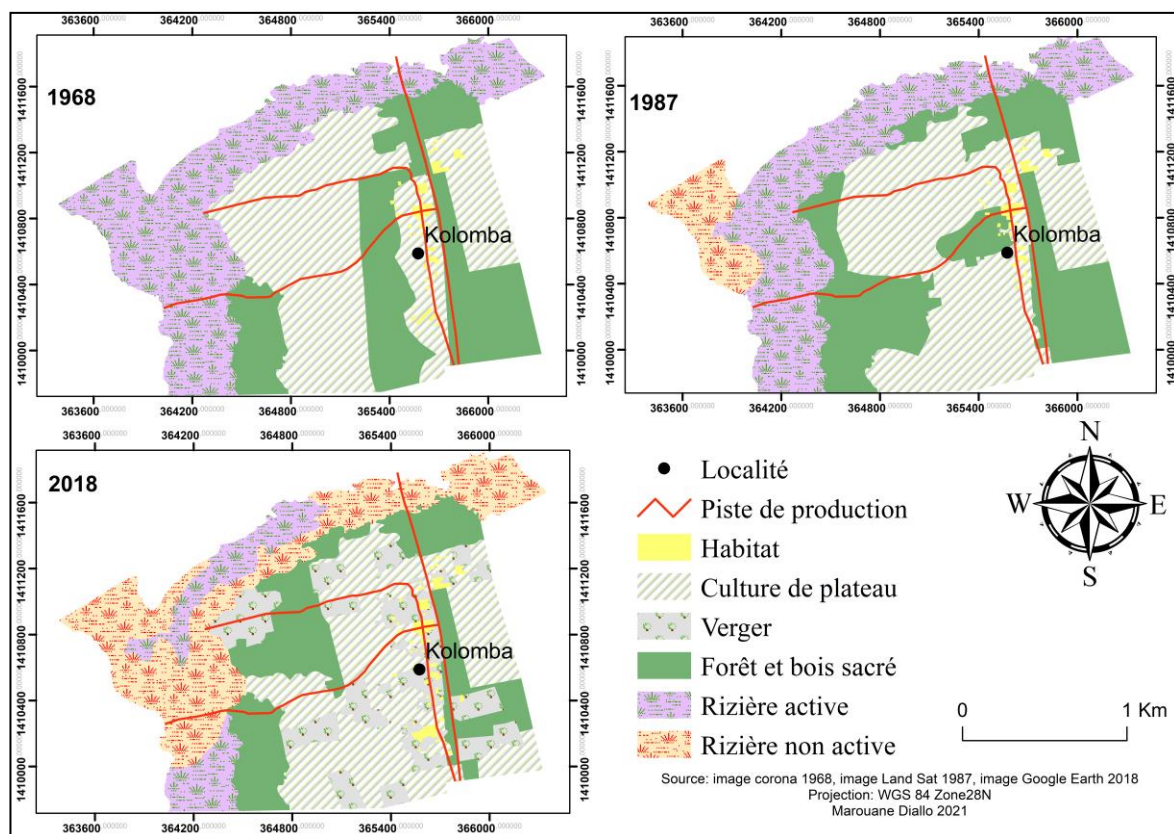
En 1968, l'occupation du sol du terroir de Kolomba se caractérise par quatre classes (Habitat, Culture de plateau, Forêt et bois sacré, et Rizière active). En effet, la riziculture et les cultures de plateau sont très développées (figure 43, carte 1968).

L'occupation du sol de 1987 se distingue de celle de 1968 par l'apparition d'une nouvelle classe (Rizière non active) qui réduit la superficie de la classe (Rizière active). Cela annonce une baisse des espaces rizicole. Par ailleurs, la classe (Forêt et bois sacré) connaît une

régénération par endroit, qui entraîne par la même occasion la baisse ou le déplacement de certaines cultures de plateau (figure 43, carte 1987).

La carte d'occupation du sol de 2018 met en évidence une évolution qui se caractérise par un foisonnement d'une nouvelle classe (Verger). Le développement des Vergers provoque un recul considérable de la classe (Culture de plateau) et de la classe (Forêt et bois sacré). À cela s'ajoute, une progression notable de la classe (Rizière non active) au détriment de la classe (Rizière active), figure 43 (carte 2018).

L'analyse diachronique a permis de localiser dans le temps et dans l'espace les différentes évolutions enregistrées sur l'occupation du sol du terroir de Kolomba. Ainsi, l'analyse des matrices de changement vient compléter l'analyse diachronique.



**Figure 43 : cartes d'occupation du de Kolomba de 1968, 1987 et 2018**

#### **4.5.2.1. Matrices de changement de l'occupation du sol de Kolomba**

Les matrices de changement permettent de comprendre ou d'avoir une lecture sur la dynamique de l'occupation du sol. Elles mettent en exergue les interactions entre les classes d'occupation du sol dans un intervalle de temps. Cependant, pour comprendre le rythme d'évolution de ce terroir, des analyses matricielles sont effectuées.

#### 4.5.2.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Kolomba de 1968-1987

L'analyse matricielle révèle des changements dans l'occupation du sol aussi bien qu'au niveau du bas-fond qu'au niveau du plateau.

Le bas-fond était constitué entièrement de la classe (Rizière active) en 1968. Cependant, en 1987 une nouvelle classe (Rizière non active) est apparue dans le bas-fond qui entame la perte des superficies rizicoles. Durant la séquence 1968-1987, les rizières ont subi une perte moyenne annuelle de 1,24 hectare, pour un total de 23,34 hectares.

Quant au plateau, il est occupé par les classes : (Culture de plateau), (Habitat) et (Forêt et bois sacré). Ces classes ont connu une réelle interaction de 1968 à 1987, caractérisée par une migration réciproque entre elles.

La classe (Forêt et bois sacré) a enregistré une perte 33,16 hectares, soit une moyenne annuelle de 1,24 hectare. Elle a également observé une régénération de 40,17 hectares et en moyenne 2,11 hectares par an. Toutefois, cette classe se caractérise par un changement positif d'une manière générale de (+ 0,37) hectares en moyenne par an.

La classe (Culture de plateau) a perdu 40,5 hectares et 2,11 hectares pour une moyenne annuelle. Néanmoins, une apparition de nouveaux espaces de culture sont constatées, de 34,18 hectares, soit 1,79 hectare en moyenne par an. En général, cette classe se caractérise par un changement négatif de (-0,32) hectares en moyenne par an, qui symbolise une baisse de l'activité. La classe (Habitat) quant à elle, a connu très peu de changement (Tableau 16).

**Tableau 16: Matrice de changement de Kolomba de 1968 à 1987**

Année	1987_12	1987_13	1987_16	1987_17	1987_19	Stable	Perte	Total : 1968	Perte moyenne annuelle
1968_12	115,92	23,65	-	-	-	115,92	23,65	139,57	1,24
1968_16	-	-	77,18	33,07	0,09	77,18	33,16	110,34	1,74
1968_17	-	-	40,17	118,74	0,08	118,74	40,25	158,99	2,11
1968_19	-	-	-	1,11	3,36	3,36	1,11	4,47	0,05
Stable	115,92	0	77,18	118,74	3,36	<b>SUPERFICIE EN HECTARE</b>			
Apparition	0	23,65	40,17	34,18	0,17				
Total :1987	115,92	23,65	117,35	152,92	3,53				
Apparition moyenne annuelle	0	1,24	2,11	1,79	0,008				
<b>12 : Rizière active</b>	<b>13 : Rizière non active</b>	<b>16 : Forêt et bois sacré</b>	<b>17 : Culture de plateau</b>	<b>19 : Habitat</b>	<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>				



#### **4.5.2.1.2. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Kolomba de 1987-2018**

Le bas-fond se caractérise par une rivalité entre la classe (Rizière active) et la classe (Rizière non active). Cette rivalité a provoqué une chute drastique de la superficie des rizières en activité.

La classe (Rizière active) suit une dynamique régressive, marquée par des pertes de surface de rizières cultivées. Entre 1987 et 2018, Kolomba a enregistré une perte 77,10 hectares de rizières, soit une moyenne annuelle de 2,48 hectares.

Cependant, la classe (Rizière non active) connaît une dynamique progressive depuis, qui cause un important recul de production rizicole. Cette progression de la classe (Rizière non active) est inquiétante, car entre 1987 et 2018, elle a augmenté de 77,10 hectares. En effet, elle a augmenté de 2,48 hectares en moyenne par an.

De surcroît, le plateau a également connu une importante dynamique de son occupation de 1987 à 2018, qui se caractérise par une apparition d'une nouvelle classe (Verger) et par une migration de surface entre les classes (Culture de plateau, Forêt et bois sacré).

La classe (Forêt et bois sacré) se caractérise par des disparitions et des apparitions de surface. Cependant les surfaces perdues sont plus importantes que les surfaces régénérées. Entre 1987 et 2018, la classe (Forêt et bois sacré) a progressé de 24,69 hectares, soit 0,79 hectare en moyenne par an, et elle a régressé de 57,65 hectares, soit 1,85 hectare en moyenne par an. Elle a régressé plus qu'elle n'a progressé donc elle a reculé de -32,96 hectare, soit -1,06 hectare en moyenne par an.

En général, la classe (Forêt et bois sacré) a subi une régression moyenne de (-1,06) hectares par an, convertis en Verger, Culture de plateau et Habitat.

La classe (Culture de plateau) a également connu une dynamique similaire à la classe (Forêt et bois sacré). Toutefois, les disparitions moyennes annuelles de surfaces sont plus élevées sur la classe (Culture de plateau), elles sont de 2,41 hectares. Les espaces de cultures de plateau nouvellement aménagés sont de 0,98 hectare en moyenne par an. Ce qui a entraîné une dynamique régressive de cette classe au profit surtout de nouvelles classes (Verger). Par conséquent, les superficies de la classe (Culture de plateau) ont baissé de (-1,43) hectares en moyenne entre 1987 et 2018.

La classe (Verger) est nouvelle et est apparue entre 1987 et 2018 sur le plateau en général. Elle se caractérise par un développement important qui est marqué par une apparition

moyenne de 2,03 hectares par an. Son développement a affecté fortement les deux classes (Culture de plateau et Forêt et bois sacré), tableau 17.

**Tableau 17 : Matrice de changement de Kolomba de 1987 à 2018**

Années	2018_12	2018_13	2018_15	2018_16	2018_17	2018_19	Stable	Perte	Total : 1987	Perte moyenne annuelle
1987_12	38,82	77,10	-	-	-	-	38,82	77,10	115,92	2,48
1987_13	-	23,65	-	-	-	-	23,65	0	23,65	0
1987_16	-	-	25,72	60,85	30,64	1,29	60,85	57,65	118,5	1,85
1987_17	-	-	37,40	24,69	89,51	12,69	89,51	74,78	164,29	2,41
1987_19	-	-	-	-	-	35,33	35,33	0	35,33	0
<b>Stable</b>	38,82	23,65	0	60,85	89,51	35,33	<b>SUPERFICIE EN HECTARE</b>			
<b>Apparition</b>	0	77,10	63,12	24,69	30,64	13,98				
<b>Total : 2018</b>	38,82	100,75	63,12	85,54	120,15	49,31				
<b>Apparition moyenne annuelle</b>	0	2,48	2,03	0,79	0,98	0,45				
<b>12 : Rizière active</b>	<b>13 : Rizière non active</b>		<b>15 : Verger</b>				<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>			
<b>16 : Forêt et bois sacré</b>	<b>17 : Culture de plateau</b>		<b>19 : Habitat</b>							

#### 4.5.3. Évolution de l'occupation du sol à Bindago

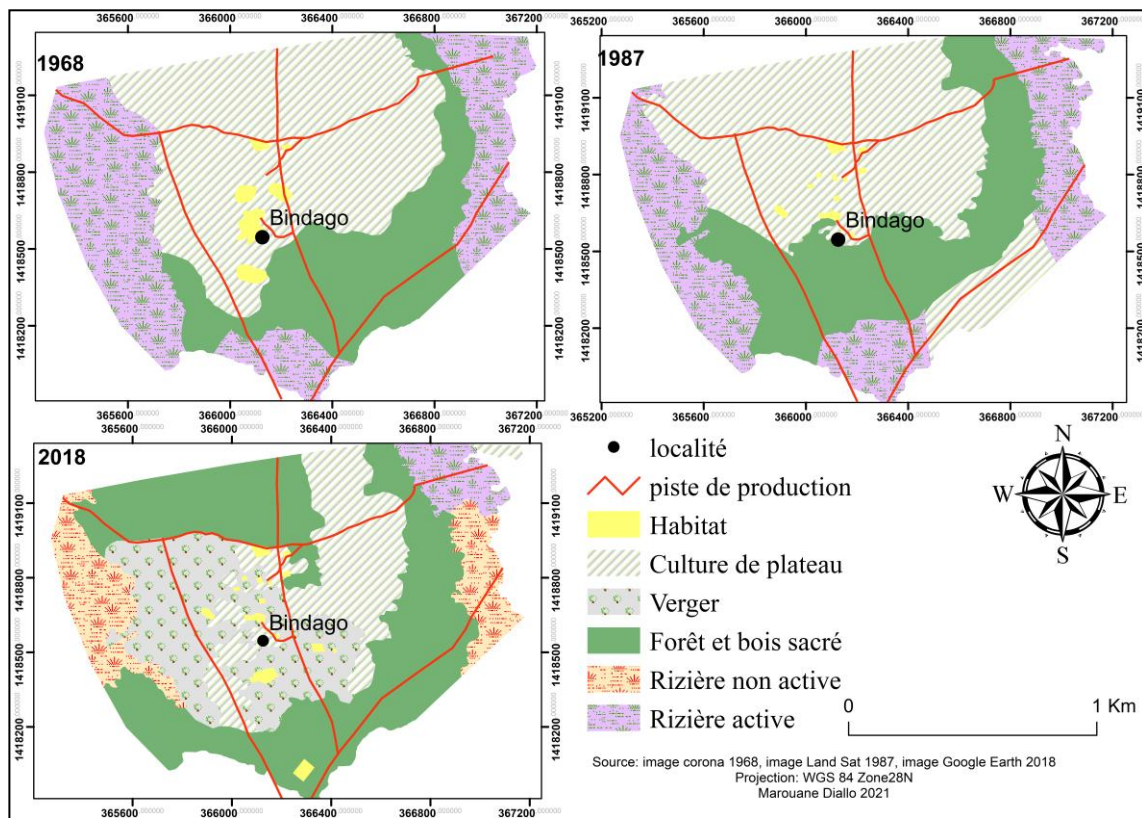
La dynamique de l'occupation du sol du terroir de Bindago de 1968 à 2018 est représentée sur trois dates (1968, 1987 et 2018) afin de comprendre son évolution.

L'analyse cartographique de l'image corona de 1968 a permis de distinguer quatre classes d'occupation du sol à Bindago : Habitat, Culture de plateau, Forêt et bois sacré, Rizière active. En effet, la carte d'occupation du sol de 1968 montre une exubérance des activités agricoles en général (figure 44, carte 1968).

Cependant, l'analyse cartographique de l'image LandSat 1987 montre un début de changement de l'occupation du sol à Bindago. Ce changement se caractérise par un aménagement d'espace de culture de plateau sur une partie de la forêt (figure 44, carte 1987). Toutefois, le nombre de classes d'occupation du sol reste inchangé.

Par conséquent, ce début de changement entamé s'est développé et est observé sur l'analyse cartographique de l'image Google Earth 2018. Ainsi, les classes d'occupation du sol sont passées de quatre à six avec l'apparition de la classe (Verger) dans le plateau et de la classe (Rizière non active) dans les bas-fonds (figure 44, carte 2018). Ces apparitions ont affecté considérablement les activités agricoles en général.

Cette analyse diachronique de l'occupation du sol du terroir de Bindago a permis de localiser dans le temps et dans l'espace les différentes phases de son évolution. L'analyse matricielle ci-dessous permet de mieux comprendre les interrelations entre les différentes classes d'occupation du sol dans leur changement.



**Figure 44 : cartes d'occupation du sol de Bindago de 1968, 1987 et 2018**

#### 4.5.3.1. Matrices de changement de l'occupation du sol à Bindago

L'analyse des matrices de changement de l'occupation du sol permet de comprendre le comportement d'un terroir dans le temps et dans l'espace. Pour le cas de Bindago, les matrices de changement ont facilité la compréhension de la dynamique de l'occupation du sol de 1968 à 2018, ce qui a autorisé le calcul de deux matrices de changement de l'occupation du sol : 1968-1987 et 1987-2018.

##### 4.5.3.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Bindago de 1968 à 1987

L'analyse matricielle de l'occupation du sol à Bindago de 1968 à 1987 montre des changements de l'occupation du sol qui n'impliquent pas une apparition de nouvelles classes. Ces changements sont surtout caractéristiques d'une migration de surface entre les classes existantes par exemple une transformation d'une partie d'une classe en une autre.

La classe (Rizière active) a connu deux tendances d'évolution de 1968 à 1987. La première tendance se caractérise par la transformation de certaines rizières en forêt bois sacré ou en culture de plateau. Ainsi, 14,37 hectares de rizières sont occupés par d'autres classes, engendrant une perte moyenne annuelle de 0,75 hectare. La deuxième tendance montre une apparition de nouveaux périmètres de rizières, aménagée sur une partie de la classe (Forêt et bois sacré). Cette apparition est de 5,52 hectares, soit une moyenne annuelle de 0,29 hectare. En général, la classe (Rizière active) a enregistré une régression moyenne annuelle de (-0,46) hectare.

La classe (Forêt et bois sacré) se caractérise par des disparitions et des apparitions de surfaces. Cependant, cette classe a observé plus d'apparitions au cours de la période 1968-1987, qui s'élève à 24,08 hectares, soit 1,26 hectare en moyenne. Elle a perdu 14,9 hectares et 0,78 hectare en moyenne. La tendance dominante montre une progression de la classe (Forêt et bois sacré) de (+0,48) hectares en moyenne au cours de cette période.

La classe (Culture de plateau) montre des changements mitigés dans son évolution. Ces changements se caractérisent à la fois par une apparition de nouvelles superficies de culture de plateau ou une disparition. La perte de surface de culture de plateau se traduit par une transformation de celle-ci en forêt ou en habitat. L'apparition de nouvelles espaces de culture de plateau est synonyme de la disparition d'une partie de la forêt. D'ailleurs, entre 1968 et 1987, la classe (Culture de plateau) a enregistré respectivement une régression et progression de 19,23 hectares et 20,86 hectares. Par conséquent, les superficies de la classe (Culture de plateau) ont progressé d'une manière générale de 1,63 hectares.

La matrice de changement de l'occupation du sol de 1968-1987 montre une entame de la régression de la superficie des rizières. Par contre, la forêt et les espaces de culture de plateau ont connu de légères progressions (tableau 18).

#### **Tableau 18: Matrice de changement de Bindago de 1968-1987**

Années	1987__12	1987__16	1987__17	1987__19	Stable	Perte	Total :1968	Perte moyenne annuelle
1968_12	44,31	4,12	10,25	-	44,31	14,37	58,68	0,75
1968_16	5,52	31,24	9,38	-	31,24	14,9	46,14	0,78
1968_17	-	18,76	65,78	0,47	65,78	19,23	85,01	1,01
1968_19	-	1,20	1,23	0,59	0,59	2,43	3,02	0,12
<b>Stable</b>	44,31	31,24	65,78	0,59	<b>SUPERFICIE EN HECTARE</b>			
<b>Apparition</b>	5,52	24,08	20,86	0,47				
<b>Total : 1987</b>	49,83	55,32	86,64	1,06				
<b>Apparition moyenne annuelle</b>	0,29	1,26	1,09	0,02				
<b>12 : Rizière active</b>		<b>16 : Forêt et bois sacré</b>			<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>			
<b>17 : Culture de plateau</b>		<b>19 : Habitat</b>						

#### 4.5.3.1.2. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Bindago de 1987 à 2018

Elle montre une importante évolution caractérisée par des changements dans l'occupation du sol. La phase 1987-2018 est marquée en grande partie par l'apparition de deux nouvelles classes d'occupation du sol à Bindago. Cela n'est pas resté sans conséquence sur l'organisation de l'espace. C'est ainsi que le nombre de classes est passé de quatre à six avec l'apparition des classes (Verger et Rizière non active). Ce changement est aussi bien noté dans le bas-fond que sur le plateau.

Les changements intervenus dans l'occupation du plateau sont distingués. En effet, elles se caractérisent par l'apparition des vergers qui remplacent progressivement les cultures de plateau. D'ailleurs, le développement des vergers presse également la forêt. Ainsi, 19,37 hectares de la classe (Culture de plateau) et 22,40 hectares de la classe (Forêt et bois sacré) sont devenus des espaces occupés par la classe (Verger). Les vergers couvrent une superficie de 41,77 hectares, soit une apparition moyenne annuelle de 1,34 hectare.

La classe (Culture de plateau) se caractérise au cours de cette période par une forte régression de 57,71 hectares et une faible progression de 6,9 hectares. Il faut noter que cette classe a enregistré une perte moyenne de 1,86 hectare et une apparition moyenne de 0,22 hectare. Le constat général montre une régression des cultures de plateau sous la pression du développement des vergers et de la forêt. Donc la perte de surfaces est de (-1,64) hectares en moyenne par an.

La classe (Forêt et bois sacré) se caractérise également par des disparitions et des apparitions. Cependant les disparitions sont compensées par les apparitions dans le cas de cette classe.

Entre 1987 et 2018, la forêt a perdu (-31,4) hectares et a connu une régénération de (+55,95) hectares. En général, il faut noter que la classe (Forêt et bois sacré) se caractérise par une régénération de (+24,55) hectares.

Les changements observés sur le plateau sont aussi constatés dans les bas-fonds qui représentent la zone de production du riz. Ce changement est marqué par l'apparition d'une nouvelle classe (Rizière non active) qui a fortement réduit les superficies de la classe (Rizière active). Par conséquent, la classe (Rizière non active) a connu une apparition moyenne annuelle de 0,79 hectare entre 1987 et 2018.

Contrairement à la classe (Rizière non active), la classe (Rizière active) a connu plus de perte de surfaces que d'apparition entre 1987 et 2018. Elle a enregistré une régression de (- 43,65) hectares et une progression de (+2,26) hectares. Cette réduction de la classe (Rizière active) est directement liée à l'apparition de la classe (Rizière non active) et au développement de la classe (Forêt et bois sacré) dans les bas-fonds.

L'analyse matricielle de l'occupation du sol montre une dynamique marquée entre 1987 et 2018 par une baisse inquiétante des surfaces de riziculture dans les vallées et également des surfaces de culture de plateau. La réduction des rizières exploitées est causée surtout par la prolifération des superficies non exploitées. Cependant, la baisse des espaces de culture plateau est intrinsèquement liée au développement des vergers (tableau 19).

**Tableau 19 : Matrice de changement de Bindago de 1987 à 2018**

Années	2018_12	2018_13	2018_15	2018_16	2018_17	2018_19	Stable	Perte	Total :1987	Perte moyenne annuelle
1987_12	6,18	24,53	-	17,90	0,81	0,41	6,18	43,65	49,83	1,40
1987_16	2,26	-	22,40	23,93	6,09	0,65	23,93	31,4	55,33	1,01
1987_17	-	0,20	19,37	38,05	29,04	-	29,04	57,71	86,75	1,86
1987_19	-	-	-	-	-	1,06	1,06	0	1,06	0
<b>Stable</b>	6,18	0	0	23,93	29,04	1,06	<b>SUPERFICIE EN HECTARE</b>			
<b>Apparition</b>	2,26	24,73	41,77	55,95	6,9	1,06				
<b>Total : 2018</b>	8,44	24,73	41,77	79,88	35,94	2,12				
<b>Apparition moyenne annuelle</b>	0,07	0,79	1,34	1,80	0,22	0,03				
<b>12 : Rizière active</b>		<b>13 : Rizière non active</b>			<b>15 : Verger</b>		<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>			
<b>16 : Forêt et bois sacré</b>		<b>17 : Culture de plateau</b>			<b>19 : Habitat</b>					

#### 4.5.4. Évolution de l'occupation du sol à Djimande de 1968 à 2018

L'occupation du sol a beaucoup évolué à Djimande où deux dates ont été choisies afin de comprendre son rythme d'évolution. C'est ainsi qu'une cartographie de l'occupation du sol est réalisée en 1968 et en 2018.

L'analyse cartographique de l'image corona 1968 a permis d'identifier quatre classes d'occupation du sol : Habitat, Culture de plateau, Forêt et bois sacré, et Rizière active. L'année 1968 se caractérise par une exubérance des activités agricoles à Djimande que ce soit les cultures de plateau ou la riziculture de bas-fond (figure 45, carte 1968).

Cependant, l'analyse cartographique de l'image Google Earth 2018 montre une importante évolution de l'occupation du sol. Une évolution caractérisée par une apparition de nouvelles classes : Verger et Rizière non active (figure 45, carte 2018). Ces nouvelles classes d'occupation du sol ont eu des impacts sur certaines. Ces impacts se caractérisent par la réduction des classes (Rizières actives et Culture de plateau) et une régénération de la classe (Forêt et bois sacré).

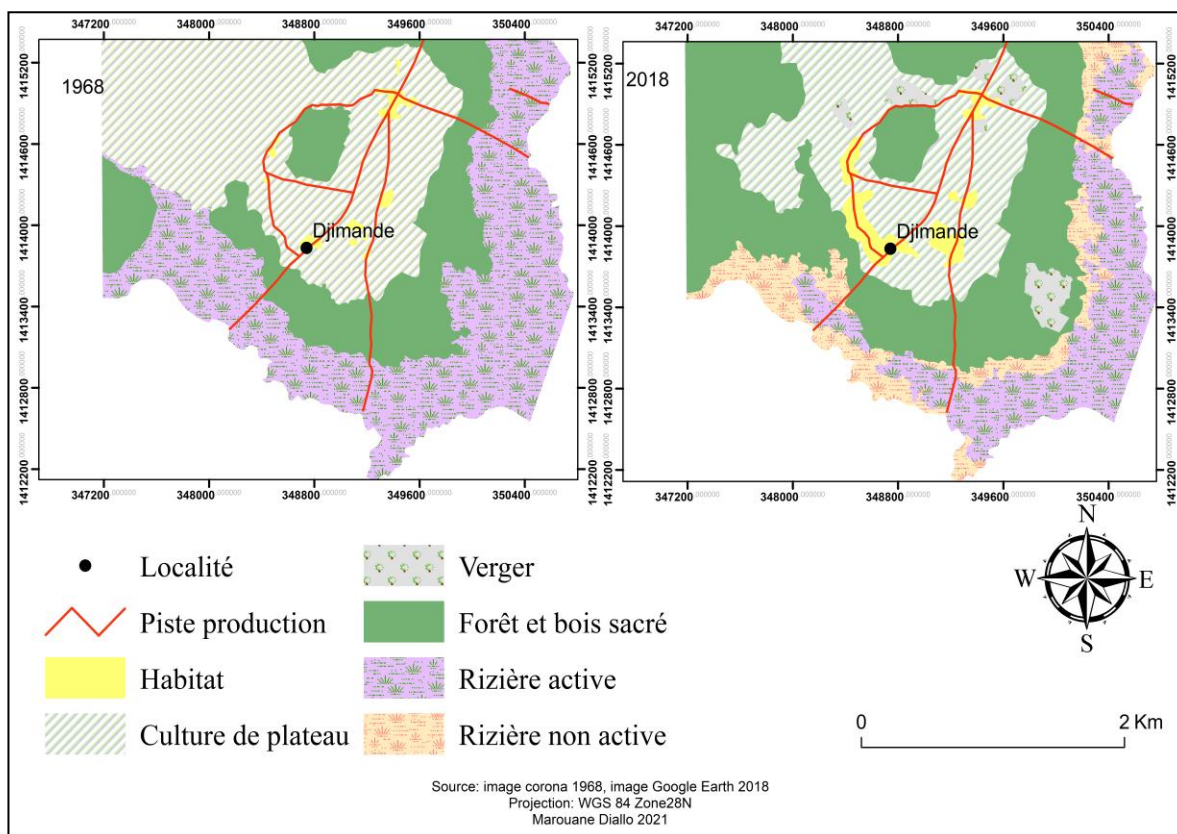


Figure 45 : cartes d'occupation du sol de Djimande de 1968 à 2018

#### **4.5.4.1. Matrice de changement de l'occupation du sol de Djimande de 1968-2018**

L'analyse de la matrice de changement dans l'occupation du sol permet d'approfondir la compréhension du dynamisme observé dans le terroir. D'ailleurs, pour le cas de Djimande, l'analyse matricielle se focalise sur les évolutions enregistrées de 1968 à 2018.

##### **4.5.4.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Djimande de 1968-2018**

L'analyse matricielle a montré une importante évolution de l'occupation du sol à Djimande. Cette évolution se caractérise par des changements dans les unités paysagères (plateau et bas-fond). Ces changements présentent deux facettes : des disparitions et des apparitions de surfaces. Entre 1968 et 2018, Djimande a enregistré six classes d'occupation du sol (Habitat, Culture de plateau, Verger, Forêt et bois sacré, Rizière active et Rizière non active). Cependant, il faut noter qu'en 1968 le nombre de classes d'occupation était à quatre (Habitat, Culture de plateau, Forêt et bois sacré et Rizière active), puis ce nombre est passé à six avec l'apparition de deux nouvelles classes (Verger et Rizière non active) en 2018.

Le changement observé sur la classe (Rizière active) est de nature régressive, elle a perdu 160,56 hectares, soit 3,21 hectares en moyenne par année. Cette perte se traduit par une transformation de la classe rizière (Rizière active) en d'autres classes. Par conséquent, sur les 160,56 hectares perdus 92 hectares sont devenus des Rizières non actives, 12,17 hectares des Vergers et 56,39 hectares des Forêt et bois sacré.

La classe (Forêt et bois sacré) a enregistré un changement positif caractérisé par une apparition de nouvelles surfaces. En effet, de 1968 à 2018, cette classe a progressé de 139,24 hectares. En moyenne, elle a connu une augmentation annuelle de 2,78 hectares.

La classe (Culture de plateau) représentée environ 333,18 hectares en 1968, cependant elle a connu une régression dans le temps et dans l'espace. Cette régression des espaces de culture de plateau est intrinsèquement liée au développement d'une nouvelle activité (verger) et à la régénération de la classe (Forêt et bois sacré). Ainsi, la classe (Culture de plateau) a régressé de 114,74 hectares entre 1968 et 2018. En moyenne, elle a baissé de 2,29 hectares par année.

La classe (Verger) est nouvelle, elle s'est développée au détriment des certaines classes comme les rizières actives et les cultures de plateaux. Les vergers représentent 26,69 hectares du terroir, avec une vitesse de développement de 0,53 hectare en moyenne par année.



Djimande connaît d'une manière générale un recul des activités agricoles comme la riziculture de bas-fond et l'agriculture de plateau (tableau 20).

**Tableau 20 : Matrice de changement de Djimande de 1968 à 2018**

Années	2018_12	2018_13	2018_15	2018_16	2018_17	2018_19	Stable	Perte	Total :1968	Perte moyenne annuelle
1968_12	163,67	92,00	12,17	56,39	-	-	163,67	160,56	324,23	3,21
1968_16	-	-	-	202,11	3,03	0,23	202,11	3,26	205,37	0,06
1968_17	-	-	14,24	82,85	218,44	17,65	218,44	114,74	333,18	2,29
1968_19	-	-	0,28	-	-	8,63	8,63	0,28	8,91	0,005
Stable	163,67	0	0	202,11	218,44	8,63	<b>SUPERFICIE EN HECTARE</b>			
Apparition	0	92,00	26,69	139,24	3,03	17,88				
Total :2018	163,67	92,00	26,69	341,35	221,47	26,51				
Apparition moyenne annuelle	0	1,84	0,53	2,78	0,06	0,17				
<b>12 : Rizière active</b>		<b>13 : Rizière non active</b>			<b>15 : Verger</b>		<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>			
<b>16 : Forêt et bois sacré</b>		<b>17 : Culture de plateau</b>			<b>19 : Habitat</b>					

#### 4.5.5. Évolution de l'occupation du sol à Bagaya de 1968 à 2018

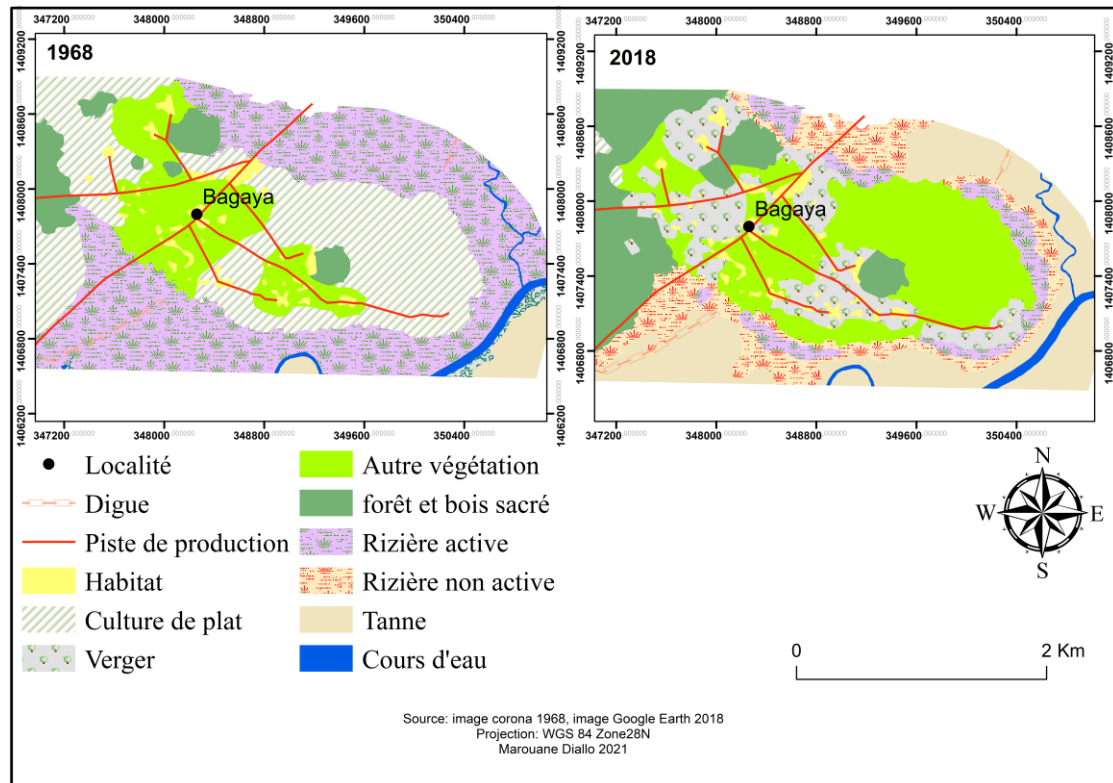
La compréhension de l'évolution de l'occupation du sol de Bagaya a nécessité l'utilisation de deux images : 1968 et 2018. Ces images ont permis de réaliser respectivement deux cartes d'occupation qui ont révélé une nette dynamique.

Le traitement cartographique de l'image corona 1968 a permis d'identifier huit classes d'occupation du sol (Habitation, Culture de plateau, autre végétation, Forêt et bois sacré, Rizière active, Tanne, Mangrove et Cours d'eau). Par ailleurs, les activités agricoles étaient bien développées à Bagaya et cela se caractérise par la prédominance des classes (Culture de plateau et Rizière active), figure 46 (carte 1968).

Cependant, la carte d'occupation du sol de 2018 montre une importante évolution des classes qui se caractérise par une apparition de nouvelles classes et une réduction de certaines. Par conséquent, avec l'apparition de deux nouvelles classes, une sur le plateau (Verger) et une autre dans les bas-fonds (Rizière non active), l'occupation du sol est passée à dix classe à Bagaya.

Cependant, les espaces de culture de plateau et de rizière active ont fortement régressé au profit des nouvelles classes. Cela n'est pas la seule observation, les classes (Autre végétation, Forêt et bois sacré, et Tanne) ont également connu un important développement (figure 46,

Carte 2018). L'analyse matricielle a permis de mieux appréhender cette dynamique de l'occupation du sol.



**Figure 46 : cartes d'occupation du sol de Bagaya de 1968 à 2018**

#### **4.5.5.1. Matrice de changement de l'occupation du sol à Bagaya de 1968-2018**

La matrice de changement montre les interactions entre les classes d'occupation du sol. Dans le cas de Bagaya, l'occupation du sol de 1968 et de 2018 sont utilisés afin de déceler les dynamiques notées.

##### **4.5.5.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Bagaya de 1968-2018**

L'analyse matricielle a révélé une importante dynamique dans l'occupation du sol. Ce dynamisme observé a affecté toutes les classes de différente manière.

La classe (Végétation et autre) se caractérise à la fois par des apparitions et des disparitions de surfaces. En 1968, elle était de 124,24 hectares et en 2018 elle est passée à 223,27 hectares. D'une manière générale, la classe (Végétation et autre) a connu une progression de 99,03 hectares entre 1968 et 2018. Cette progression est liée à un fort recul des cultures de plateau.

La classe (Rizière active) se définit par des disparitions de surfaces. Elle a perdu 153,71 hectares sur les 205,34 hectares de sa superficie. Les pertes moyennes annuelles sont de

l'ordre 3,07 hectares. Les surfaces rizicoles sont soumises à une dynamique régressive inquiétante à Bagaya. Cela a entraîné un important recul de la riziculture de bas-fond.

La classe (Culture de plateau) connaît la même dynamique que la classe (Rizièrre active). D'ailleurs, sur les 275,23 hectares de culture de plateau observée en 1968, les 273,95 hectares sont reconvertis en (Autre végétation, Verger, et Forêt et bois sacré).

La classe (Verger) est nouvelle, et connaît une apparition moyenne annuelle de 2,54 hectares et représente 127,79 hectares de l'occupation du sol de Bagaya. Cette dynamique progressive des vergers presse principalement trois classes de l'occupation du sol (Autre végétation, Culture de plateau et Rizièrre active).

Les changements intervenus dans l'occupation du sol durant la période 1968-2018 témoignent d'une importante réorganisation de l'espace agricole. Cette réorganisation se caractérise par une substitution des cultures de plateau due au développement des vergers. À cela s'ajoutent d'importantes pertes de surfaces rizicoles. Cependant, les forêts et bois sacrés augmentent en surface (tableau 21).

**Tableau 21 : Matrice de changement de Bagaya de 1968-2018**

Année	2018_11	2018_12	2018_13	2018_15	2018_16	2018_17	2018_19	2018_20	2018_21	Stable	Perte	Total : 1968	Perte moyenne annuelle
1968_11										38,67	85,57	124,24	1,71
1968_12	38,67	-	-	79,65	3,47	-	2,45	-	-	51,63	153,71	205,34	3,07
1968_14	12,15	51,63	112,79	7,78	20,99	-	-	-	149,30	0	7,57	7,57	0,15
1968_16	-	-	-	-	-	-	-	-	7,57	43,91	4,79	48,7	0,09
1968_17	0,96	-	-	-	43,91	3,83	-	-	-	1,28	273,95	275,23	5,47
1968_19	170,86	-	-	38,84	63,68	1,28	0,57	-	-	17,52	3	20,52	0,06
1968_20	0,68	-	-	0,95	1,37	-	17,52	-	-	11,97	0,46	12,43	0,009
1968_21	-	-	-	-	-	-	-	11,97	0,46	25,43	0	25,43	0
Stable	-	-	-	-	-	-	-	-	25,43				
Apparition	38,67	51,63	0	0	43,91	1,28	17,52	11,97	25,43				
Total :2018	184,6	0	112,79	127,22	89,51	3,83	3,02	0	157,33	SUPERFICIE EN HECTARE			
Apparition moyenne annuelle	223,27	51,63	112,79	127,22	133,42	5,11	20,54	11,97	182,76				
11 : Autre végétation	3,69	0	2,25	2,54	1,17	0,07	0,06	0	3,14	SIGNIFICATION DES CODES			
12 : Rizièrre active													
13 : Rizièrre non active													
14 : Mangrove													
15 : Verger													
16 : Forêt et bois sacré													
17 : Culture de plateau													
19 : Habitat													
20 : Cours d'eau													
21 : Tanne													

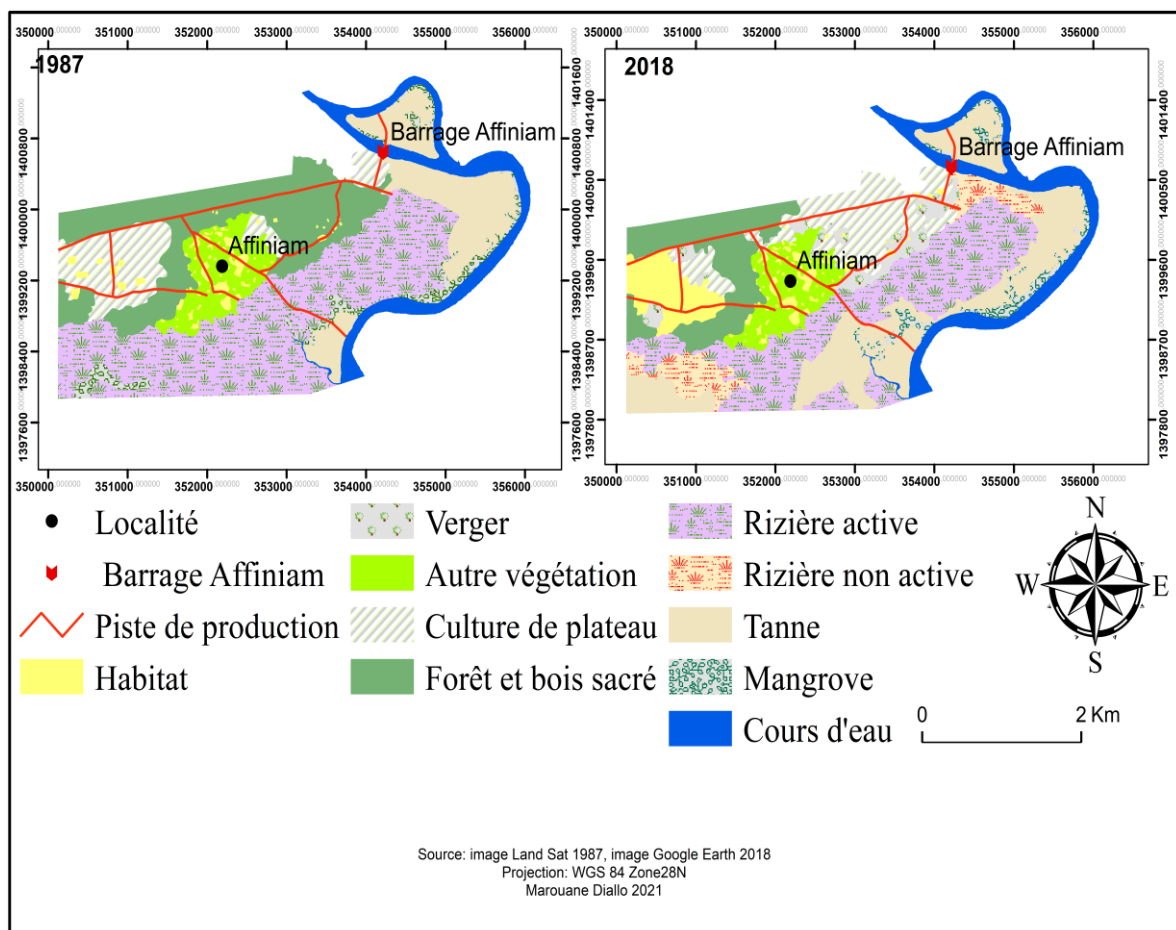
#### 4.5.6. Évolution de l'occupation du sol à Affiniam de 1987 à 2018

Le terroir d'Affiniam a connu une importante évolution entre 1987 et 2018, cette dernière est observée à travers son occupation du sol.

La carte d'occupation du sol de 1987 met en évidence huit classes : Habitat, Autre végétation, Culture de plateau, Forêt et bois sacré, Rizière active, Tanne, Mangrove, et Cours d'eau. Toutefois, l'analyse cartographique met en évidence une riziculture exubérante dans la vallée d'Affiniam. D'ailleurs, la classe (Forêt et bois sacré) représentait la plus grande partie de l'occupation du plateau au détriment des classes (Culture de plateau et Autre végétation). Les cultures de plateau n'étaient pas très représentatives dans les activités agricoles du terroir (figure 47, Carte 1987).

Cependant, la carte de 2018 montre une nette évolution de l'occupation du sol, caractérisée par de nouvelles émergences de classes. Ces nouvelles apparitions sont les classes suivantes : Verger et Rizière non active. La classe verger représente une nouvelle activité développée par la population et la classe rizière non active symbolise la perte de certaines surfaces rizicoles.

Par conséquent, la riziculture de bas-fond se caractérise par une baisse de sa superficie emblavée avec l'avancée progressive des tannes (figure 47, Carte 2018).



**Figure 47: cartes d'occupation du sol d'Affiniam de 1987 à 2018**

#### **4.5.6.1. Matrice de changement de l'occupation du sol à Affiniam**

La matrice de changement permet de distinguer les différentes interactions notées dans l'occupation du sol à Affiniam. Ainsi, une analyse matricielle est effectuée pour comprendre la dynamique du terroir entre 1987 et 2018.

##### **4.5.6.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Affiniam de 1987 à 2018**

L'analyse matricielle a révélé les différents changements intervenus dans l'occupation du sol. Ces changements se caractérisent par des apparitions et des disparitions de surfaces. Les apparitions revêtent deux facettes : des apparitions de nouvelles classes non existantes au départ comme les classes (Verger et Rizière non active) ; et des apparitions de nouvelles surfaces de certaines classes déjà existantes.

Par conséquent, ces changements dans l'occupation du sol ont affecté le secteur agricole, plus précisément la riziculture de bas-fond. Ainsi, les superficies rizicoles ont régressé de 163,11 hectares entre 1987 et 2018. Néanmoins, 14,30 hectares ont pu être récupérés durant cette période. Contrairement à la riziculture de bas-fond, les superficies de culture de plateau ont progressé de 108,36 hectares et régressé de 89,35 hectares, autrement dit elles ont augmenté de 19,01 hectares (tableau 21).

Par ailleurs, le développement des vergers est nouveau et connaît un essor à Affiniam. Les vergers occupent 56,36 hectares de l'occupation du sol avec une apparition moyenne annuelle de 1,81 hectare entre 1987 et 2018. Ces apparitions de vergers ont participé au recul de la forêt de 44,28 hectares.

**Tableau 22 : Matrice de changement de Affiniam de 1987 à 2018**

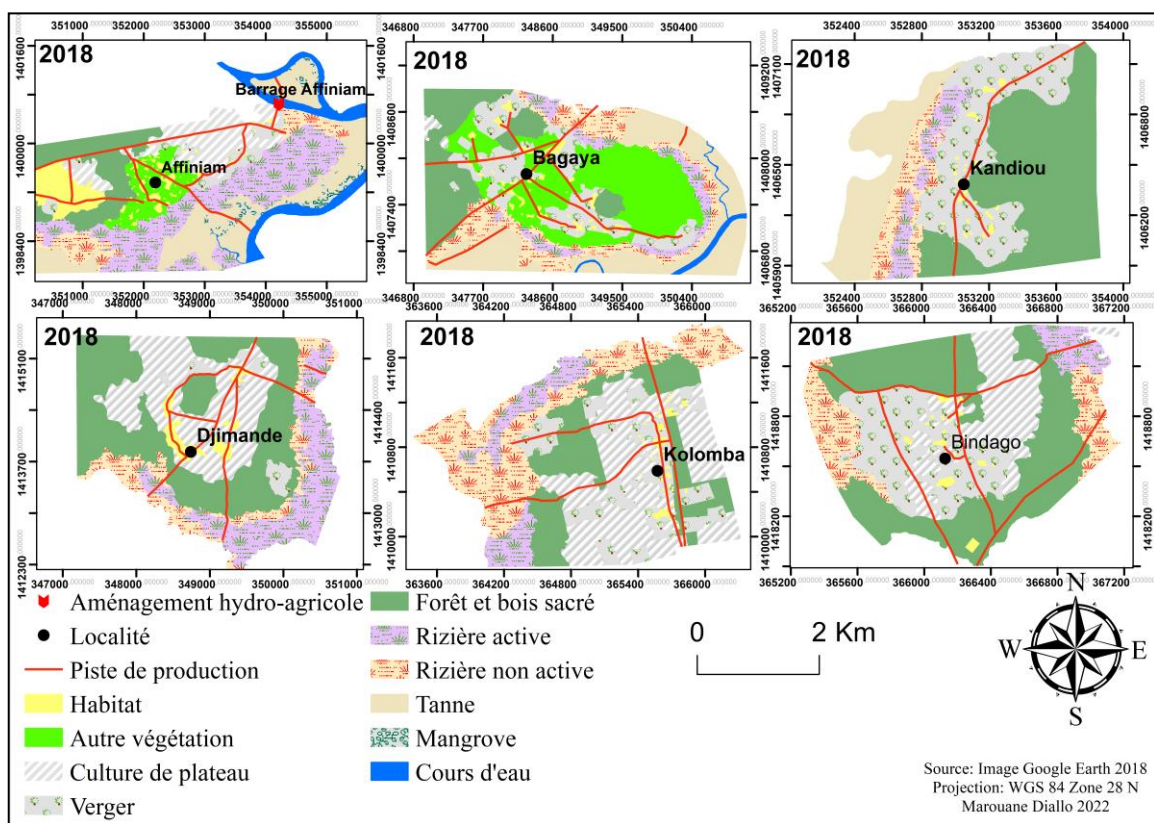
Années	2018_1 1	2018_1 2	2018_1 3	2018_14	2018_15	2018_16	2018_17	2018_19	2018_20	2018_21	Stable	perte	Total : 1987	Perte moyenn e annuelle
1987_11	81,85	-	-	-	-	-	-	0,89	-	-	81,85	0,89	82,74	0,02
1987_12	-	288,57	43,10	-	-	-	-	-	-	120,01	288,57	163,11	451,68	5,26
1987_14	-	-	2,06	37,46	-	-	-	-	-	11,21	37,46	13,27	50,73	0,42
1987_16	-	-	-	-	44,28	123,99	107,96	0,21	-	-	123,99	152,45	276,44	4,91
1987_17	-	-	-	-	12,08	15,32	37,46	61,95	-	-	37,46	89,35	126,81	2,88
1987_19	-	-	-	-	-	-	0,40	26,91	-	-	26,91	0,40	27,31	0,01
1987_20	-	-	-	-	-	-	-	-	117,26	-	117,26	0	117,26	0
1987_21	-	14,30	26,21	-	-	-	-	-	-	128,38	128,38	40,51	168,89	1,30
<b>Stable</b>	81,85	288,57	0	37,46	0	123,99	37,46	26,91	117,26	128,38	<b>SUPERFICIE EN HECTARE</b>			
<b>Apparition</b>	0	14,30	71,37	0	56,36	15,32	108,36	63,05	0	131,22				
<b>Total : 2018</b>	81,85	302,87	71,37	37,46	56,36	139,31	145,82	89,96	117,26	259,6				
<b>Apparition moyenne annuelle</b>	0	0,46	2,30	0	1,81	0,49	3,49	2,03	0	4,23				
<b>11 : Autre végétation</b>	<b>12 : Rizière active</b>		<b>13 : Rizière non active</b>		<b>14 : Mangrove</b>		<b>15 : Verger</b>		<b>SIGNIFICATION DES CODES</b>					
<b>16 : Forêt et bois sacré</b>	<b>17 : Culture de plateau</b>		<b>19 : Habitat</b>		<b>20 : Cours d'eau</b>		<b>21 : Tanne</b>							

#### 4.6. Synthèse de la dynamique et du changement dans l'occupation du sol dans le bassin versant du marigot de Bignona

Les dynamiques de l'occupation du sol dans les terroirs villageois sont le résultat d'un long processus. Ce processus est dicté par les mutations connues au cours de la période 1968-2018. Ces mutations ont touché plusieurs aspects qui couvrent le social, le culturel, l'économique, le politique et le climatique. Toutes ces aspects ont participé à façonner le paysage actuel des terroirs villageois dans le bassin versant du marigot de Bignona (figure 48).

L'occupation du sol du plateau a muté en même temps que l'occupation du sol des vallées rizicoles. Dans leur mutation, il existe une interdépendance réelle qui est entraînée par les crises climatiques entamées en 1968. Cette interdépendance est marquée par des pertes de superficies rizicoles dans les vallées et d'une apparition d'une nouvelle activité (l'arboriculture) génératrice de revenus sur le plateau pour compenser les déficits de la production de riz et faire face aux irrégularités pluviométriques. Les régressions des périmètres rizicoles dans les vallées ont commencé dans la période 1968-1987 avec la sécheresse des années 1970 et celle des années 1980. Des situations climatiques qui ont porté atteinte au réseau hydrographique, entraînant un faible écoulement du marigot de Bignona. La

faiblesse de l'écoulement a favorisé une intrusion progressive de l'eau de mer salée dans le marigot. Cela a contaminé les vallées rizicoles et marque le début de salinisation des rizières. À partir de 1987, avec l'aménagement du barrage d'Affiniam, dans le cadre des politiques d'aménagement qui a pour but de limiter les débuts de salinisation et de gérer la ressource en eau afin de maximiser la production de riz. Depuis, les pertes de superficies des rizières ont augmenté sans cesse à cause du dysfonctionnement du barrage qui est devenu un handicap en précipitant l'acidification et l'ensablement des vallées rizicoles. Les conséquences des années de sécheresse et des politiques d'aménagement mises en place dans les vallées ont façonné le paysage du plateau des terroirs villageois. Ce paysage est modelé par le développement de l'arboriculture (verger) dès 1987 comme une alternative aux crises agricoles. Dès lors, les vergers suivent une forte extension au détriment des cultures de plateau.



**Figure 48 : cartes d'occupation du sol des terroirs villageois en 2018**

## Conclusion

Le chapitre 4 aborde la dynamique sociale en mettant l'accent sur l'évolution de la scolarité depuis 1950, dans l'optique d'explorer les liens qui existent entre la scolarité et la main d'œuvre agricole dans la vallée du marigot de Bignona. Il faut noter que la scolarité a connu une forte croissance depuis 1950. Cependant, cette croissance fulgurante du taux de la

scolarité n'a pas impacté directement sur les potentialités de la main d'œuvre jeune dans le secteur agricole en général et rizicole en particulier.

En effet, les activités rizicoles sont assurées par toutes les générations et mobilisent également tous les genres. Ainsi, les travaux qui demandent plus de force physique sont réservés aux hommes et les travaux qui requièrent moins de force physique sont assurés par les femmes.

Cependant, la riziculture de bas-fond est dans une phase critique dans la vallée du marigot de Bignona. La rentabilité de cette activité est fortement fragilisée par la disparition de superficies de rizières sous les effets de la forte acidification et de l'ensablement. Des effets qui sont multipliés depuis la mise en place du barrage d'Affiniam. Par conséquent, la main d'œuvre s'oriente progressivement vers d'autres activités engendrant en même temps une disparition progressive de ladite riziculture de bas-fond.

En effet, la dynamique de l'occupation du sol de 1968 à 2018 démontre clairement le recul notable des superficies de rizières de bas-fond d'une façon inquiétante et met en évidence le développement d'une nouvelle activité sur le plateau. Par ailleurs, ce chapitre introduit le chapitre 5 qui se focalise sur les mesures d'adaptation à la dégradation des rizières et à leurs impacts.



## **Chapitre 5. Mesures d'adaptation à la dégradation des rizières, Discussion et interprétation des résultats**

Le chapitre 5 aborde les mesures d'adaptions mises en place ou développées pour faire face à la dégradation des terres agricoles et à leurs impacts. C'est dans ce chapitre que les résultats sont discutés et interprétés.

Les mesures d'adaptation exposent les techniques d'aménagement avancées par les techniciens agricoles et la population locale pour freiner les impacts des facteurs de la dégradation des périmètres agricoles, notamment rizicoles dans les vallées. Les mesures d'adaptation développées dans les vallées sont modernes ou traditionnelles. Elles avancent également les stratégies mises en place pour faire face aux impacts de la dégradation des rizières.

### **5.1. Mesures d'adaptation à la dégradation des vallées du marigot de Bignona**

Elles sont de deux natures. Des mesures d'adaptation orientées vers l'aménagement des rizières avec la mise en place de digues et celles dirigées vers une reconversion de la population dans d'autres activités agricoles.

#### **5.1.1. Les aménagements hydroagricoles comme mesures d'adaptation**

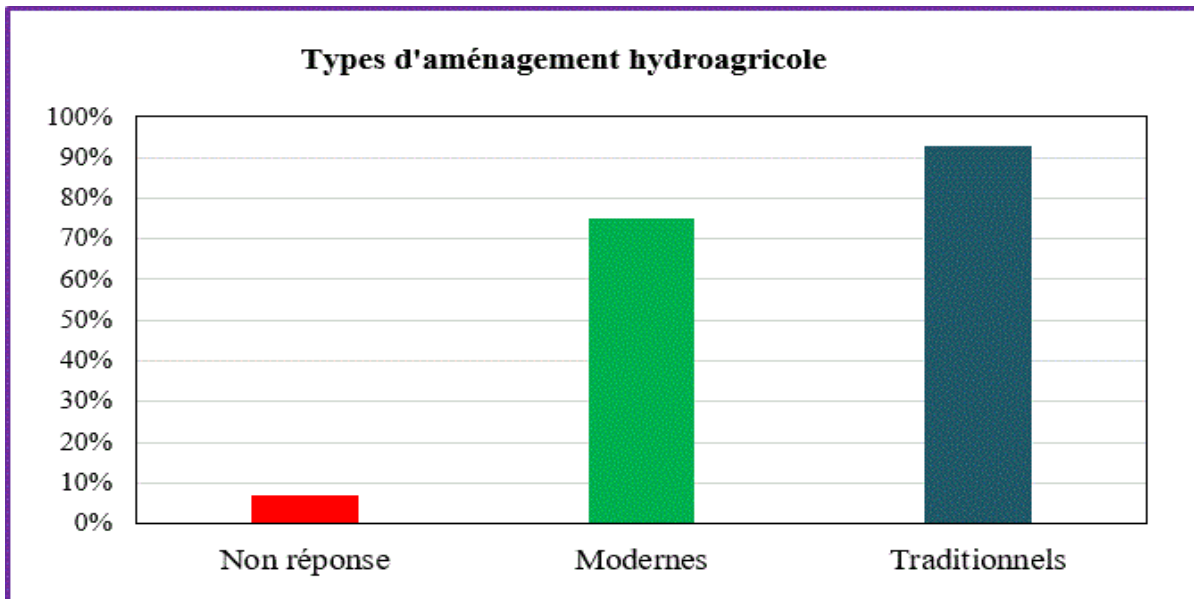
Les projets d'aménagements hydroagricoles sont des stratégies de lutte contre le recul des surfaces agricoles dans le bassin versant du marigot de Bignona face à la dégradation consécutive à la salinité, à l'acidité, et à l'ensablement. Ces aménagements sont de différentes natures et présentent toutefois des faiblesses.

#### **5.1.2. Évaluation des types d'aménagement hydroagricole dans la vallée**

L'évaluation a permis de capitaliser les différents types d'aménagement hydroagricole mis en place dans les vallées, afin de protéger les rizières non affectées, mais également de récupérer des surfaces perdues. Dans cette quête de solutions, des mesures traditionnelles ou modernes sont développées dans les différentes vallées qui ont fait l'objet de cette recherche.

Le recensement des différents types d'aménagement hydroagricole (moderne ou traditionnel) a permis de les classier en fonction de leur récurrence dans les vallées. Ainsi, les aménagements de type traditionnel occupent la plus grande place dans les vallées. Ils représentent 93 % des réalisations en termes de mesures d'adaptation. Les aménagements dites modernes viennent en deuxième place et couvrent 73% (figure 49). La dualité entre les

aménagements traditionnels et les aménagements modernes dans la recherche de solution aux pertes des surfaces rizicoles, montre jusqu' où l'état actuel des rizières est préoccupant.



**Figure 49: Proportion des types d'aménagement hydroagricole dans les vallées rizicoles**

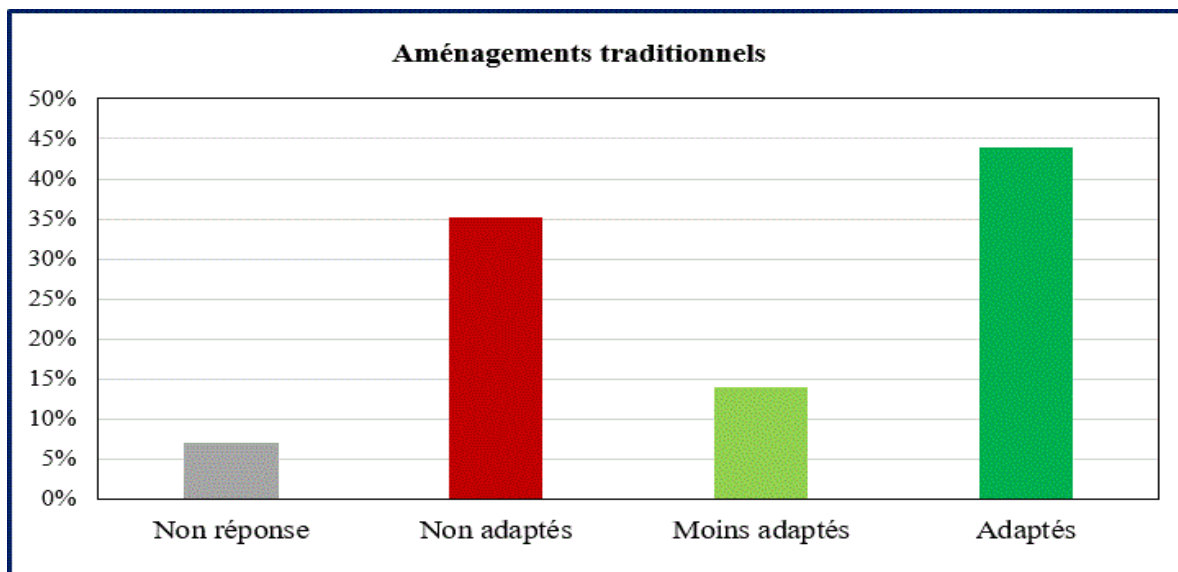
### 5.1.3. Caractérisation des aménagements traditionnels dans la vallée

L'appréciation de chaque type d'aménagement hydroagricole a permis de faire une évaluation de ce dernier afin de comprendre sa capacité à lutter contre les facteurs de dégradation des rizières. D'où l'intérêt de mettre en avant les observations de la population pour comprendre la réponse de chaque type d'aménagement hydroagricole dans les vallées. Une réponse orientée vers la résolution ou l'atténuation des problèmes de salinité, d'acidité et d'ensablement. Dès lors, les aménagements traditionnels (photo 7) visant à lutter contre ces problèmes qui sapent le développement de la riziculture dans les vallées, sont évalués par le biais des enquêtes.



**Photo 7 : Digue traditionnelle de retenue d'eau (Diallo 2018)**

C'est ainsi que trois classifications (non adapté, moins adapté et adapté) ont été attribuées à ces derniers. Toutefois, il faut noter que presque la moitié des chefs de ménage interpellés, soit 44 % considèrent que les aménagements traditionnels sont adaptés aux problèmes soulevés. Par ailleurs, 14 % soutiennent qu'ils sont moins adaptés et 35 % mentionnent que ces mesures de lutte contre les facteurs de dégradations évoqués sont non adaptées comme le montre la figure 50 sur la capacité d'adaptation des aménagements traditionnels face aux facteurs de dégradation des vallées. Cette divergence de point de vue sur les mesures de lutte traditionnelle montre qu'elles présentent des forces et des faiblesses.



**Figure 50 : Aménagements traditionnels et adaptation aux contraintes**

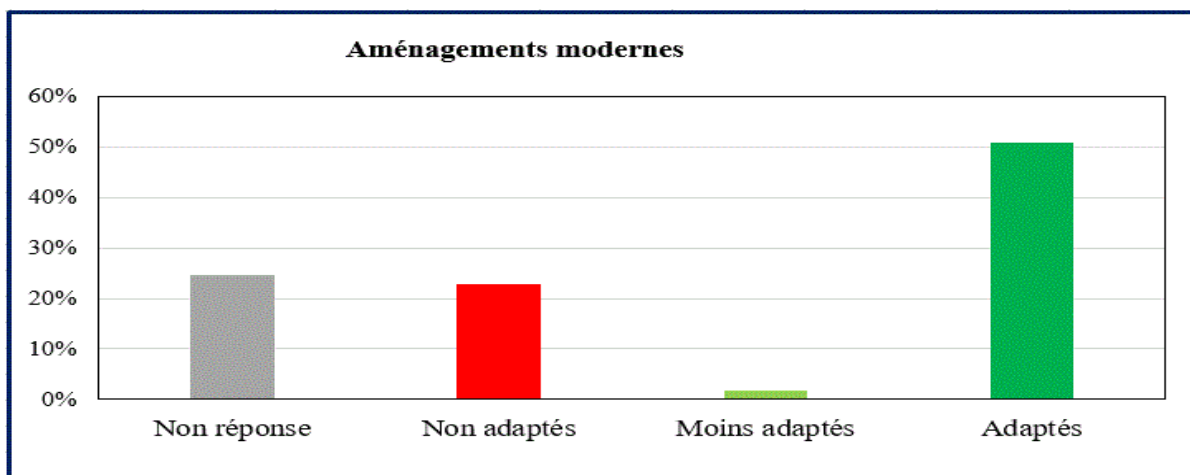
#### **5.1.4. Caractérisation des aménagements modernes dans la vallée**

Les mesures modernes de lutte contre les facteurs de la perte des surfaces rizicoles, ont aussi fait l'objet d'évaluation dans les mêmes conditions que celles traditionnelles. En effet, les aménagements hydroagricoles modernes (photo 8) sont diagnostiqués en s'appuyant sur les observations de la population, qui sont basées sur la production rizicole après la mise en place de ces stratégies d'adaptation.



**Photo 8 : mini barrage hydroagricole (Diallo 2018)**

Cependant, trois catégories de classification sont notées à partir des enquêtes. Cette caractérisation des aménagements a permis de comprendre le potentiel de ces derniers à protéger les vallées. Ainsi, 51 % des ménages rizicoles considèrent que les aménagements modernes sont adaptés pour faire face aux facteurs de la dégradation. Par contre, 23 % des ménages jugent que ces aménagements ne sont pas à la hauteur des contraintes qui fragilisent la riziculture dans les vallées. La figure 51 indique la capacité d'adaptation des aménagements modernes face aux facteurs de dégradation des vallées.



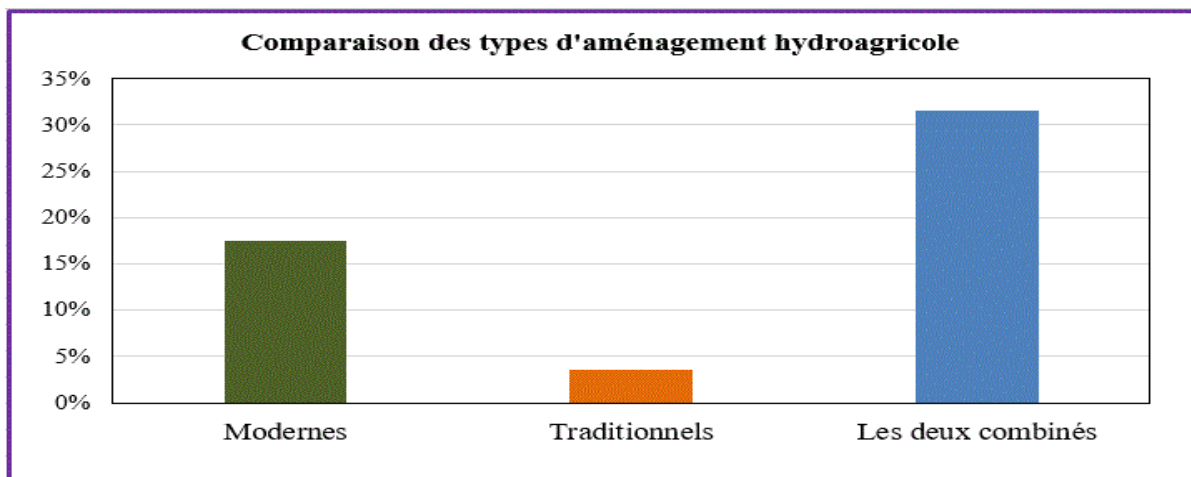
**Figure 51 : Aménagements modernes et adaptation aux contraintes**

### **5.1.5. Comparaison des aménagements hydroagricoles modernes et traditionnels dans la vallée**

Le diagnostic de chaque type d'aménagement hydroagricole mis en place dans les différentes vallées, a permis d'évaluer leur capacité à faire face aux problèmes. En effets, ces

aménagements présentent des forces et des faiblesses, d'où l'intérêt de confronter leur résultat afin de trouver des solutions complémentaires.

Par comparaison, les 4 % de la population rizicole considèrent que les aménagements traditionnels sont les plus adaptés pour lutter contre les facteurs de la dégradation des rizières. Mais les 18 % jugent les aménagements modernes plus performant. Pourtant, la plus grande partie, soit les 32 % de la population stipulent que la combinaison des deux types d'aménagement donne plus de protection contre les facteurs de dégradation (figure 52).



**Figure 52 : types d'aménagement hydroagricole adaptés aux problèmes rizicoles**

## **5.2. Les stratégies face aux impacts de la dégradation des rizières**

En dehors des mesures développées dans la vallée du marigot de Bignona pour lutter contre la salinité, l'acidité, et l'ensablement, d'autres stratégies sont mises en place pour faire face à leurs impacts socio-économiques. Ces stratégies sont orientées vers le développement de l'arboriculture et les blocs maraichers.

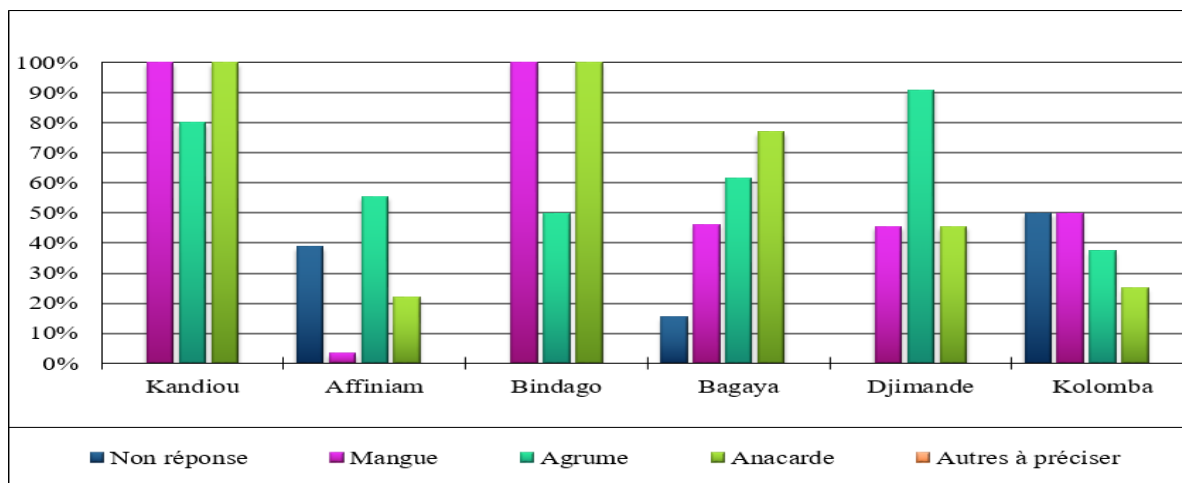
### **5.2.1. Développement de l'arboriculture dans le bassin versant du marigot de Bignona**

L'arboriculture (vergers) est une autre forme de culture extra-rizicole développée. Cette activité polarise tous les villages qui ont fait l'objet de cette recherche; elle renferme plusieurs types de variétés; les plus récurrentes sont les mangues, les agrumes et l'anacarde.

En effet, l'arboriculture (vergers) occupe une place importante dans la zone et son développement ne cesse de croître et se diversifie davantage. Par ailleurs, les agrumes se présentent comme la variété la plus représentée dans la zone, suivie de l'anacarde et de la mangue. Respectivement, les agrumes mobilisent 62,8 %, l'anacarde 61,5 %, la mangue 57,3

% des ménages dans la zone. Seulement, à l'échelle du village, cette logique varie d'un village à un autre.

D'ailleurs, à Kandiou et à Bindago, la production de la mangue et celle de l'anacarde constituent la base de leur arboriculture (vergers) et concernent les 100 % des ménages interpellés dans chacun de ces deux villages. Les agrumes occupent la deuxième place, soit respectivement 80 % et 50 % des ménages de Kandiou et de Bindago. A Bagaya, la plupart des ménages s'adonnent plus à la production de l'anacarde. La production de l'anacarde mobilise 77 % des ménages, contre 62 % pour les agrumes et 46 % pour la mangue. En ce qui concerne Djimande, les agrumes occupent une place primordiale dans l'arboriculture du ménage ; les 91 % des ménages de ce village sont actifs dans la production des agrumes, car même s'ils diversifient leur production en développant d'autres variétés, comme la mangue 45% et l'anacarde aussi 45 % des ménages. Affiniam présente presque le même schéma que Djimande, mais à des exceptions près. Dans ce village également c'est la production des agrumes qui fédère plus de ménages, soit 56 %, puis l'anacarde 22%, et la mangue 3 %. Néanmoins, à Kolomba c'est la production de la mangue qui est la principale, intéressant 50% des ménages, les agrumes occupent la seconde avec 38 % et l'anacarde la dernière position avec 25 %. Cette situation est illustrée par la figure 53 sur la perception de la population par rapport aux différents produits fruitiers du ménage.

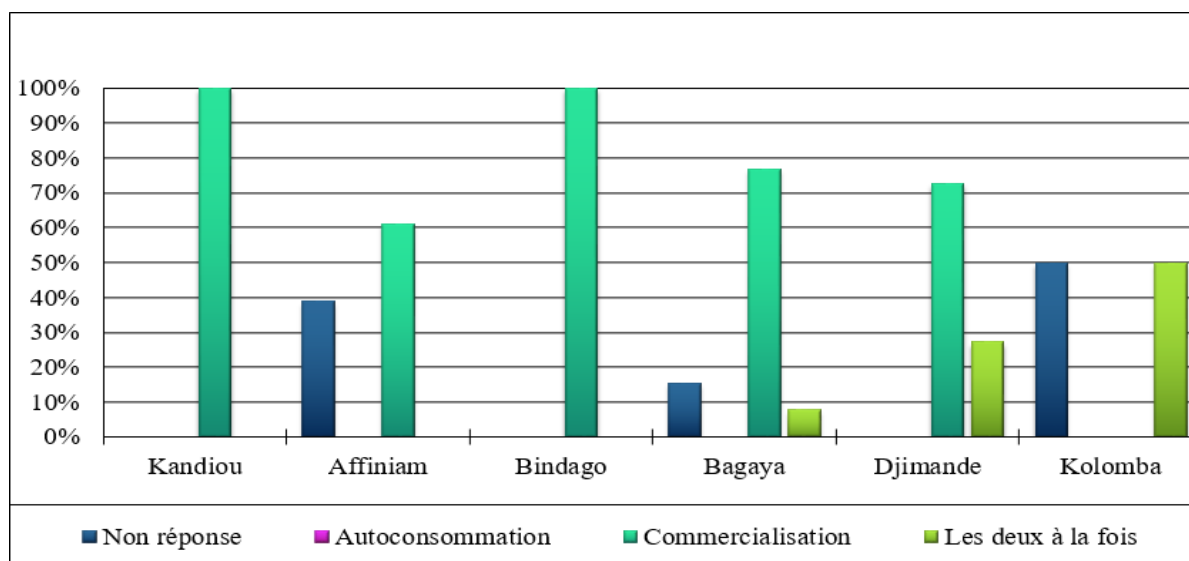


**Figure 53: perception de la population sur les différents produits fruitiers du ménage**

### 5.2.2. Destination de la production fruitière du ménage

La production de l'arboriculture (vergers) est quasiment destinée à la commercialisation, soit 68,5 % en moyenne, elle constitue un pilier fondamental dans l'économie de la zone. Dans ce

cadre, l'essentielle des revenus numéraires de la population proviennent de cette activité comme l'atteste la figure 54 relative à la perception de la population par rapport à la destination de la production fruitière du ménage.



**Figure 54 : Perception de la population sur la destination de la production fruitière**

### 5.2.3. Développement des blocs maraichers dans le bassin versant du marigot de Bignona

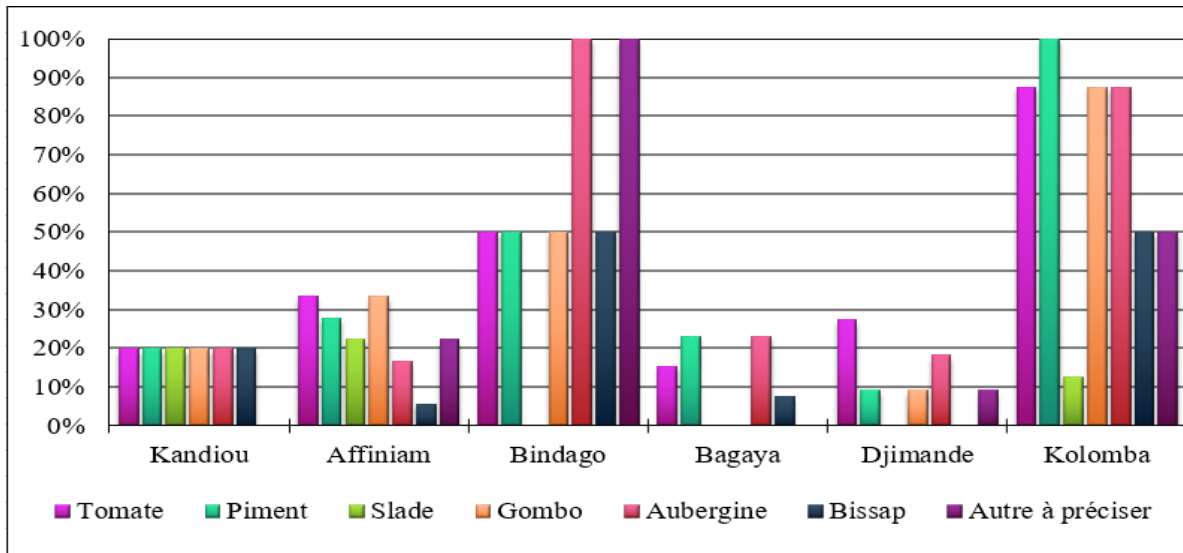
Par conséquent, chaque activité agricole extra-rizicole se caractérise par différentes variétés; les principales variétés maraichères du ménage sont la tomate, le piment, la salade (létus), le gombo, le bissap, etc. Cette activité est développée un peu partout dans la zone. Dans chaque village, les ménages produisent ces variétés à des proportions différentes.

Cependant, dans certains villages, les ménages produisent toutes variétés même si c'est à de faibles pourcentages et dans d'autres, ils produisent plus certaines variétés particulières au détriment des autres.

En effet, la variété la plus produite par les ménages dans la zone est en générale l'aubergine (44,7 %), suivie de la tomate (38,8 %), du piment (38,3 %), du gombo (33,3 %), des autres à préciser (30,2 %), du bissap (22,3 %) et enfin la salade (9,2 %) en moyenne.

D'une manière spécifique, le maraichage est une activité très peu développée par les ménages dans le village de Kandiou et Affiniam, mais pratiquement toutes les variétés. À Bagaya et à Djimande, le maraichage est presque absent dans les ménages. Par ailleurs, c'est quasiment la tomate, le piment et l'aubergine qui sont cultivés par quelques ménages. Pourtant, à Bindago

et à Kolomba, les ménages portent leur attention aux différentes variétés de maraichage et c'est dans ces deux villages que l'activité est plus développée, ce qu'illustre la figure 55 sur la perception de la population par rapport aux différents produits maraichers du ménage.

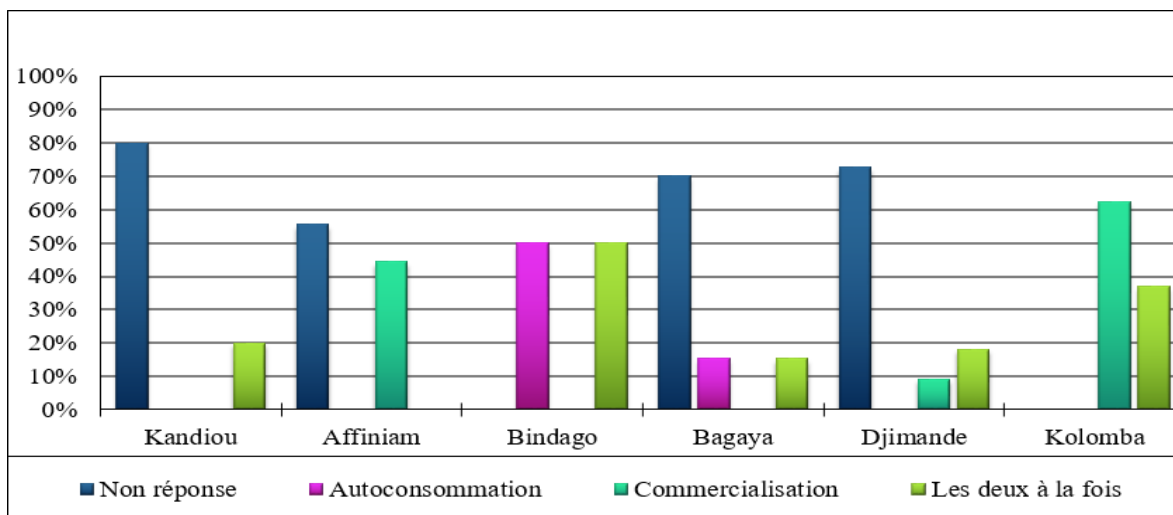


**Figure 55 : Perception de la population sur les différents produits maraichers**

#### 5.2.4. Destination de la production maraichère du ménage

Le maraichage est une activité moyennement développée dans la zone, néanmoins les produits issus du maraichage sont destinés à la consommation et à la commercialisation, voire les deux. Cependant, il faut noter que dans certains villages, la plupart des interlocuteurs n'ont pas apporté leur point de vue sur la question, cela n'empêche, un aperçue sur la répartition des produits issu du maraichage est observé. D'une manière générale, la production de cette activité est soit consommée ou commercialisée. Mais dans cette répartition des produits maraichers, il y a des variétés destinées à l'autoconsommation et (10,8 %) en moyenne dans la zone, des variétés pour la commercialisation (19,3 %), et des variétés dont une partie est consommée et une autre commercialisée, soit 23,3 %. Néanmoins, cette remarque généraliste varie d'un village à un autre comme le révèle la figure 56 sur la perception de la population par rapport à la destination de la production maraichère du ménage.

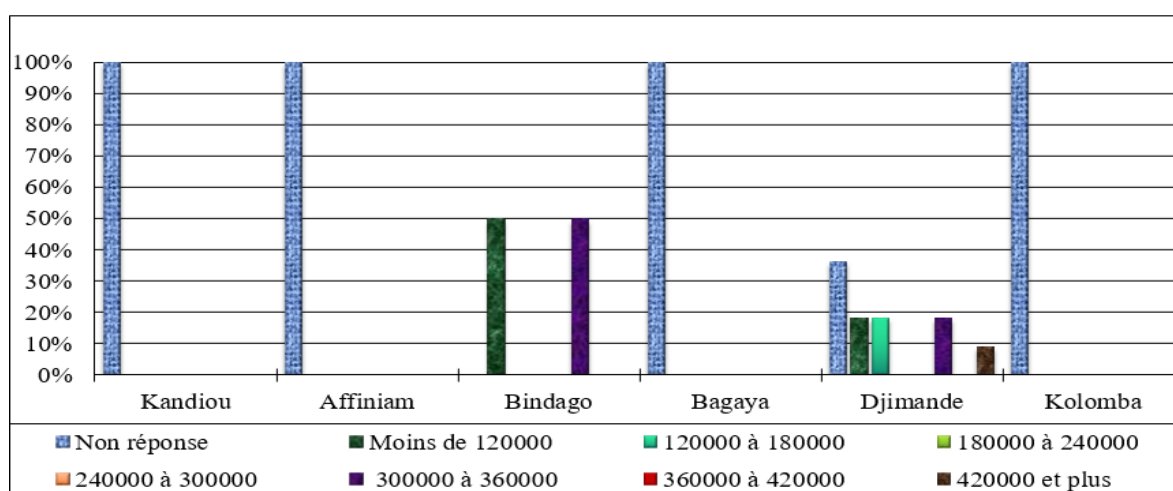




**Figure 56 : Perception de la population sur la destination de la production maraichère**

### 5.3. Revenu moyen annuel du ménage dans le bassin versant du marigot de Bignona

La production agricole a principalement deux finalités : l’autoconsommation et la commercialisation. C’est la raison pour laquelle une attention est portée sur les revenus moyens annuels des ménages dans la zone. Cependant, cette recherche a permis d’avoir un petit aperçu sur la question. Car, dans la plupart des villages, la population fait abstraction sur les revenus du ménage. Néanmoins, quelques ménages de certains villages de la zone ont pu donner quelques statistiques sur leur revenu moyen annuel (figure 57).



**Figure 57 : Perception de la population sur le revenu moyen annuel du ménage**

#### 5.4. Redistribution des revenus du ménage dans la vallée du marigot de Bignona

Les revenus monétaires des activités extra-rizicoles sont destinés à plusieurs besoins du ménage : la scolarité, la santé, la nourriture, l’habillement, etc. Par conséquent, dans toute la zone, ces préoccupations absorbent l’essentiel des revenus agricoles (figure 58).

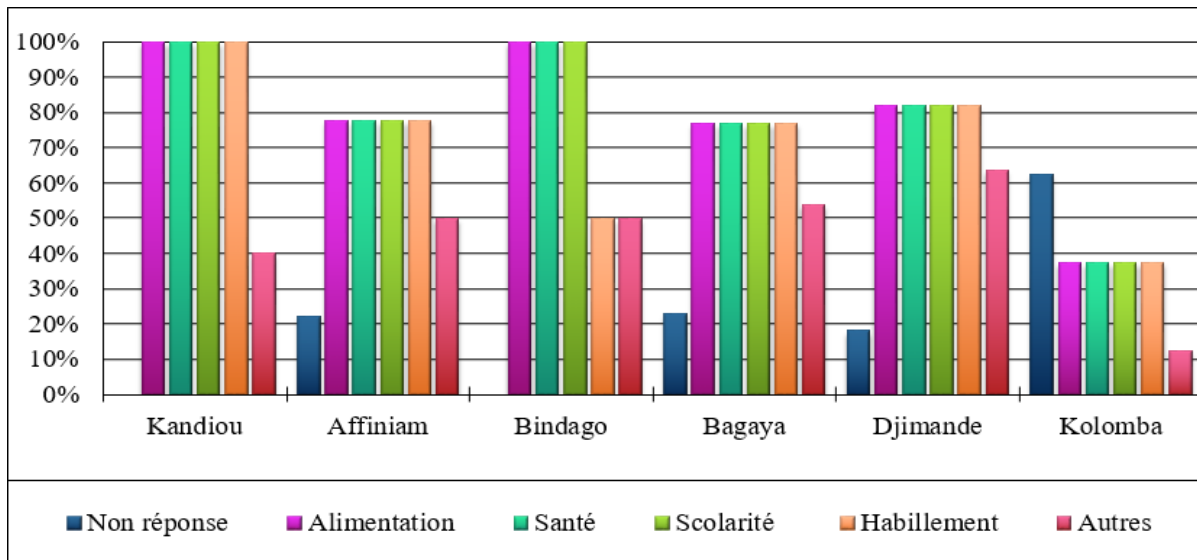


Figure 58 : Proportion de la destination des revenus du ménage

#### 5.5. Discussion et interprétation des résultats

DIONE (1996) et le rapport d’étude de l’OSS-GICRESAIT (2012) démontre que les années humides sont concentrées entre 1950 et 1960, cependant 1968 marque l’année de rupture pluviométrique et depuis la situation climatique est caractérisée par une sécheresse redondante dans les années 1970 et 1980. D’après, CEDEAO-CSAO/OCDE (2006), les épisodes de sécheresse remontent aux années 1900 en Afrique de l’Ouest. Depuis, quatre grands épisodes de sécheresse sont enregistrés (1909-1913 ; 1940-1944 ; 1969-1973 ; 1983-1985). Cependant, MARIUS (1984) ; Andrieu (2008) et Roger Blein et *al.* (2008), confirment la présence d’une aridification sud-nord mais également d’un rétrécissement de la saison des pluies. Dans ce cadre, MONTOROI (1996) met en relief les conséquences de la sécheresse en milieu sahélien ressenties en Basse Casamance depuis plus de vingt ans de façon insidieuse. Ces travaux confirment les analyses de DACOSTA (1989) qui démontrent que les écoulements annuels en eau douce sont devenus insuffisants pour équilibrer les mouvements quotidiens des eaux marines dans le réseau hydrographique du fleuve Casamance. Par ailleurs, MARIUS. (1985), enseignent que la pluviométrie moyenne annuelle étalée sur environ 6 mois (juin-novembre) à Ziguinchor, était de 1954,6 mm. Et qu’en toute circonstance, depuis 1968, la pluviométrie a été très déficitaire dans toute cette région. La pluviométrie moyenne annuelle calculée sur dix

ans de 1968 à 1977, est tombée à 1 182 mm et répartie sur 3 mois (juillet-septembre). La chute des hauteurs pluviométriques et la contraction de la saison des pluies ont eu des effets désastreux sur la végétation, donc sur les sols (déficit de la fraction organique), les nappes et le marigot dont le plus marquant est la sursature des eaux et des sols. La pluviométrie dans la vallée du marigot de Bignona a enregistré une rupture en 1967, divisant la série en deux séquences : de 1950 à 1967 et de 1968 à 2018. La première séquence est humide avec une moyenne de 1504 mm et la deuxième est moins arrosée avec une moyenne de 1130 mm. La tendance actuelle de la pluviométrie annuelle est en baisse significative d'après le test de tendance de Mann-Kendall.

En effet, la qualité des sols est tributaire des conditions climatiques, ainsi la CSAO (2010) lie l'appauvrissement des sols à la variabilité climatique et ses paramètres. Car la dégradation chimique des terres rizicoles a pris des proportions inquiétantes au début des années 1980. D'ailleurs, MONTOROI (1996) localise en juillet 1985, un pic de concentration de la salinité de 120 g/L à 200 km de l'embouchure du fleuve Casamance, soit trois fois la salinité de l'eau de mer (36 g/L). De plus, la modification du régime hydrique favorise les mécanismes de transformation des sols rouges en sols beiges. L'action de l'homme sur le couvert végétal constitue un facteur supplémentaire qui accélère le processus de déferralisation surtout lorsque les conditions climatiques deviennent de plus en plus contrastées (CHAUVEL, 1997 ; KALOGA, 1987). Ce travail corrobore celui de KALOGA (1987) selon lequel la modification de la couleur (rouge-rouge-orangé –orange-ocre –beige) est le principal indicateur de cette transformation. Il retrace également les travaux qui ont trait à la dynamique de la salinité du sol parmi lesquels (RICHARDS, 1954 ; DURAND, 1956 ; BRESLER et *al.*, 1982 ; TALSMA, 1981 ; CHEVERY, 1974 ; DIELMAN, 1972 ; KONIKOV, 1981) qui montre que la migration du sel par remontée capillaire de l'eau du sol et des nappes est tributaire de la nature de la concentration des ions. Et la grande mobilité de l'ion clet de Na<sup>+</sup>(BRESLER et DAGAN, 1982 ; SZABOLO, 1989 ; BOLT, 1978) expliquerait les fortes concentrations des sels que l'on remarque à la surface des sols. Par conséquent, la vallée du marigot de Bignona est confrontée à une forte acidification et une faible salinité des sols rizicoles.

Les mécanismes de transport (dynamique des sédiments) permettent d'avoir une meilleure différenciation des populations granulométriques de la fraction grossière (sables), et la granulométrie admet de connaître les processus participant dans le transport et les conditions de dépôt des sédiments (BELLAHBIB et *al.* 2015). En utilisant les modes, les médianes et les paramètres de TRASK pour déterminer les sédiments fluviaux généralement très mal

classés, moyennement classés ou mal classés. En effet, les types et les aspects des grains de quartz permettent de comprendre l'origine et l'environnement du milieu de dépôt (SOBDJOU et *al.* 2015).

La dynamique des sédiments dépend de l'agent de transport, néanmoins les flux de sédiments éoliens sont distincts des flux de sédiments fluviaux. La gamme de sédiments transportés par le vent est très limitée et concerne les sables et les poussières, par contre les sédiments fluviaux regroupent une large gamme qui mobilise des galets, des sables, des limons et des argiles. Le vent possède par contre un bon pouvoir de classement et le transport s'effectue essentiellement par saltation et collisions intergranulaires des grains sableux, avec le matériau fin exporté plus loin. Ceci explique l'homogénéité granulométrique des dépôts éoliens (ISMAËL et *al.*,1987 ; FORNARI et *al.*,1987). Dans la vallée du marigot de Bignona, le processus d'ensablement est d'origine fluviale.

Cependant, les AHA sont initiés et réalisés pour faire face aux impacts des déficits pluviométriques sur les activités rizicoles. D'ailleurs, MARIUS. (1982) dans leur travail sur l'évolution géochimique, rappellent que les mangroves de Casamance sont traditionnellement utilisées pour la riziculture. La sécheresse notée ces dernières années a sensiblement diminué les rendements rizicoles, ce qui explique l'apparition de nombreux projets d'aménagement hydro-agricole. Dans le but de précipiter le dessalement, des mesures ont été prises avec la construction de barrages et le drainage des terres protégées. Une réalisation qui s'est soldée par un échec avec la brusque acidification élevée des sols. Résultat, des milliers d'hectares ont ainsi été stérilisés. Une décennie après de nouveaux projets d'aménagements ont été proposés dans quelques vallées affluentes du fleuve Casamance dont Bignona, Kamebeul, Soungrougrou, etc. toutefois, MARIUS (1984), dans sa thèse avance le rôle que devait jouer les AHA dans la relance du secteur rizicole dans les vallées de la Casamance. C'est dans ce cadre qu'il démontre que l'objectif des aménagements était de maîtriser la salinité des eaux et des sols en construisant des digues et des barrages anti-sels, et assurer le drainage des sols de façon à permettre leur dessalement. Pour ce faire, ce travail présente les différentes étapes et rôles. Mettre en place une digue en terre pour barrer le lit majeur du marigot au-dessus du niveau de plus hautes eaux, sur le lit mineur mettre en place un « barrage complet » en béton, muni de portes battantes en bois qui assure l'évacuation des eaux en amont afin de dessaler les terres et empêcher l'invasion du marigot par les eaux marines d'aval. En évitant le contact durant toute la saison des pluies les eaux marines de l'aval, le barrage assure une meilleure efficacité du lessivage naturel et donc un dessalement plus précoce. Et en saison sèche, il

s'oppose au reflux des eaux marines dans les marigots. Dans cette mesure, le lit mineur pouvait être mis en valeur (culture du riz) pendant une séquence longue, assurant la production rizicole. MONTOROI (1996), dans sa thèse démontre que les projets d'aménagement n'ont pas donné les résultats attendus. Les grands barrages comme Guidel et Affiniam qui ont été mis en place au courant des années 1980, ont vu leur mode de gestion hydraulique de départ s'avérer en total inadéquation avec les présentes conditions du milieu naturel, une analyse partagée par BARY (1989), BARY et POSNER (1985 a, 1986), BARY et *al.* (1986, 1989 a). DIOUF (2013), dans son travail de thèse, s'intéresse aux ouvrages hydrauliques et leurs modèles de gestion de l'eau dans le bassin du fleuve Casamance. Il était prévu un rendement de l'ordre de 2,5 à 3 tonnes/ha dans la vallée du marigot de Bignona avec la construction de l'ouvrage hydraulique d'Affiniam. Cependant, cette prévision n'a pas été atteinte dans la vallée depuis la mise en service du barrage d'Affiniam en 1987. Ce dernier à cause du déficit pluviométrique, n'assure pas efficacement le dessalement des terres rizicoles.

## **Conclusion**

Le chapitre 5 met en exergue les mesures d'adaptation à la dégradation des terres rizicoles et leurs impacts, développées dans le bassin versant du marigot de Bignona. Ces mesures sont modernes ou traditionnelles. La combinaison des connaissances traditionnelles et modernes répond au mieux aux attentes de la population rizicole face à l'acidité, la salinité et l'ensablement.

Ainsi, l'arboriculture et le maraichage sont développés pour faire face aux impacts de la dégradation des terres rizicoles. Dès lors, ces nouvelles activités gagnent de plus en plus de terrain dans les villages polarisés par le bassin versant du marigot de Bignona.

## **Conclusion générale**

La crise qui secoue le secteur agricole en général et celui rizicole en particulier est toujours d'actualité, car les efforts déployés pour la sortie de crise semblent être orientés sur un seul aspect qui est le rendement dans le but de maximiser la production annuelle, en oubliant l'aspect le plus important qui est la récupération et la protection des superficies rizicoles afin d'assurer la continuité et la durabilité de l'activité dans le département. La persistance ou la durabilité de la crise dans le secteur de la riziculture de bas-fond est la conséquence de plusieurs facteurs.

D'abord, il y a la crise climatique qui est matérialisée par une variabilité pluviométrique remarquable dans le département de Bignona. Cette dernière est observée à l'échelle annuelle et mensuelle. Par ailleurs, cela a affecté le régime pluviométrique composé d'une saison sèche et d'une saison des pluies. Cependant, depuis 1967 la pluviométrie annuelle dans le département de Bignona est en baisse d'une manière générale. Une baisse qui a surtout affecté les mois de juillet, septembre, octobre et novembre.

Les terres rizicoles des vallées du marigot de Bignona sont atteintes d'une forte acidité. Ce taux d'acidité constitue un des facteurs principaux de l'abandon de plusieurs surfaces rizicoles de la vallée. Les taux de CE enregistrés dans les différents horizons, classifient les rizières de la zone d'étude dans la catégorie de celles non salées. Toutefois, le processus de salinisation est d'actualité dans ces rizières. D'ailleurs, les taux de CE les plus élevés sont notés dans la plupart des rizières en saison des pluies. Les taux de MO témoignent de la pauvreté des vallées rizicoles de la zone d'étude. Cela influence la production et le rendement des rizières concernées. Le processus d'ensablement est une réalité dans la zone d'étude. Le grain moyen varie entre 0,02mm et 0,24 mm de diamètre dans les sites de prélèvement et se situe dans la fréquence des sables. Ces résultats montrent une présence de sédiments étrangers (sables) dans les vallées rizicoles. Car le sable est un sédiment habituellement retrouvé au niveau du plateau.

La scolarité dans les années 1950 était négligée par la population dans la quasi-totalité des villages concernés. Cette négligence était dictée par le poids des bras des jeunes dans les activités agricoles. Aujourd'hui, la scolarité connaît un essor dans toute la zone d'étude.

L'implication des jeunes aux activités rizicoles du ménage est importante dans la majeure partie des villages et sans discrimination de sexe. La riziculture n'est pas réservée à une catégorie dans le ménage, mais elle fédère toute la main d'œuvre valide sans exception.

D'après la population, les rendements rizicoles étaient satisfaisants avant la construction du barrage d'Affiniam. Les problèmes d'acidité, de salinité et d'ensablement n'étaient pas aussi persistants dans la vallée du marigot de Bignona. Depuis la mise en place du barrage d'Affiniam, les villages polarisés par l'infrastructure hydroagricole ont perdu progressivement le privilège d'autosuffisance en riz. Aujourd'hui, la population villageoise est désespérée, un désespoir nourri par la faiblesse de leurs productions rizicoles. Les potentialités rizicoles ont subi une évolution notable dans le temps et dans l'espace. Cette évolution est matérialisée par des pertes considérables et inquiétantes. Ces pertes sont associées aux impacts directs du barrage d'Affiniam.

La crise rizicole a façonné la dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant du marigot de Bignona. Dès lors, des changements sont constatés sur l'organisation des terroirs villageois : le plateau est réservé à l'habitat et aux cultures sèches (arachide, mil, maïs, etc.) et le bas-fond est réservé à la culture du riz.

Les mesures d'adaptation sont de deux natures. Des mesures d'adaptation qui sont orientées vers la mise en place de digues afin de corriger les insuffisances du barrage d'Affiniam et celles dirigées vers une reconversion de la population dans d'autres activités agricoles. Cette reconversion se matérialise par une orientation vers le développement de l'arboriculture (les vergers). Intrinsèquement, la riziculture de bas-fond est en voie de disparition dans cet espace géographique.

Cette étude ouvre d'autres perspectives de recherche. Ces perspectives englobent quelques points importants à comprendre dans les terroirs villageois polarisés par le bassin versant du marigot de Bignona. Parmi ces points, il est urgent de porter une attention particulière sur l'avenir de l'arboriculture face aux risques de contamination de la nappe par le biseau salé et l'acidification, l'impact de la « poussière de mars » de la vallée sur l'habitat, l'arboriculture et la santé de la population, l'impact du changement climatique et le bilan sédimentaire à l'échelle du bassin versant du marigot de Bignona.

## Références bibliographiques

### Mémoire et Thèse :

ANDRIEU J., 2008. Dynamique des paysages dans les régions septentrionales des Rivières-du-Sud (Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau). Thèse de doctorat. 532p.

CASSEL M., 2017. Caractérisation des particules dans les lits à galets : expérimentation, développement, méthodologiques et applications in situ. Géographie. Université de Lyon, 2017. France. ffnNT : 2017 LYSEN087ff.fttel-02150081ff (thèse)

CHEVERRY C., 1974. Contribution à l'étude pédologique des polders du lac Tchad. Dynamique des sols en milieu continental subaride dans des sédiments argileux et organiques. Thèse de doctorat d'État. Université de Strasbourg. 275p.

DACOSTA H., 1984. Etude hydrologique du marigot de Baïla : Traitement des données recueillies entre Juin 1980 et Juin 1982, Mémoire de Maîtrise.

DIALLO M.M., 2014. Evolution des précipitations et dégradation des rizières dans la commune rurale de Sindian (Département de Bignona) Mémoire de Master Université Assane Seck de Ziguinchor 82p.

MAHE G., 2006. Variabilité pluie-débit en Afrique de l'Ouest et Centrale au 20<sup>ème</sup> siècle, changements hydro-climatiques, occupation du sol et modélisation hydrologique. Mémoire [www.ird.fr](http://www.ird.fr).

MAILLET G., 2005. Relations sédimentaires récentes et actuelles entre un fleuve et son delta en milieu microtidal : Exemple de l'embouchure du Rhône. Université de Provence-AixMarseille I, 2005. Français. fftet-00011967ff Thèse

SANE T. Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse-Casamance (Sud-Ouest du Sénégal). Géographie. Université Sorbonne Paris Cité; Université Cheikh Anta Diop (Dakar), 2017. Français.

### Articles :

ALBERGEL J., BRUNET D., DUBEE G., JMONTOROI.P., ZANTE P., 1990. Gestion d'un barrage anti-sel en basse Casamance (Sénégal). 12 p

ALBERGEL J., DACOSTA H., 1996. Les écoulements non pérennes sur les petits bassins du Sénégal. 'hydrologie tropicale: géoscience et outil pour le développement (Actes de la conférence de Paris, mai 1995). IAHS Publ. no. 238

ARDOIN-BARDIN S., DEZETTER A., SERVAT E., MAHE G., PATUREL J.E., DIEULIN C., et CASENAVE L., 2005. Évaluation des impacts du changement climatique sur les ressources en eau d'Afrique de l'Ouest et Centrale. 9 p

ARNAUD-FASSETTA G., MIREILLE P., 1993. Etude géomorphologique du delta du Rhône : l'évolution des milieux de sédimentation fluviales au cours de l'Holocène récent. In : Méditerranée, tom 78, 3-4-1993. La Camargue et le Rhône, homme et milieux. pp.31-42 ;

BASSENE O.A., CUBIZOLLE H., CORMIER-SALEM M.C., ET SY B.A., 2013. « L'impact des changements démographiques et socio-économiques sur la perception et la gestion de la mangrove en Basse-Casamance (Sénégal) », Géocarrefour, vol. 88/4



- BENHAMROUCHE A., ET VIDE J.M., 2017. «Évolutions de la concentration des précipitations journalières sur les littoraux du bassin méditerranéen occidental (1951-2010) », *Physio-Géo*, Volume 11
- BEZANÇON G., 1995. Riziculture traditionnelle en Afrique de l'Ouest : valorisation et conservation des ressources génétiques. In : *Journal d'agriculture traditionnelle et botanique appliquée*, 37<sup>e</sup> année, bulletin n°2, 1995. pp .3-24
- BIAYE J. B., SANE Y., FALL A. C. A. L., 2021. Salinisation-acidification des sols et riziculture dans la commune de mlomp, oussouye (Basse Casamance, Sénégal)
- BLANPIED J., CAROZZA J-M., ANTOINE J-M., 2018. La connectivité sédimentaire dans la haute chaîne pyrénéenne par l'analyse de la crue de juin 2013 : le rôle des formations superficielles. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, Groupe français de géomorphologie (GFG), 2018, 24 (4), pp.389-402. ff10.4000/geomorphologie.12718ff. fhal-01928029
- BODIAN A., 2014. Caractérisation de la variabilité temporelle récente des précipitations annuelles au Sénégal (Afrique de l'ouest). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 2014, volume VIII
- BOIVIN P., FAVRE F., et MAEGHT J-L., 1998. Les sols de la moyenne vallée du fleuve Sénégal : caractéristiques et évolution sous irrigation. 12 p
- BRESLER E., DAGAN G., 1982. «Modeling of water and solute transport inunsaturated heterogeneous fields». *ProcSymp unsaturated flow and transport modelling*.US Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CP-0030, PNI-SA-10325, Seattle, Washington pp.159-178.
- BROUSSE G., ARNAUD-FASSETTA G., 2011. Caractérisation (2010) et évolution récente (1999-2010) du gradient granulométrique longitudinal dans les deux bras du Rhône deltaïque (France méditerranéenne), *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2011, n° 3, p. 291-306
- DACOSTA H., KANDIA K.Y., 2002. La variabilité spatio-temporelle des précipitations au Sénégal depuis un siècle. 8 p
- CAMARA M., KEBE M., & KOUAMÉ M.M., 2007. Caractérisation agronomique, économique et biophysique du continuum bas fond : cas des complexes sahéliens et soudano sahéliens du sine-saloum au Sénégal
- DASYLVA M., NDOUR N., DIEDHIOU M. A. A., SAMBOU B., 2019. Caractérisation physico-chimique des sols des vallées agricoles de la Commune de Ziguinchor au Sénégal
- DESCHODT L., 2012. Sédimentologie et datation des dépôts Fulvio-éoliens du Pléniglaciaire weichselien à lille (Vallée de la deûle, bassin de l'escaut, FRANCE). *Quaternaire*, 23, (1), 2012, p. 117-127.
- DESCROIX L., DIONGUE NIANG A., PANTHOU G., BODIAN A., SANE Y., DACOSTA H., MALAM ABDOU M., VANDERVAERE J-P., QUANTIN G., 2015. Évolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'ouest à travers deux régions : la Ségambie et le bassin du Niger moyen. *Climatologie*, vol. 12 (2015)

- DIALLO M. M., et SY B. A., 2021. Dégradation des rizières et stratégies d'adaptation dans la Commune de Sindian, Département de Bignona, Sud du Sénégal. *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, N° 10, Vol. 1, 28 p
- DIEDHIOU, C. Y., 2004-2005 : Mémoire. Sécheresse et Salinisation des terres en Basse Casamance, le cas de la Communauté rurale de Kartiack (Département de Bignona) 81pages
- DIELMAN P.J., 1972. « Dynamique des sels dans le système Sol-Eau ». In : FAO : la salinité-Séminaire de Bagdad, *Bul. Irrig. Drain*, no. 1, pp.45-55.
- DIOP C., et SAGNA P., 2011. Vulnérabilité climatique des quartiers de Dakar au Sénégal : exemples de nord-foire-azur et de hann-maristes. Actes du colloque "Renforcer la résilience au changement climatique des villes : du diagnostic spatialisé aux mesures d'adaptation" (2R2CV) 07 et 08 juillet 2011, Université Paul Verlaine - Metz, France
- DJONDO M.Y., 1996. Propriétés d'échange ionique des sols ferrallitiques argileux de la vallée du niari et sableux du plateau de mbe-bateke au congo application à la correction de leur acidité, ORSTOM 259p.
- DOBOS A., et al, 1994. Amélioration de la fertilité des rizières de basse-Casamance (Sénégal) en relation avec la gestion des eaux de ruissellement d'un bassin versant : Premiers résultats et perspectives. Disponible sur horizon. [documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/b\\_fdi\\_33-34/39442.pdf](http://documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_33-34/39442.pdf), page. 289-301.
- DRESCH J., 1949. La riziculture en Afrique occidentale. In: *Annales de Géographie*. 1949, t. 58, n°312. pp. 295-312.
- DURAND, J.H. , 1956. Mouvements des sels dans les sols. In: *Rapports du IIe Congrès International de la Science du Sol*. Vol. D. Com. VI, Technologie, Paris (1956), pp. 543-546.
- FAYE C., SOW A. A., et NDONG J. B., 2015. Étude des sècheresses pluviométriques et hydrologiques en Afrique tropicale : caractérisation et cartographie de la sècheresse par indices dans le haut bassin du fleuve Sénégal. *Physio-Géo* Volume 9. p 17-35
- FLICOTEAUX R. ; MEDUS J. (1974). - Existence d'une lacune entre les termes marins du Paléogène et du Néogène du Sénégal méridional démontrée par les microfaunes et les microflores. VI Colloque africain de Micropaléontologie. Tunis. mars.
- GAVAUD M., Nature et localisation de la dégradation des sols au Sénégal. *Cah ORSTOM, sér. Pédol*, vol xxv, n°3, 1989-1990 : 253-262, disponible sur horizon. [documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cahiers/PTP/31984.PDF](http://documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/PTP/31984.PDF)
- GOUAIDIA L., GUEFAIFIA O., BOUDOUKHA A., HEMILA M.L., ET CLAUDE, 2012. « Evolution de la salinité des eaux souterraines utilisées en irrigation et risque de dégradation des sols : exemple de la plaine de Meskiana (Nord-Est Algérien) », *Physio-Géo*, volume 6
- HODOMIHOU R.N., AGBOSSOU E.K., AMADJI G.L., et NACRAO H. B.,2011. Effets de différentes doses de phosphate naturel sur la réduction de la toxicité ferreuse des sols du bas-fond de Niaouli au sud du Bénin
- HUBERT P., BADER P-C., BENDJOUDI H., 2007. Un siècle de débits annuels du fleuve Sénégal, *Hydrological Sciences Journal*, 52 : 1, 68-73, DOI : 10.01623/hysj.52.1.68

- IGUE A.M., HOUNDAGBA C.J., CHABI A., et ASSIGBE P., 2011. Impact de l'aménagement du bas-fond de Gankpétin sur la fertilité des sols et la production du riz et du gombo au centre du Bénin 11 p
- ISMAËL H., et DELAUNE-MAYÈRE M., 1987. La sédimentation au quaternaire récent dans le delta du Nil : et d'évolution de la dynamique la minéralogie des dépôts. Géodynamique 2 (1). 1987 : 69-82
- KABORE P.N., OUEDRAOGO A., SANON M., YAKA P., SOME L., 2017. Caractérisation de la variabilité climatique dans la région du centre nord du burkina faso entre 1961 et 2015. Climatologie, vol 14 (2017)
- KALOGA (B), 1987 - Le manteau kaolinique des plaines du Centre sud de la Haute-Volta. ORSTOM, Pans, Etudes et Thbses, 343 p.
- KANE A., 2005. Régulation du Fleuve Sénégal et flux de matières particulaire vers l'estuaire depuis la construction du Barrage de Diama. 12 p
- KONIKOV, L.F., 1981. Role of solute-transport models in the analysis of ground"ater salinity problems in agricultural areas. In: Holmes et al. (eds.): Land and Stream Salinity. Elsevier, Amsterdam, pp. 187-205.
- KOUAKOUA E., 1998. La matière organique et la stabilité structurale d'horizon de surface de sols Ferralitiques Argileux. Effet du mode de gestion des terres. ORSTOM [www.ird.fr](http://www.ird.fr)
- LAIGRE L., REYNARD E., ARNAUD-FASSETTA G., BARON L., GLENZ D., 2012. Caractérisation de la paléodynamique du Rhône en Valais Central (Suisse à l'aide de la Tomographie de résistivité électrique. p.405-426 <https://doi.org/10.4000/> géomorphologie. 100.20.
- LESCURE S., ARNAUD-FASSETTA G., 2015. Paléo-environnement et contrainte fluviale à l'Holocène récent sur les sites de Langoiran et d'Isle-Saint-Georges : bilan de quatre années de recherches géoarchéologiques dans la basse vallée de la Garonne. Aquitania, Pessac : Fédération Aquitania, 31, p.43-64. fihal-01478700ff
- LESCURE S., 2015. La Garonne Maritime à l'Holocène : Dynamique environnements et occupation humaine. Université Paris1-Panthéon Sorbonne Laboratoire de Géographie Physique (UMR8591 Ecole Doctorale de Géographie de Paris (ED 434) Laboratoire P.R.O.D.I.G. (UMR 8556) Thèse de Doctorat en Géographie
- LIENOU G., MAHE G., PIIH S.L., SIGHOMNOU D., PATUREL J.E., & BAMBA F., 2014. L'aménagement des barrages de retenue d'eau, une stratégie d'adaptation à la sécheresse dans le bassin du fleuve Niger ? 6 p
- LOSSON B., CORBONNOIS J., 2006. Les modes de sédimentation détritique nouvelle méthode de détermination appliquée à des remplissages endokarstiques géologica belgica (2006) 9/3-4 :257-265
- LOYER J.Y., BOIVIN P., LE BRUSQ J.Y., ZANTE P., (année de pub inconnu). Les sols du domaine fluvio-marine de Casamance (Sénégal): Évolution récente et réévaluation des contraintes majeures pour leur mise en valeur.
- MALOU R., MUDRY J., SAOS J-L., 1991. Recharge pluviale de l'aquifère superficiel de la vallée de Baïla (Basse Casamance, Sénégal). hydrologie n°2, 1991, pp.107-116, 8 fig.,1 tabl.

- MANZELLI M., FIORILLO E., BACCI M., TARCHIANI V., 2015. La riziculture de bas-fond au sud du Sénégal (Moyenne Casamance) : enjeux et perspectives pour la pérennisation des actions de réhabilitation et de mise en valeur. Cah Agri 24 : 301-312. doi :10.1684/agri.2015.0772
- MARIUS C., 1982. Acid sulphate soils of the mangrove area of Senegal and Gambia. In *doth h., van.*
- MARIUS C., 1984. Contribution à l'étude des mangroves du Sénégal et de la Gambie. Ecologie. Pédologie. Mise en valeur et aménagement. Thèse de Doctorat. U.L.P. Strasbourg, 309 p.
- MARIUS C., 1985. Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Ecologie. Pédologie. Géochimie. Mise en valeur et aménagement. Paris, France, ORSTOM, Travaux et documents, 193, 368 p.
- MBOD J.Y, 1989. Thèse : La lutte intégrée contre les maladies du riz en Casamance, au Sénégal. [www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH1024/31e404fa.dir/doc.pdf](http://www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH1024/31e404fa.dir/doc.pdf), 217 p
- MONTOROI J.P., 1993. Les sols et l'agriculture dans le domaine estuarien de Basse Casamance. orstom.
- MONTOROI J-P., 1996. Mise en valeur des bas-fonds en Basse-Casamance (Sénégal). Agriculture et développement n°10
- MONTOROI J-P., 1996. Gestion durable des sols de la mangrove au Sénégal en période de sécheresse : Dynamique de l'eau et géochimie des sels d'un bassin versant aménagé. orstom éditions, études et thèses, Paris 1996.
- MONTOROI J.P., 1997. Conductivité électrique de la solution du sol et d'extraits aqueux du sol application à un sol sulfaté acide salé de Basse-Casamance (Sénégal). Étude et gestion des sols ,4,4, pages : 279-298
- MERCIER J-L., 2015. « Indice granulométriques et lois de distribution », Géomorphologie : relief, processus environnement, vol. 19-n°4| 2013.
- N'DIAYE M. K., MARLET S., DICKO M. 2001. Maîtrise de l'irrigation et du drainage en riziculture irriguée et désalcalinisation des sols à l'Office du Niger (Mali) : modèle, hypothèse et arguments. Atelier du PCSI (Programme Commun Systèmes Irrigués) sur une Maîtrise des Impacts Environnementaux de l'Irrigation, 2001, Montpellier, France. 14 p. ffcirad-00179876ff
- NDONG J-B., 1995. L'évolution de la pluviométrie au Sénégal et les incidences de la sécheresse récente sur l'environnement/ The evolution of rainfall in Sénégal and the consequences of the recent drought on the environment. In : Revue de géographie de Lyon, vol. 70, n°3-4, 1995. Sahel, la grande sécheresse. pp. 193-198 ;
- NIASSE M., et al. UICN-Union Mondiale pour la Nature 2004 : « Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et désertification » : [www.c-ciarn.uoguelph.ca/c-ciarnfrench/documents/UICN\\_vulnerabilite.pdf](http://www.c-ciarn.uoguelph.ca/c-ciarnfrench/documents/UICN_vulnerabilite.pdf).
- ORSTOM, 1996. États de surface du sol et Risque de ruissellement et d'érosion. Réseau Erosion Bulletin16 [www.ird.fr](http://www.ird.fr).
- PIAU T., BETARD F., DUGAST F., ARNAUD-FASSETTA., VIEL V., 2020. Dynamique géomorphologique holocène et occupation humaine dans le bassin-versant de l'Eure (Bassin

de Paris, France) : potentiels d'une approche géomorphologique multiscalaire et diachronique. Archimède : archéologie et histoire ancienne, UMR7044-Archimède, 2020 pp.188-204. [ffhalshs-02893624ff](#)

POUSSIN J-C., BOIVIN P., HAMMECKER C., MAEGHT J-L., 2002. Riziculture irriguée et évolution des sols dans la vallée du Sénégal. Actes de l'atelier du PCSI, 28-29 mai 2002, Montpellier, France. 9 p

PRADE K., et *al.* « Relations entre les propriétés des sols des rizières inondées et la toxicité ferreuse en basse Casamance (Sénégal) ». cah. ORSTOM. ser. Pedol. Vol xxv, n°4, 1989-1990 : 453-474, disponible sur [horizon.documentation.ird.fr/ex-doc/plein\\_textes/cahiers/PTP/34145.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/ex-doc/plein_textes/cahiers/PTP/34145.pdf).

RAJOT J-L., KARAMBIRI H., RIBOLZI O., PLANCHON O., THIEBAUX J-P., 2009. Interaction entre érosions hydrique et éolienne sur sols sableux pâturés au Sahel : cas du bassin-versant de Katchari au nord du Burkina Faso 9 p

ROOSE E. Dix années de mesure de l'érosion et du ruissellement au Sénégal ORSTOM. [www.ird.fr](http://www.ird.fr).

ROOSE E. et DE NANI G., 2004. Recherches sur l'érosion hydrique en Afrique, Revue et perspective [www.ird.fr](http://www.ird.fr).

SAGNA et al., 2019. Effet des amendements organiques sur le développement du riz (*Oryza sativa* L.) dans les bas-fonds sulfato-acides en zone sud-soudanienne au Sénégal.

SAKHO, 2011. Évolution et fonctionnement hydro-sédimentaire de la lagune de la Somone, Petite Côte, Sénégal. Sciences de l'environnement. Université de Rouen; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 2011. Français.

SAMBOU S., DACOSTA H., et PATUREL J-P., 2018. Variabilité spatio-temporelle des pluies de 1932 à 2014 dans le bassin versant du fleuve Kayanga/Gèba (République de Guinée, Sénégal, Guinée Bissau). *Physio-Géo* Volume 12. p 61-78

SANE T., SY O., et DIEYE E. H. B., 2012. Précipitations et émergence du risque d'inondations à Ziguinchor (sud-ouest du Sénégal). 7 p.

SANE T., et *al.*, 2011. Changement climatique et vulnérabilité de la ville de Ziguinchor : [www.univ-metz.fr/recherche/labos/cegum/2R2CV/Actes/SANE-SY-DIEYE.pdf](http://www.univ-metz.fr/recherche/labos/cegum/2R2CV/Actes/SANE-SY-DIEYE.pdf), 14pages.

SAOS J-L., et THIEBEAUX J-P., 1991. Evolution de la salinité en Basse Casamance exemple du marigot de Baïla .7 p

SAYAD A., CHAKIRI S., MARTIN C., BEJJAJI Z., ET ECHARFAOUI H., 2011. « Effet des conditions climatiques sur le niveau du lac Sidi Ali (Moyen Atlas, Maroc) », *Physio-Géo*, Volume 5

SERVAT E., PATUREL J-E., KOUAME B., TRAVAGLIO M., OUEDRAOGO M., BOYER J-F., 1998. Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'ouest et centrale. 15 p.

TALSMA, T., 1981. Transport of salts in catchments and soils. In: Holmes et al. (eds.): *Land and Stream Salinity*, Elsevier, Amsterdam, pp. 103-113.

TANGARA D., 2000. Les défis du développement régional et la dynamique des politiques d'aménagement du Bassin du fleuve Sénégal. In : L'information géographique, volume 64 n°2, 2000. pp. 178-183

VIEILLEFON, J 1975. Carte pédologique de la basse Casamance (domaine fluvio-marine) au 1/100 000. Note explicative ORSTOM Numéro 57.

### **Rapports :**

CEDEAO-CSAO/OCDE, 2006. Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, série environnement : La zone écologique fragile des pays du Sahel. [www.atlas-ouestafrique.org.12p](http://www.atlas-ouestafrique.org.12p)

CSAO, 2010. Incidences sécuritaires du changement climatique au Sahel : perspectives politiques. 32 p

DIONE J., 1975. Rapport de stage de recherche en économie rurale « Le déficit céréalier au Sénégal : Situation et perspectives », C.R.D.1. Université Laval, Québec, Canada. C.N.R.A.,1. S.R.A., Bambey, Sénégal, décembre 1975.

MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE, DIRECTION DES AMENAGEMENTS ET DES INFRASTRUCTURES HYDRO-AGRICOLE : Étude Pédologique sur la vallée de Bignona en Casamance, Rapport définitif, 1986.

REPUBLIQUE DU NIGER, CABINET DU PREMIER MINISTRE JUILLET 2006. « Programme d'action nationale pour l'adaptation aux changements climatiques », disponible sur [unfccc.int/ressource/docs/nappa/ner01f.pdf](http://unfccc.int/ressource/docs/nappa/ner01f.pdf).

RICHARDS, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. VSSLS/VSDA, Agriculture Handbook no. 60, 160 p.

### **Ouvrages :**

BLEIN R., SOULE B. G., DUPAIGRE B.F., YERIMA B., 2008. Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). 116 p

BOSC P. M., 2005. A la Croisée des pouvoirs, une organisation paysanne face à la gestion des ressources, Basse Casamance, Sénégal. Paris 2005 [www.ird.fr](http://www.ird.fr).

BOUVET C., ET MARTIN J., 1993. Géographie second éd. HACHETTE 287 pages.

CHALEARD, J.L., et CHARVET J.P., 2004. Géographie Agricole et Rurale 339pages.

CIATTONI A., et VEYRET Y., 2007. Les Fondamentaux de la Géographie Armand colin 301pages.

CORMIER SALEM M.C., 1999. Les Rivières du Sud : Sociétés et Mangroves Ouest-Africaine Edition de l'IRD, Paris 1999 [www.ird.fr](http://www.ird.fr).

DAVY P., GUILLOCHEAU F., HAMELIN B.,1996. Géomorphologie: Processus et modélisation. École thématique du CNRS, Jul., Lumigny, France. HS1, 146 p. <insu-00676531>

DEMANGEOT J., 2006 : Les milieux « naturels » du globe éd. ARMAND COLIN 364 p.

DIALLO M., 1989 : Le Sénégal. Géographie physique, humaine, économique étude régionale EDCEF 159 page.

DIATTA J. A., DIOUF D. A., 2013. Méthodologie de recherche, norme et technique de rédaction, conseils pour la soutenance, Mémoire.

DUMOLARD P., DUBUS N. et CHARLEUX L., 2003. Les statistiques en géographie édit. Belin.

FOURNIER J., BONNOT-COURTOIS C., PARIS R., VOLDOIRE O., LE VOT M., 2012. Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99 p.

GEORGE P., et VERGER F., 2009. Le Dictionnaire de la Géographie.

GERMAIN D., & FILION L., 2002. Description morpho-sédimentologique d'un système éolien de haut de falaise, au cap Sandtop à l'île d'Anticosti (Québec). Géographie physique et Quaternaire, 56 (1), 81–95. <https://doi.org/10.7202/008606ar>

OLIVRY J.C., CHOURET A., 1981. - Étude hydrogéologique du marigot de Bignona : quelques aspects intéressants des mesures réalisées en 1970/1971. - ORSTOM, Dakar, 93 p.

OLIVRY J.C., 1987. Les conséquences durables de la sécheresse actuelle sur l'écoulement du fleuve Sénégal et l'hypersalinisation de la Basse-Casamance. The Influence of Climate Change and Climatic Variability on the Hydrologic Regime and Water Resources (Proceedings of the Vancouver Symposium August 1987). IAHS Publ. no.168, 1987.

PELLISSIER P., 1966. Les Paysans du Sénégal. « Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance » version électronique préparée par Charles Becker Dakar-Paris 2008 disponible sur [www.histoire-ucad.org/archives/index.php/remository](http://www.histoire-ucad.org/archives/index.php/remository). 994page

PITTE J-R., 1993 : Géographie second collection éd. NATHAN 287 pages.

REY T., 2006. Dynamique hydro-sédimentaires en Petite Camargue à l'Holocène. Géomorphologie. Université Paul Valéry- Montpellier III, 2006. Français. fft-00273819ff

VEYRET Y., et VIGNEAU J.P., 2004. Géographie Physique. Milieux et Environnement dans le Système Terre 368 p

VIZIER J-F., DE GIUDICI P., RAUNET M., 1992. Étude physico-chimique des sols d'un bas-fond sur les hautes terres de Madagascar : conséquences pour la riziculture

### **Dictionnaires :**

BRUNET R., FERRAS R., ET THERY H., 2006 : Dictionnaire. Les Mots de la Géographie.

GUILLOU M., et *al*, 1995 : Le Dictionnaire Universel.

LE ROY LADURIE E., 2004 : Dictionnaire Encyclopédique.

## Annexe

### Annexe 1 : Questionnaire

#### A) *Décrire et expliquer la variabilité des conditions climatiques dans le temps et dans l'espace*

1. Comment était la pluviométrie dans les années 1950?
- Mauvaise...../
- Très bonne ...../
- Bonne...../
- Mauvaise ...../
2. Comment est la pluviométrie depuis 20 ans?
- Très bonne...../
- Bonne...../
- Mauvaise...../
3. Comment est la pluviométrie actuellement?
- Très bonne...../
- Bonne...../
4. Que pensez-vous de la pluviométrie ?
- .....
- .....
5. Qu'est ce qui est l'origine de cela ?
- .....
- .....
6. Quelle remarque faite-vous au début et à la fin de l'hivernage ?
- Stable...../
- Baisse...../
- Augmentation...../
7. Pourquoi ?
- .....
- .....

#### B) *Examiner et mesurer la qualité des sols rizicoles le long de la vallée du marigot de Bignona*

1. Quelle est l'état de vos rizières ?
- Bon ...../
- Moins bon...../
- Mauvais ...../
- Moins mauvais...../
- Après la construction du barrage d'Affiniam...../
2. Quelles en sont les causes ?
- Salinité...../
- Acidité...../
- Ensablement...../
- Autres à préciser...../
4. Comment le barrage participe-t-il à la dégradation des rizières ?
- .....
- .....
5. Combien de parcelles avez-vous ?
- .....
- .....
6. Avez-vous perdu une ou des parcelles ?
- Oui ..... /ou Non...../
7. Combien ?
- ...../
3. Depuis quand ?
- Avant la construction du barrage d'Affiniam...../



8. Avez- vous observé une amélioration de la qualité de vos rizières depuis la construction du barrage d’Affiniam ?

Oui...../ ou Non...../

9. Si oui comment ?

...../

10. Y’a-t-il des aménagements dans vos rizières ?

Oui...../ ou Non...../

11. Lesquels ?

.....  
.....

12. Quelle est votre observation par rapport aux rendements rizicoles avant la construction du barrage d’Afiniam ?

Faibles...../

Moyens...../

Bons...../

13. La production du riz est elle suffisante ? oui ou non

**C) *Faire un diagnostic des infrastructures hydroagricoles (barrages ou digues) le long des vallées du marigot de Bignona***

1. Que pensez-vous des aménagements hydroagricoles ?

.....  
.....

2. Avez-vous des aménagements dans vos rizières ?

Oui...../ ou Non...../

3. Si oui de quel type ?

Moderne...../

4. Pourquoi ?

.....  
.....

Traditionnel...../

5. Pourquoi ?

14. Combien de mois ?

...../

15. Combien de personnes compte votre ménage ?

...../

16. Après la construction du barrage, quelle est votre observation par rapport aux rendements rizicoles ?

Faibles...../

Moyens...../

Bons...../

17. Actuellement ce riz vous permet-il de vous auto-suffire en riz pendant combien de mois ?

...../

18. Votre ménage compte combien de personnes?

...../

6. Si traditionnel

Digues...../

Diguettes...../

7. Si moderne

Bâtardeau...../

Digues...../

Barrage...../

8. Que pensez-vous des aménagements traditionnels ?

Non adaptés...../

Moins adaptés...../

Adaptés...../

9. Que pensez-vous des aménagements modernes ?

Non adaptés...../

Moins adaptés...../

Adaptés...../

**D) Les autres activités annexes**

1. Quelle était votre activité principale avant la construction du barrage ?

Fonctionnaire...../

Commerçant...../

Agriculteur...../

Ouvrier...../

Autre à préciser ...../

2. Quelles étaient vos activités secondaires avant la construction du barrage ?

Fonctionnaire...../

Commerce...../

Agriculture...../

Ouvrier...../

Autre à préciser...../

10. Par comparaisons, quel est le type d'aménagement qui répond au mieux à vos préoccupations ?

Moderne...../

Traditionnel...../

Les deux combinés...../

11. Pourquoi ?

3. Quelle est votre activité principale aujourd'hui ?

Fonctionnaire...../

Commerce...../

Agriculture...../

Ouvrier...../

Autre à préciser ...../

4. Quelles sont vos activités secondaires ?

Fonctionnaire...../

Commerce...../

Agriculture...../

Ouvrier...../

Autre à préciser ...../

**E) Evaluer les impacts de la scolarité des enfants sur l'agriculture, spécifiquement la riziculture**

1. Avant la construction du barrage (en année), quelle était la part de la participation des jeunes dans les activités agricoles ?

Très faible...../

Faible...../

Moyen...../

Important...../

Très important...../

2. Les jeunes constituaient-ils la main d'œuvre essentielle des travaux agricoles ?

Oui...../ ou Non...../

3. Pourquoi ?

...../

4. Comment était la scolarité dans le village ?

Très faible...../

Faible...../

Moyen...../

Important...../

Très important...../

5. Pourquoi ?

...../

6. Dans votre ménage combien de personnes étaient-elles scolarisées ?

...../

7. Vous étiez combien dans votre ménage ?

...../

8. Combien de personnes travaillaient-elles dans les rizières ?

Tout le monde...../

Seulement les femmes ...../

Seulement les hommes...../

9. Aujourd'hui, quelle est la part de participation des jeunes dans les activités agricoles dans le village ?

Très faible...../

Faible...../

Moyen...../

Important...../

Très important...../

10. Pourquoi ?

**F) Evaluer la participation par sexe dans les activités rizicoles**

1. Quel est le sexe qui s'adonne plus à la riziculture dans le village ?

Homme...../

Femme...../

2. Pourquoi ?

...../

...../

11. Comment est la scolarité dans le village ?

Faible ...../

Moyen ...../

Important...../

12. Pourquoi ?

...../

13. Dans votre ménage, combien de personnes sont-elles scolarisées ?

...../

14. Vous êtes combien dans votre ménage ?

...../

15. Dans votre ménage combien de jeunes participent aux activités agricoles ?

Tout le monde...../

Seules les femmes...../

Seuls les hommes...../

16. Spécifiquement combien de jeunes participent aux travaux rizicoles ?

Seules les femmes...../

Seuls les hommes...../

Tout le monde...../

3. Dans votre ménage qui s'adonne à la riziculture ?

Homme...../

Femme...../

4. Pourquoi ?

...../

5. Pratiquez- vous quel type de riziculture ?

Riziculture de bas-fond...../

Riziculture de plateau...../

Les deux à la fois...../

6. Pourquoi ?

.....  
.....

7. A part la riziculture quelles autres activités agricoles pratiquez-vous dans le village ?

Maraichage...../

Culture de plateau...../

Verger...../

8. Dans votre ménage quelles autres activités agricoles pratiquez-vous ?

Maraichage...../

Culture de plateau...../

Verger...../

#### a) *Maraichage*

1. Quel est le sexe qui s'adonne au plus au maraichage ?

Homme...../

Femme...../

2. Qu'est ce que vous cultivez ?

Tomate...../

Piment...../

Salade...../

Gombo...../

Aubergine...../

Bissap...../

Autre à préciser...../

3. Quelle est la destination des produits maraichers ?

Autoconsommation...../

Commercialisation...../

Les deux à la fois...../

#### b) *Culture de plateau*

1. Quel est le sexe qui s'adonne le plus à la culture de plateau ?

Homme...../

Femme...../

2. Qu'est ce qui est cultivé ?

Arachide...../

Mil...../

Maïs...../

Sorgho...../

Autre à préciser...../

Autoconsommation...../

Commercialisation...../

Les deux à la fois...../

4. Quels sont les produits autoconsommés ?

.....

5. Quels sont les produits commercialisés ?

.....

6. Quels sont les produits autoconsommés et commercialisés ?

c) *Verger*

1. Quel est le sexe qui s'adonne au plus au verger ?

Homme...../

Femme...../

2. Qu'est ce que vous cultivez ?

Mangue...../

Agrumes...../

Anacarde...../

Autres à préciser...../

3. Quelle est la destination des produits ?

Autoconsommation...../

Commercialisation...../

Les deux à la fois...../

4. Quels sont les produits autoconsommés ?

...../

5. Quels sont les produits commercialisés ?

...../

6. Quels sont les produits autoconsommés et commercialisés ?

...../

DIVERS :

Quelles sont les ONGs qui interviennent dans le village ?

.....

Quels sont les projets et programmes d'aide qui interviennent dans le village ?

.....

Quelle est votre source de revenu ?

Principale :

Secondaire :

Combien gagnez-vous en moyenne par année ?

.....

Quelle est la destination de ces revenus en pourcentage ?

Alimentation ...../ ; Santé...../ ; Scolarité..../ ; Habillement..../ ; Autres.....

## Annexe 2 : Statistiques de l'occupation du sol

### Rizière

Années/Villages	Kandiou	Affiniam	Djimande	Bagaya	Kolomba	Bindago
1968	43,34 ha		324,23 ha	205,34 ha	139,57 ha	58,68 ha
1987	41,84 ha	451,68 ha			115,92 ha	49,83 ha
2018	7,42 ha	302,87 ha	163,67 ha	51,63 ha	38,82 ha	8,44 ha
<b>PERTES PERIODIQUES EN SUPERFICIES DE RIZIERE PAR VILLAGE</b>						
1968-1987	1,5 ha				23,65 ha	8,85 ha
1987-2018	34,42 ha	148,81 ha			77,1 ha	41,39 ha
1968-2018	35,92 ha		160,56 ha	153,71 ha	100,75 ha	50,24 ha
<b>MOYENNES PERIODIQUES DES PERTES EN SUPERFICIES DE RIZIERES PAR VILLAGE</b>						
1968-1987	0,07ha/an				1,24ha/an	0,46ha/an
1987-2018	1,11ha/an	4,80ha/an			2,48ha/an	1,33ha/an
1968-2018	0,71ha/an		3,21ha/an	3,07ha/an	2,01ha/an	1,00ha/an
<b>PROSPECTION DE DISPARUTION DE LA RIZICULTURE DE VALLEE PAR VILLAGE</b>						
1968-1987	597 ans				93 ans	108 ans
1987-2018	7 ans	63 ans			15 ans	6 ans
1968-2018	10 ans		50 ans	16 ans	19 ans	8 ans

### Culture de plateau

Années/Villages	Kandiou	Affiniam	Djimande	Bagaya	Kolomba	Bindago
1968	67,08 ha		333,18 ha	275,23 ha	158,99 ha	85,01 ha
1987	64,36 ha	126,8 ha			152,92 ha	86,64 ha
2018	0 ha	145,82 ha	221,47 ha	5,11 ha	120,15 ha	35,94 ha

### Verger

Années/Villages	Kandiou	Affiniam	Djimande	Bagaya	Kolomba	Bindago
1968	0 ha		0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
1987	0 ha	0 ha			0 ha	0 ha
2018	48,61 ha	56,36 ha	26,69 ha	127,22 ha	63,12 ha	41,77 ha

#### Affiniam

Années	RIZIERE	CULTURE DE PLATEAU	VERGER
1968			
1987	451,68 ha	126,8 ha	0 ha
2018	302,87 ha	145,82 ha	56,36 ha

#### Djimande

Années	RIZIERE	CULTURE DE PLATEAU	VERGER
1968	324,23 ha	333,18 ha	0 ha
1987			
2018	163,67 ha	221,47 ha	26,69 ha

#### Bagaya

Années	RIZIERE	CULTURE DE PLATEAU	VERGER
1968	205,34 ha	275,23 ha	0 ha
1987			
2018	51,63 ha	5,11 ha	127,22 ha

Bindago

Années	RIZIERE	CULTURE DE PLATEAU	VERGER
1968	58,68 ha	85,01 ha	0 ha
1987	49,83 ha	86,64 ha	0 ha
2018	8,44 ha	35,94 ha	41,77 ha

Kandiou

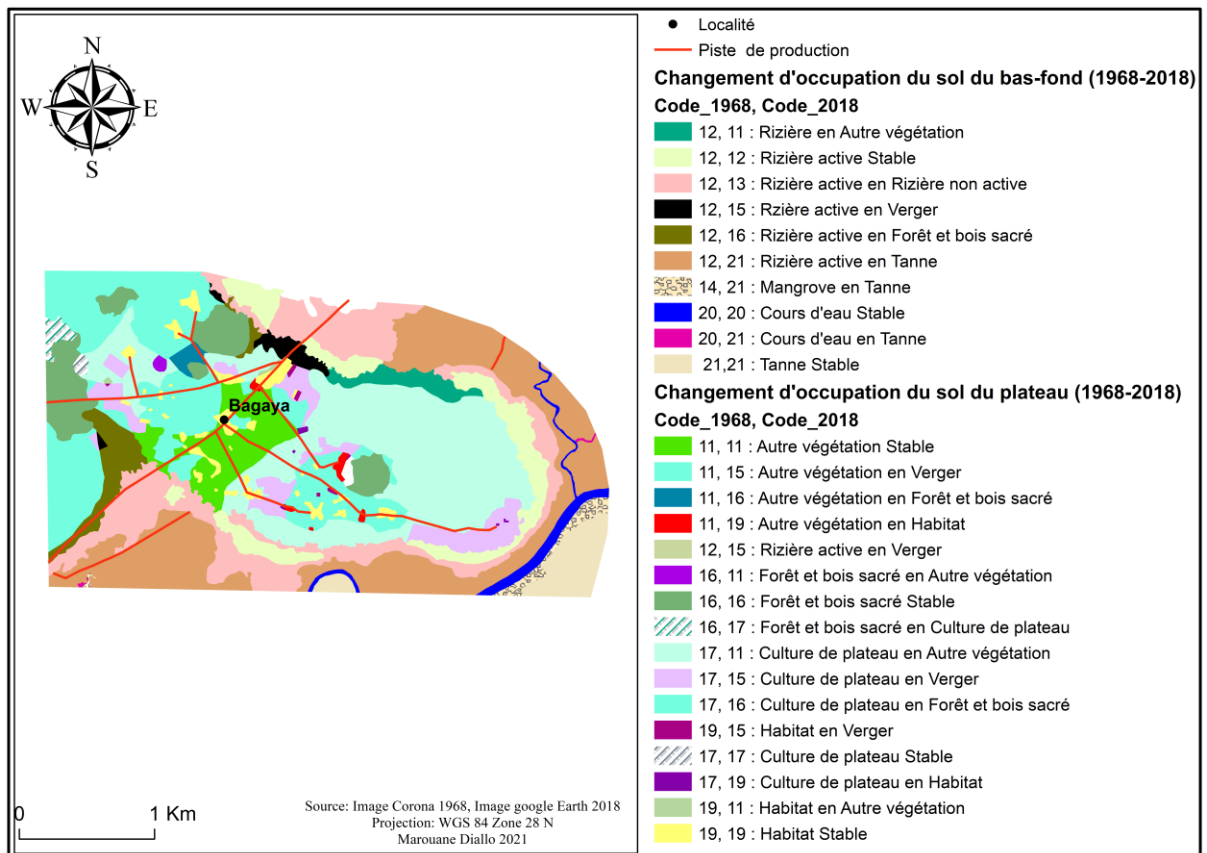
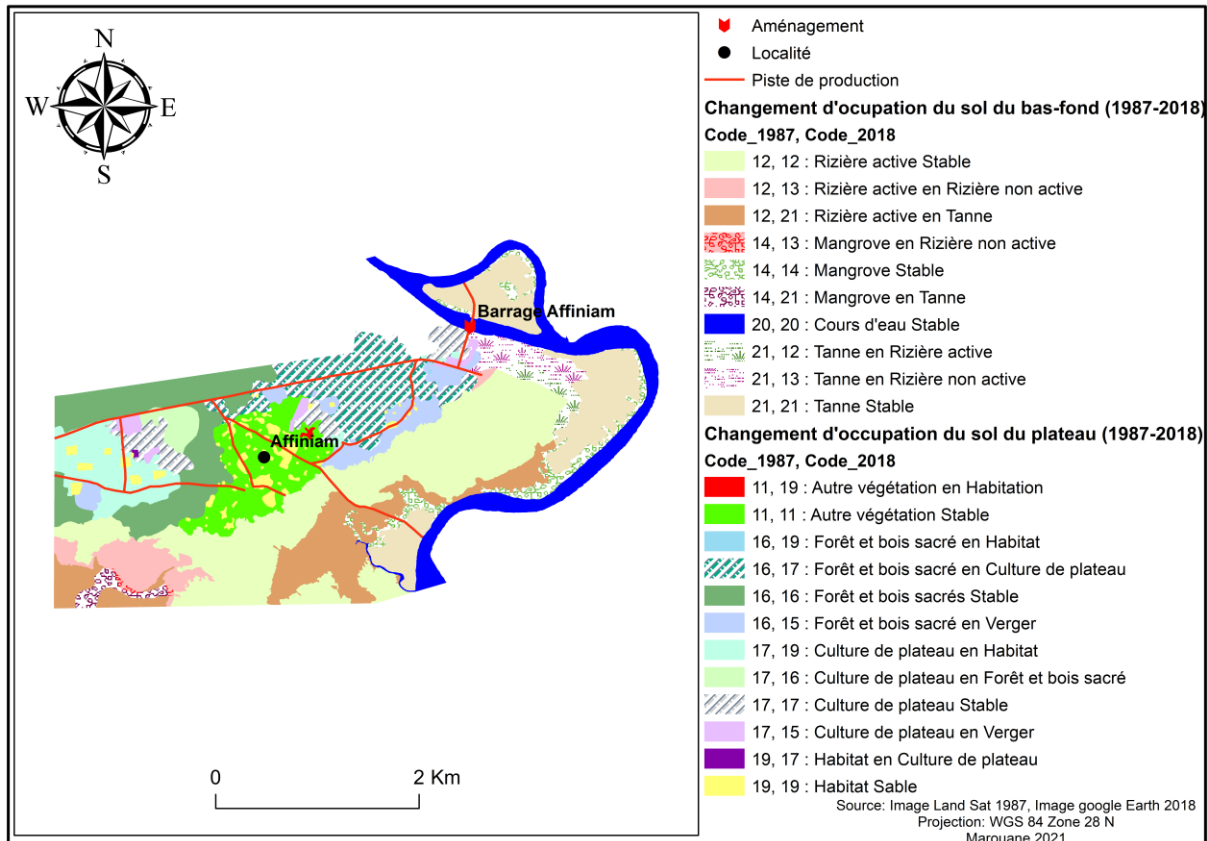
Années	RIZIERE	CULTURE DE PLATEAU	VERGER
1968	43,34 ha	67,08 ha	0 ha
1987	41,84 ha	64,36 ha	0 ha
2018	7,42 ha	0 ha	48,61 ha

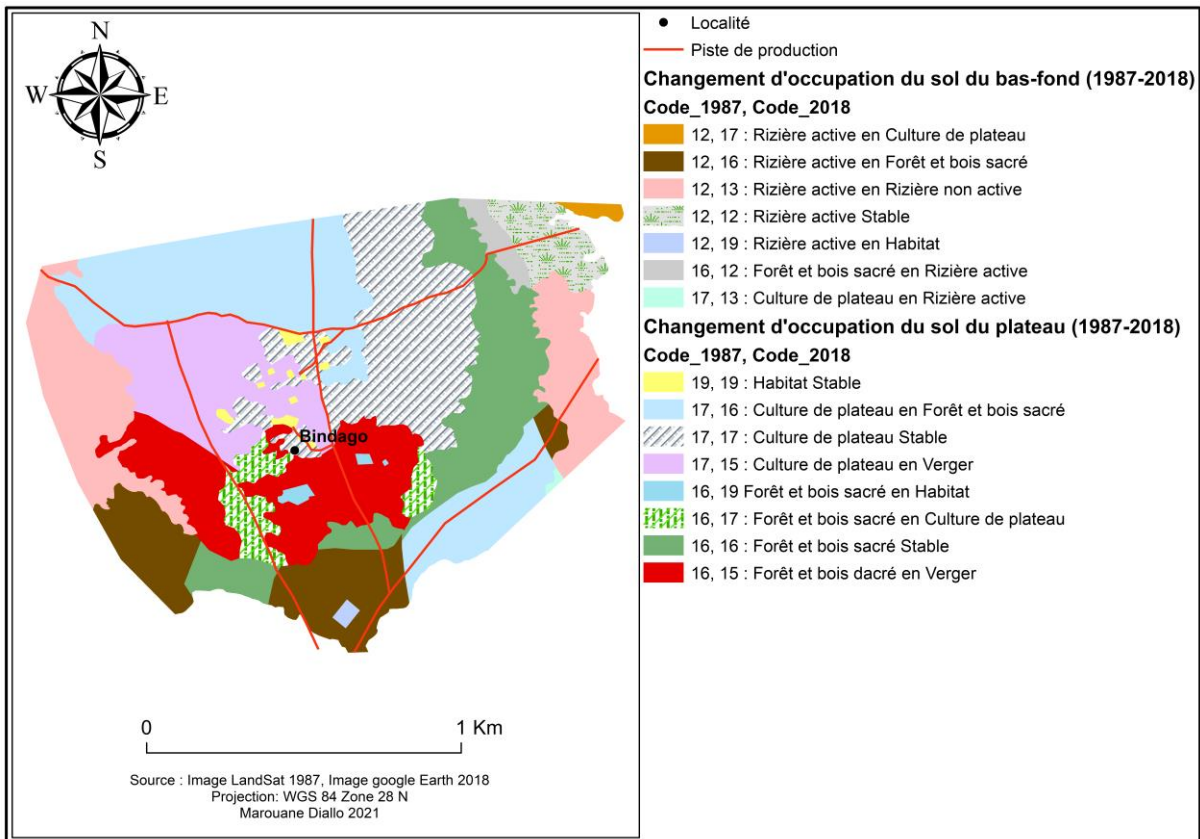
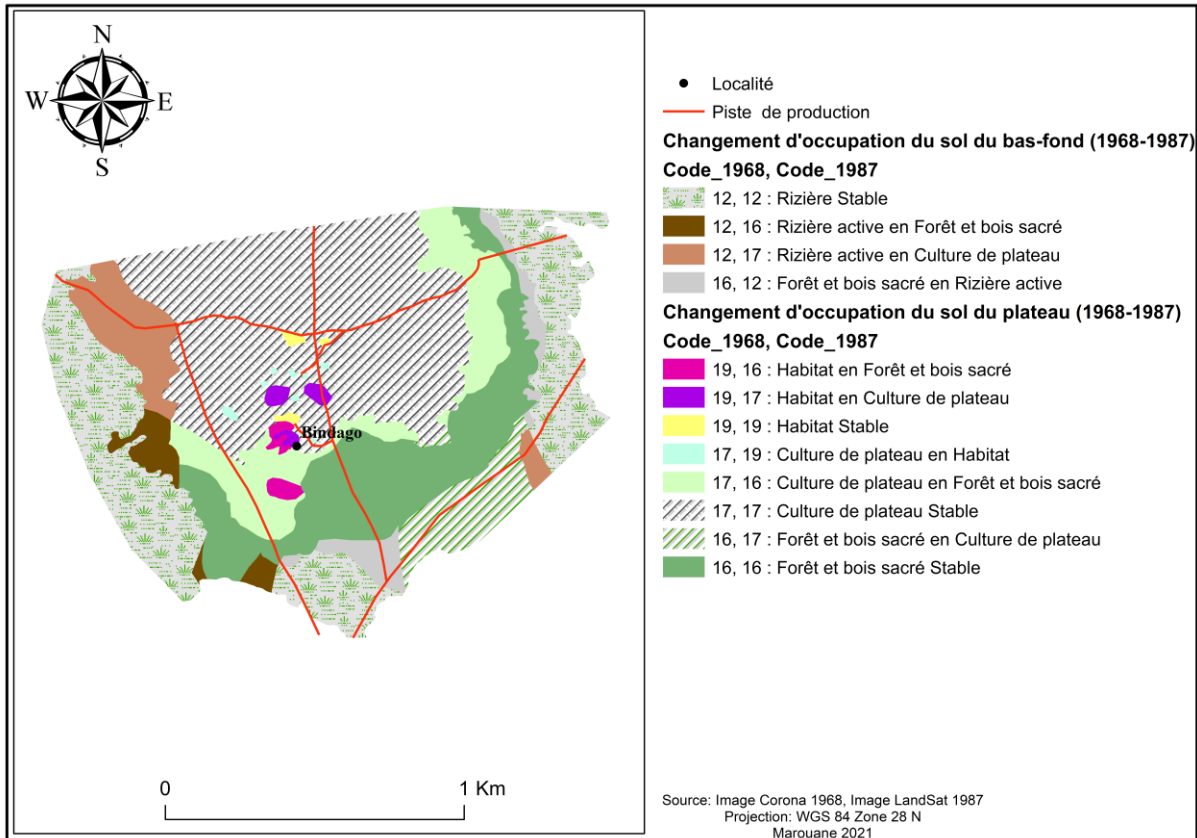
Kolomba

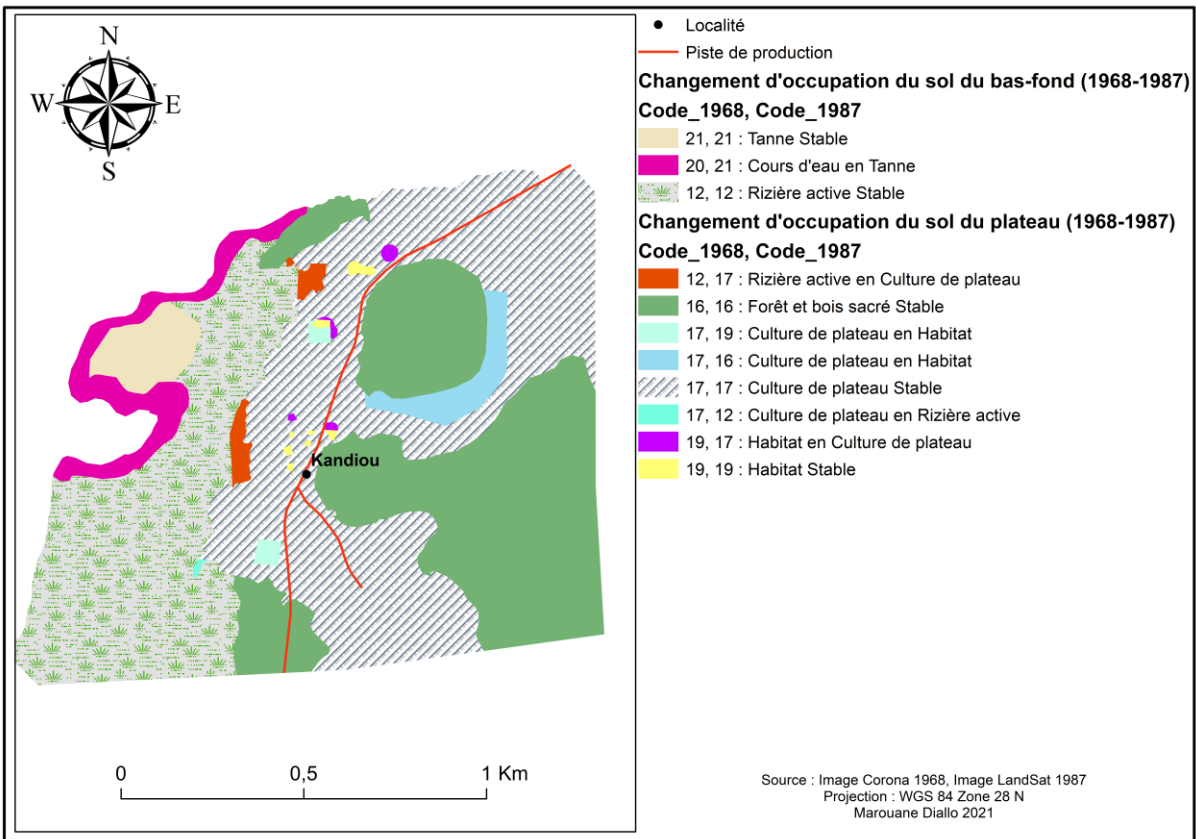
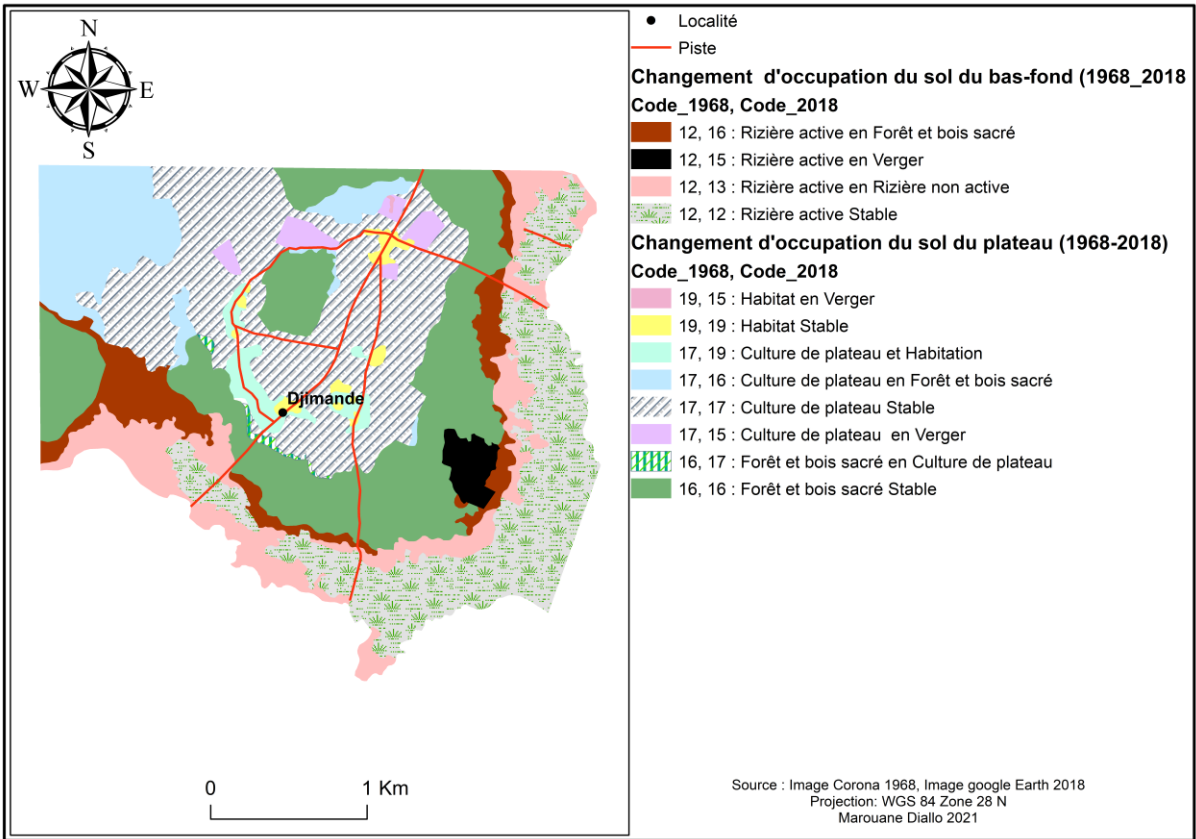
Années	RIZIERE	CULTURE DE PLATEAU	VERGER
1968	139,57 ha	158,99 ha	0 ha
1987	115,92 ha	152,92 ha	0 ha
2018	38,82 ha	120,15 ha	63,12 ha

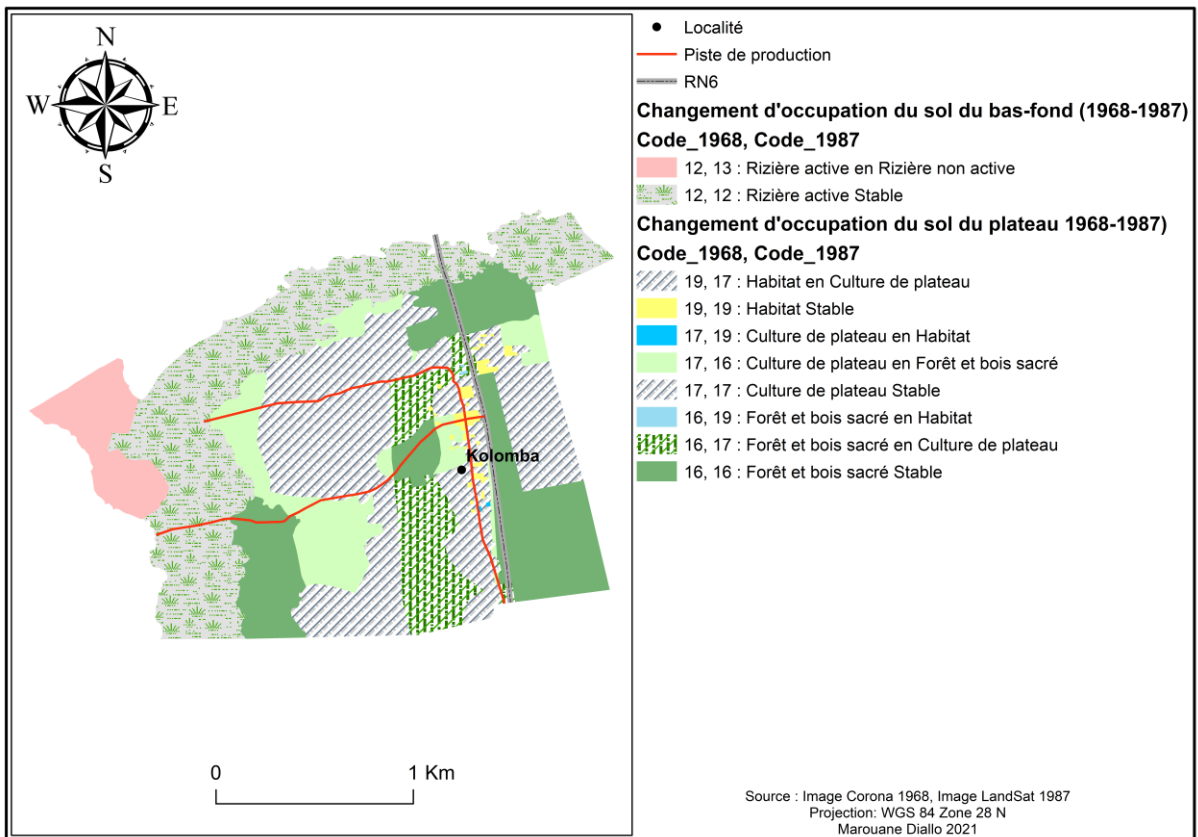
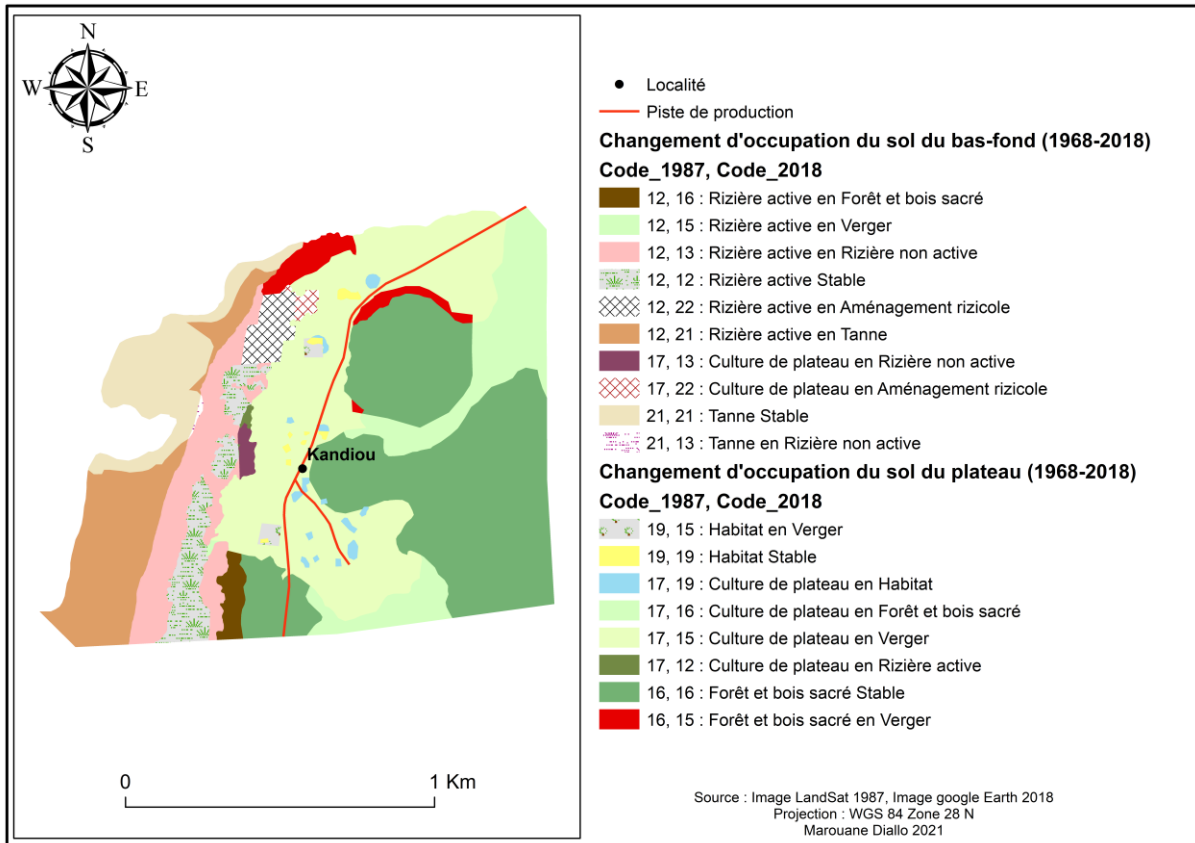


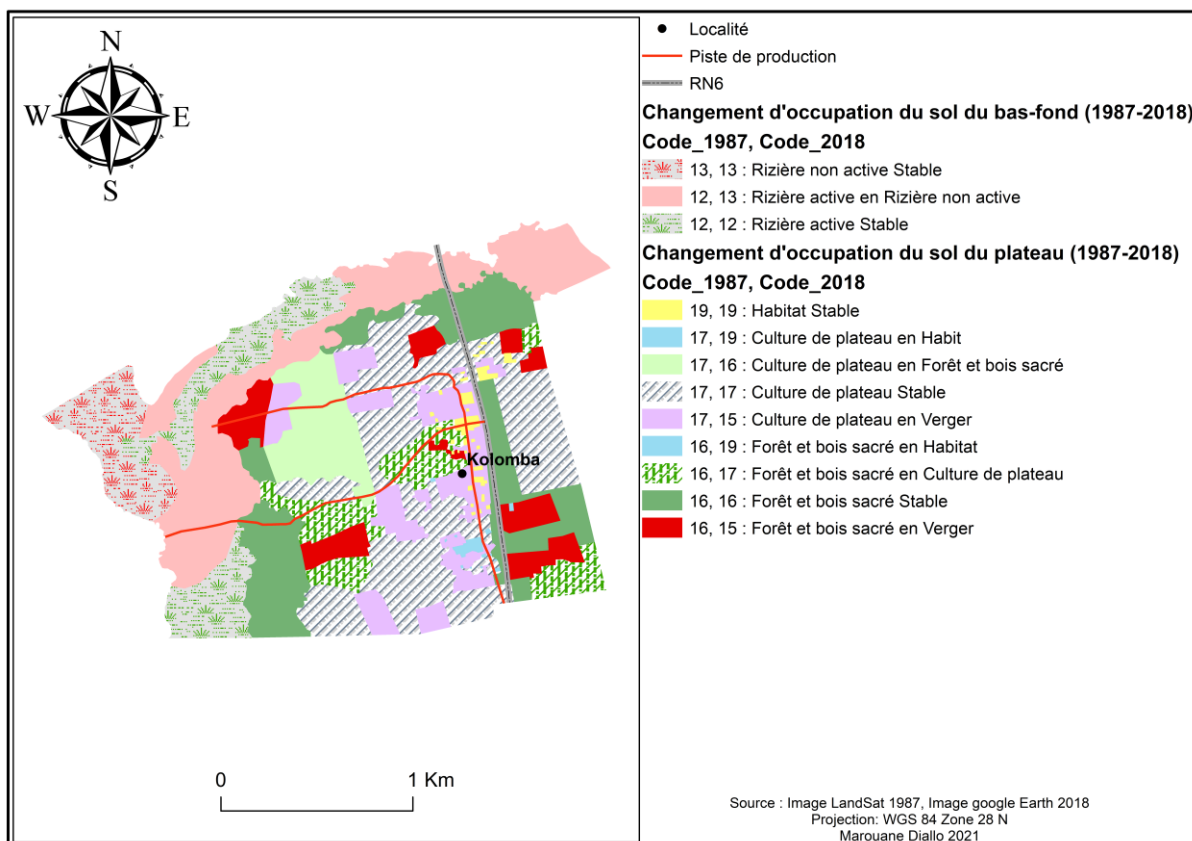
### Annexe 3 : Cartes de changement











#### Annexe 4 : Classes et codes d'occupation du sol

Classes	Autre végétation	Rizière active	Rizière non active	Mangrove	Verger	Forêt et bois sacré	Culture de plateau	Habitat	Cour d'eau	Tanne	Aménagement rizicole
Codes	11	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22

#### Annexe 5 : Listes de publications

- DIALLO M.M., DAHECH S. et SY B.A., 2020 : Variabilité interannuelle de la pluviométrie au poste de Bignona de 1950 à 2018 (Sénégal). In actes du 33<sup>ème</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie (Thème : Changement climatique et territoires), Rennes, France, pp 205-210.

- DIALLO M. M., et SY B. A., 2021. Dégradation des rizières et stratégies d'adaptation dans la Commune de Sindian, Département de Bignona, Sud du Sénégal. Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou, N° 10, Vol. 1, 28 p

- DIALLO M.M., DAHECH S., SY B.A. et FALL A.C.A.L. 2023 : Changement climatique et dynamique de l'occupation du sol à Kolomba (Département de Bignona au Sud-Ouest du Sénégal). In actes du 36<sup>ème</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie (Thème : Climat, eau et société : changements et défis), Bucarest, Roumanie, pp 81-84

# Table des matières

<i>Dédicace</i> _____	<b>II</b>
<b>Remerciements</b> _____	<b>III</b>
<b>Sommaire</b> _____	<b>VI</b>
<b>Abréviations et acronymes</b> _____	<b>VII</b>
<b>Résumé</b> _____	<b>VIII</b>
<b>Introduction générale</b> _____	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Présentation physique de la zone d'étude, État de la question de la recherche, cadre théorique et opératoire</b> _____	<b>4</b>
1.1 Présentation physique de la zone d'étude -----	4
1.1.1 La végétation _____	4
1.1.2 Le climat _____	4
1.1.3 L'hydrologie _____	5
1.1.4 La Géomorphologie _____	6
1.1.5 La Géologie _____	7
1.2 État de la question de la recherche -----	9
1.3 Formulation de la problématique -----	19
1.4 Questions de recherche -----	21
1.5 Dimension géographique de la recherche -----	21
1.6 Les objectifs de recherche -----	22
1.7 Les hypothèses de recherche -----	22
1.8 Cadre théorique et opératoire -----	22
1.8.1. Définition conceptuelle _____	22
1.8.2. Modèle d'analyse conceptuel _____	24
1.9. Originalité de la recherche _____	25
Conclusion -----	25
<b>Chapitre 2 : Approche méthodologique</b> _____	<b>27</b>
2.1. Données -----	27

2.1.1. Données socio-économiques _____	27
2.1.3. Les données cartographiques _____	34
2.1.4. Les données climatiques _____	35
2.2. Méthodes-----	35
2.2.1. Traitements des données d'enquêtes socioéconomiques _____	35
2.2.2. Traitements des paramètres de sol _____	37
2.2.3. Traitements des données climatiques _____	43
2.2.4. Traitements cartographiques _____	43
Conclusion -----	45
<b>Chapitre 3 : pluviométrie et qualité des sols rizicoles dans bassin versant du marigot de Bignona</b>	<b>46</b>
<hr/>	
3.1. L'évolution de la pluviométrie dans le bassin versant du marigot de Bignona -----	46
3.1.1. La pluviométrie à Bignona de 1950 à 2018 _____	46
3.1.2. Analyse des écarts des moyennes décennales à la moyenne de la série pluviométrique de 1950 à 2019 _____	47
3.1.3. Les changements à l'échelle annuelle _____	48
3.1.4. Les changements à l'échelle mensuelle _____	49
3.2. La pluviométrie dans les années 1950 _____	51
3.3. La pluviométrie de ces 20 dernières années _____	52
3.4. Variabilité de la qualité des sols rizicoles dans la vallée du marigot de Bignona -----	53
3.5. Composition physico-chimique et matière organique des sols des vallées _____	54
3.5.1. Variation saisonnière et verticale du pH dans les vallées du marigot de Bignona _____	54
3.5.2. Variation saisonnière de la moyenne du pH dans les vallées du marigot de Bignona _____	57
3.5.3. Variation saisonnière et verticale de la Conductivité Electrique (CE) dans les vallées du marigot de Bignona _____	58
3.5.4. Variation saisonnière de la moyenne de la CE dans les vallées du marigot de Bignona _____	60
3.5.5. Variation saisonnière et verticale de la MO dans les vallées du marigot de Bignona _____	61
3.5.6. Variation saisonnière du taux moyenne de MO dans les vallées du marigot de Bignona _____	63

3.5.7. Synthèse de la composition physico-chimique et de la matière organique des sols des vallées	64
3.5.8. Analyse sédimentaire de la vallée du marigot de Bignona	64
3.5.8.1. Description des flux de sédiments dans la vallée du marigot	64
3.5.8.1.1. Les fréquences différentielles de progression unimodale	65
3.5.8.1.2. Les fréquences différentielles de progression bimodale	65
3.5.8.1.3. Interprétation des flux de sédiments dans la vallée du marigot	66
Conclusion	69
<b>Chapitre 4 : Mutations sociales et occupation du sol dans le bassin versant du marigot de Bignona</b>	<b>70</b>
4.1. Les dynamiques sociales dans le bassin versant du marigot de Bignona	70
4.1.1. La scolarité dans les années 1950 dans le bassin versant du marigot de Bignona	70
4.1.2. la scolarité actuelle dans le bassin versant du marigot de Bignona	71
4.1.3. L'évolution de la main d'œuvre agricole dans le bassin versant du marigot de Bignona	72
4.1.4. La main d'œuvre jeune dans le domaine des activités rizicoles dans la vallée	73
4.1.5. Genre, main d'œuvre et riziculture dans la vallée du marigot de Bignona	74
4.1.6. Le genre de la main d'œuvre active dans le secteur de la riziculture à l'échelle du ménage dans la vallée du marigot de Bignona	76
4.2. Les dynamiques de l'espace agricole dans le bassin versant du marigot de Bignona	77
4.2.1. L'agriculture extra-rizicole du ménage	78
4.2.2. Les différentes cultures de plateau du ménage	79
4.2.3. Destination des cultures de plateaux du ménage	80
4.3. L'évolution de la riziculture de bas-fond dans le bassin versant du marigot de Bignona	81
4.3.1. La situation rizicole avant la construction du barrage d'Affiniam	82
4.3.2. L'autosuffisance des ménages en riz dans les années 1950	83
4.3.3. La situation rizicole après la construction du barrage d'Affiniam	84
4.3.3.1. Autosuffisance en riz des rizières de nos jours dans la vallée du marigot de Bignona	85
4.4. Évolution du nombre de parcelles rizicoles par ménage dans les vallées d'étude du marigot de Bignona	86
4.4.1. Variabilité du nombre de parcelles rizicoles par ménage dans la zone d'étude	86



4.4.2. Évaluation des pertes de parcelles rizicoles par ménage dans l'espace d'étude	87
4.5. Dynamique et changement dans l'occupation du sol dans les terroirs villageois de la zone d'étude	88
4.5.1. Évolution de l'occupation du sol à Kandiou	88
4.5.1.1. Matrices de changement de l'occupation du sol à Kandiou	89
4.5.1.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Kandiou de 1968-1987	89
4.5.1.1.2. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Kandiou de 1987 à 2018	91
4.5.2. Évolution de l'occupation du sol à Kolomba	92
4.5.2.1. Matrices de changement de l'occupation du sol de Kolomba	93
4.5.2.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Kolomba de 1968-1987	94
4.5.2.1.2. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Kolomba de 1987-2018	95
4.5.3. Évolution de l'occupation du sol à Bindago	96
4.5.3.1. Matrices de changement de l'occupation du sol à Bindago	97
4.5.3.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Bindago de 1968 à 1987	97
4.5.3.1.2. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Bindago de 1987 à 2018	99
4.5.4. Évolution de l'occupation du sol à Djimande de 1968 à 2018	101
4.5.4.1. Matrice de changement de l'occupation du sol de Djimande de 1968-2018	102
4.5.4.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Djimande de 1968-2018	102
4.5.5. Évolution de l'occupation du sol à Bagaya de 1968 à 2018	103
4.5.5.1. Matrice de changement de l'occupation du sol à Bagaya de 1968-2018	104
4.5.5.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Bagaya de 1968-2018	104
4.5.6. Évolution de l'occupation du sol à Affiniam de 1987 à 2018	105
4.5.6.1. Matrice de changement de l'occupation du sol à Affiniam	107
4.5.6.1.1. Analyse matricielle de l'occupation du sol à Affiniam de 1987 à 2018	107
4.6. Synthèse de la dynamique et du changement dans l'occupation du sol dans le bassin versant du marigot de Bignona	108
Conclusion	109
<b>Chapitre 5. Mesures d'adaptation à la dégradation des rizières, Discussion et interprétation des résultats</b>	<b>111</b>

5.1. Mesures d'adaptation à la dégradation des vallées du marigot de Bignona-----	111
5.1.1. Les aménagements hydroagricoles comme mesures d'adaptation _____	111
5.1.2. Évaluation des types d'aménagement hydroagricole dans la vallée _____	111
5.1.3. Caractérisation des aménagements traditionnels dans la vallée _____	112
5.1.4. Caractérisation des aménagements modernes dans la vallée _____	113
5.1.5. Comparaison des aménagements hydroagricoles modernes et traditionnels dans la vallée 114	
5.2. Les stratégies face aux impacts de la dégradation des rizières _____	115
5.2.1. Développement de l'arboriculture dans le bassin versant du marigot de Bignona ____	115
5.2.2. Destination de la production fruitière du ménage _____	116
5.2.3. Développement des blocs maraichers dans le bassin versant du marigot de Bignona _	117
5.2.4. Destination de la production maraichère du ménage _____	118
5.3. Revenu moyen annuel du ménage dans le bassin versant du marigot de Bignona ____	119
5.4. Redistribution des revenus du ménage dans la vallée du marigot de Bignona _____	120
5.5. Discussion et interprétation des résultats _____	120
Conclusion -----	123
<b>Conclusion générale</b> _____	<b>124</b>
<b>Références bibliographiques</b> _____	<b>126</b>
<b>Annexe</b> _____	<b>I</b>
Annexe 1 : Questionnaire _____	I
Annexe 2 : Statistiques de l'occupation du sol _____	VII
<b>Annexe 3 : Cartes de changement</b> _____	<b>X</b>
Annexe 4 : Classes et codes d'occupation du sol _____	XIV
Annexe 5 : Listes de publications _____	XIV
Table des matières _____	XV
Liste des figures _____	XX
Liste des photos _____	XXI
Liste des tableaux _____	XXII

## Liste des figures

Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude	3
Figure 2 : Carte de localisation du bassin du marigot de Bignona	6
Figure 3 : Carte pédologique du département de Bignona	8
Figure 4 : Schéma d'analyse du modèle conceptuel	25
Figure 5 : La répartition spatiale des localités cibles	30
Figure 6 : Localisation des profils de prélèvement d'échantillon de sol	34
Figure 7 : Régime pluviométrique annuel moyen sur deux périodes à Bignona	47
Figure 8: Évolution des écarts moyennes décennales de la pluviométrie à la moyenne de 1950-2019 à Bignona	48
Figure 9 : évolution périodique des précipitations à Bignona de 1950 à 2018	49
Figure 10 : Évolutions périodiques et interannuelles des pmm/mois, Bignona : 1950-2018	51
Figure 11 : Perception de la population par rapport à la pluviométrie dans les années 1950	52
Figure 12 : Perception de la population par rapport à la pluviométrie de ces 20 dernières années	52
Figure 13 : Perception de la population par rapport à l'état actuel des rizières	53
Figure 14 : Perception de la population sur les causes de l'état actuel des rizières	54
Figure 15 : Planche de profils verticaux et saisonniers du pH dans la vallée du marigot de Bignona	56
Figure 16 : moyennes saisonnières du pH de chaque profil dans la vallée du marigot de Bignona	58
Figure 17 : Profils verticaux et saisonniers de la CE dans les vallées de Bignona	60
Figure 18: moyennes saisonnières de la CE de chaque profil dans les vallées de Bignona	61
Figure 19: Profils verticaux et saisonniers de MO dans la vallée du marigot de Bignona	62
Figure 20 : Moyennes saisonnières du taux de MO des profils dans la vallée du marigot de Bignona	63
Figure 21 : Courbes de fréquences différentielles à progression unimodale	65
Figure 22 : Courbes de fréquences différentielles à progression bimodale	66
Figure 23 : Grain moyen du mois de mai et de septembre en 2019	68
Figure 24 : Les indices	69
Figure 25 : perception de la population sur la scolarité des années 1950	71
Figure 26 : Perceptions de la population par rapport à la scolarité actuelle	72
Figure 27 : Perceptions de la population sur la participation des jeunes aux activités agricoles	73
Figure 28 : participation des jeunes aux activités rizicoles	74
Figure 29 : Perception de la population sur le genre le plus actif dans les activités rizicoles	76
Figure 30 : Pourcentage du genre le plus actif dans la riziculture du ménage	77
Figure 31 : Proportion des activités agricoles extra-rizicoles dans les villages	78
Figure 32 : Proportion des activités agricoles extra-rizicoles du ménage	79
Figure 33 : Proportion des variétés de cultures plateau du ménage	80

Figure 34 : Proportion de la destination des cultures de plateau du ménage _____	81
Figure 35 : caractérisation de la riziculture de bas-fond par rapport à l'implantation du barrage d'Affiniam _____	82
Figure 36 : Proportion de rendements rizicoles avant la construction du barrage d'Affiniam _____	83
Figure 37 : Perception de la population sur l'autosuffisance en riz dans les années 1950 _____	84
Figure 38 : Rendements rizicoles après la construction du barrage d'Affiniam _____	84
Figure 39 : Proportion d'autosuffisance en riz des rizières de nos jours dans bassin versant du marigot de Bignona _____	85
Figure 40 : Intervalles de nombre de parcelles par ménage dans les vallées d'étude _____	86
Figure 41: Intervalles du nombre de pertes de parcelles rizicoles par ménage _____	87
Figure 42 : cartes d'occupation du sol de Kandiou : 1968, 1987 et 2018 _____	89
Figure 43 : cartes d'occupation du sol de Kolomba de 1968, 1987 et 2018 _____	93
Figure 44 : cartes d'occupation du sol de Bindago de 1968, 1987 et 2018 _____	97
Figure 45 : cartes d'occupation du sol de Djimande de 1968 à 2018 _____	101
Figure 46 : cartes d'occupation du sol de Bagaya de 1968 à 2018 _____	104
Figure 47: cartes d'occupation du sol d'Affiniam de 1987 à 2018 _____	106
Figure 48 : cartes d'occupation du sol des terroirs villageois en 2018 _____	109
Figure 49: Proportion des types d'aménagement hydroagricole dans les vallées rizicoles _____	112
Figure 50 : Aménagements traditionnels et adaptation aux contraintes _____	113
Figure 51 : Aménagements modernes et adaptation aux contraintes _____	114
Figure 52 : types d'aménagement hydroagricole adaptés aux problèmes rizicoles _____	115
Figure 53: perception de la population sur les différents produits fruitiers du ménage _____	116
Figure 54 : Perception de la population sur la destination de la production fruitière _____	117
Figure 55 : Perception de la population sur les différents produits maraichers _____	118
Figure 56 : Perception de la population sur la destination de la production maraichère _____	119
Figure 57 : Perception de la population sur le revenu moyen annuel du ménage _____	119
Figure 58 : Proportion de la destination des revenus du ménage _____	120

## Liste des photos

Photo 1 : Profil de prélèvement d'échantillon de sol à trois horizons -----	33
Photo 2 : Table de séchage des échantillons de sol (Diallo 2019)-----	37
Photo 3 : Outil de désagrégation d'échantillon de sol (Diallo 2019)-----	38
Photo 4 : Tamis de 2 mm (a) étuve à échantillon (b), Diallo (2019) -----	38
Photo 5 : Composition de l'appareil d'analyse granulométrique (Diallo 2019) -----	39
Photo 6 : Parcelles rizicoles abandonnées sous l'effet de l'acidité (Diallo 2019)-----	58
Photo 7 : Digue traditionnelle de retenue d'eau (Diallo 2018)-----	112
Photo 8 : mini barrage hydroagricole (Diallo 2018)-----	114

## Liste des tableaux

Tableau 1: Caractérisation des sols dans le département de Bignona (données CSE).....	8
Tableau 2 : Échantillon des villages enquêtés dans l'espace d'étude .....	31
Tableau 3: Coordonnées GPS des profils de prélèvement d'échantillon de sols .....	34
Tableau 4 : signification de l'échelle de l'indice d'Asymétrie (Sk) ou Skewness FOLK et WARD (1957).....	40
Tableau 5 : Échelle de classification de l'indice de tri FOLK et WARD (1957).....	40
Tableau 6 : Échelle de classification de l'indice d'acuité de FOLK et de WARD (1957) .....	41
Tableau 7 : valeur de la pente de tendance pluviométrique à Bignona de 1950 à 2018 .....	49
Tableau 8 : valeur de la pente des tendances mensuelles de la pluviométrie: 1950-2018 .....	50
Tableau 9 : normes d'interprétation des résultats de pH (SANE, 2019).....	54
Tableau 10: normes d'interprétation des résultats de CE (SANE, 2019).....	58
Tableau 11 : normes d'interprétation des résultats de MO (SANE, 2019) .....	61
Tableau 12: Synthèse de la qualité des sols rizicoles dans la vallée du marigot de Bignona ..	64
Tableau 13 : Classification des indices de tri de mai et septembre en 2019 .....	68
Tableau 14 : matrice de changement de Kandiou 1968-1987 .....	90
Tableau 15 : Matrice de changement de Kandiou de 1987 à 2018 .....	92
Tableau 16: Matrice de changement de Kolomba de 1968 à 1987 .....	94
Tableau 17 : Matrice de changement de Kolomba de 1987 à 2018 .....	96
Tableau 18: Matrice de changement de Bindago de 1968-1987 .....	98
Tableau 19 : Matrice de changement de Bindago de 1987 à 2018 .....	100
Tableau 20 : Matrice de changement de Djimande de 1968 à 2018 .....	103
Tableau 21 : Matrice de changement de Bagaya de 1968-2018 .....	105
Tableau 22 : Matrice de changement de Affiniam de 1987 à 2018 .....	108