

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



L'excellence, ma référence

UFR des Sciences et Technologies

Département de Géographie

Spécialité : Environnement et Développement

Mémoire de Master

THEME :

Ressource en eau de surface et activités agricoles dans le bassin versant du Soumboundou

Présenté par :

Fatoumata SECK

Sous la direction de :

Pr. Cheikh FAYE (UASZ)

Présenté et soutenu publiquement le 18 Janvier 2025 devant le jury composé de :

Prénoms (s) et Noms (s)	Grade	Qualité	Etablissement
Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL	Maître de Conférences	Président	UASZ
Cheikh Tidiane WADE	Maître Assistant	Membre	UASZ
Bouly SANE	Docteur en Géographie	Membre	UASZ
Cheikh FAYE	Maître de Conférences	Encadreur	UASZ

Année universitaire 2023-2024

SIGLES ET ABREVIATIONS

ANIDA : Agence Nationale d'Insertion et de Développement Agricole

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et la Démographie

ARD : Agence Régionale de Développement

CGOT : La Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux

DAPSA : Direction de l'analyse, de la prévision et des statistiques agricoles

DRDR : Direction Régionale de Développement Rural

FAO : *Food and Agriculture Organisation* (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

FDLS : Fonds de développement local

GIE : Groupement d'Intérêt Economique

GPS : *Global positioning system*

IHN : Indice Hydrologique Normalisé

ILDH : Indice logarithme décimal des déviations hydrologiques

ISD : Indice de sécheresse des débits

ISP : Indice standardisé de précipitation

MAER : Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural

MARP : La méthode d'analyse rapide et de planification participative

MNT : Modèle Numérique de Terrain

ODD : Objectif de Développement Durable

OLAC : Office des Lacs et Cours d'Eau

OMVS : Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal

ONCAD : Office National de coopération et d'assistance au développement

PAIS : Programme Agricole Italie Sénégal

PAPSEN : Programme d'Appui au Programme National d'Investissement Agricole du Sénégal

PARIIS : Projet d'Appui Régional à l'Initiative pour l'Irrigation au Sahel

PDC : Plan de développement communal

PDU : Plan de Développement Urbain

PEPAM : Programme d'eau potable et assainissement en milieu rural

PROVAL CV : Projet de Valorisation des Eaux pour le développement des Chaines de

Valeur

PTI : Plan triennal d'investissement

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

SODAGRI : Société de Développement Agricole et Industrielle

SODEFITEX : Société de Développement et des Fibres Textiles

UASZ : Université Assane Seck de Ziguinchor

UCAD : Université cheikh Anta Diop de Dakar

UNICEF : *United Nations International Children's Emergency Fund* (Fonds des Nations unies pour l'enfance)

USAID : *United States Agency for International Development* (Agence des États-Unis pour le développement international)

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

-à mes chers parents, doux et aimant qui ne ménagent aucun effort pour la réussite de leurs enfants ;

-à mes frères protecteurs et disponibles à chaque fois que leur sœur a besoin d'eux ;

-à la petite dernière maligne et capricieuse ;

-à mon cousin Bachir Ka qui est venu en aide quand j'avais perdu espoir de terminer ce travail ;

-à ma famille AEEMSiennne qui m'a offert un cadre spirituel et fraternel stable à l'université ;

-à mon cher frère et coach Abdallah KEITA qui a été d'un soutien émotionnel et intellectuel incalculable ;

-à tous les autres membres de ma famille et mes amis.

REMERCIEMENTS

Louange à Allah, le tout miséricordieux qui m'a donné les moyens physiques et moraux de mener à bien ce travail de recherche.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon encadrant, le professeur Cheikh Faye, pour la rigueur et la patience dont il a fait preuve durant ce travail. Son parcours inspirant nous a fait aimer le domaine de l'hydrologie et il reste une référence. Ainsi, nous le remercions pour sa pédagogie, sa disponibilité, son ouverture et sa générosité.

Nos sincères remerciements vont à l'endroit de tout le personnel enseignant du Département de Géographie de l'Université Assane Seck de Ziguinchor pour les connaissances prodiguées tout au long de notre formation. Ainsi, je veux nommer le Pr. Oumar SY, Pr. Tidiane SANE, Pr. Cheikh FAYE, Dr. Oumar SALL, Pr. El Hadji Balla DIEYE, Pr. Lamine Aïdara FALL, Dr. Demba GAYE, Dr. Alvares GF BENGA, Pr. Abdourahmane M. SENE, Pr. Ibrahima MBAYE, Dr. BALDE, Dr. Cheikh Ahmed Tidiane WADE.

J'adresse mes sincères remerciements au Dr. Bouly SANE et au doctorant Chris WALÛ pour leur accompagnement et pour avoir suivi et guidé ce travail de près. Je tiens aussi à signifier ma gratitude à M. BALDE de la DRDR de Sédhiou ainsi que toutes les structures logées dans cet enseigne qui m'ont aidé dans la collecte d'information sur la zone. Dans ce même sillage, je remercie toutes les personnes ayant participé au bon déroulement de mes enquêtes de terrain. Je veux nommer le Dr. Bouly SANE qui a planifié et coordonné la procédure, M. Almamo CAMARA de Soumboundou, M. Manding SAGNA de Manconomba, M. Adama BAYO et M. Papis TALL de Diannah Malary, et enfin M. Malang CISSE de Diannah Ba.

Je tiens à exprimer ma gratitude à l'endroit de tous les docteurs et doctorants du Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE) de l'UASZ, entre autres je peux citer : Dr. Abdou Khadr SAMBOU, Dr. Boubacar SOLLY, Dr. Boubacar BARRY, Dr. Yancoba SANE, M. Ibra FAYE, M. Kémo COLY, Mme. Mame Diarra Diop NIANG, M. Henri M. SECK, M. Roger COLY, M. Abdoul Aziz SADIO, M. DIATTA.

Je remercie également mes amis et promotionnaires parmi lesquels je peux citer : Ibra FAYE, Fatoumata Binetou SANE, Ndéye Fama DIOP, Khady DIOUF, Oulèye TOURE, Siré SALL, Julie DIATTA, Fatima DIOP, Babacar NDAO, Moussa BA, Moussa BADJI, Boubacar DIALLO, Mamadou NDOM...

J'adresse aussi mes vifs remerciements à tous mes parents de la famille SECK et WILLANE ; mes oncles, tantes, cousins et cousines parmi lesquels je peux citer : M. Bachir KA qui m'a soutenu financièrement et moralement pour l'aboutissement de ce travail.

De même J'adresse une grande reconnaissance à la famille SARR de Ziguinchor qui m'ont logé et soutenu pendant une bonne partie de mon cursus particulièrement ma tante Fana SECK et mon cousin El Hadji Tahirou SARR.

Je remercie également tous mes frères et sœurs de l'AEEMS qui m'ont apporté un grand soutien physique et moral particulièrement la section universitaire de Ziguinchor (SECUZ). Cette grande famille à participer à notre éducation et constitue un cadre fraternel solide où l'on peut se reposer.

Je saurais terminer mes remerciements sans les adresser à l'endroit de mon frère et ami Abdallah KEITA qui n'a ménagé aucun effort pour que ce travail arrive à terme, ainsi que ma moitié Aïssatou SOUARE qui ne tarissait de discours de motivation.

RESUME

La situation économique des zones rurales sénégalaises repose sur l'agriculture, mais ce secteur se dégrade sous l'effet de facteurs humains et climatiques. Bien que les terres bénéficient d'une pluviométrie acceptable, son instabilité fragilise la production. Le recours aux eaux de surface, comme le fleuve Casamance dans le bassin de Soumboundou, est essentiel, mais les aléas climatiques limitent leur exploitation, entravant l'agriculture et la pêche. Cette étude s'appuie sur une méthodologie combinant une documentation approfondie et la cartographie des caractéristiques du bassin. Ensuite une analyse détaillée a permis de mettre en lumière la situation climatique, hydrologique et agricole de la région. Les données collectées révèlent une dégradation des eaux de surface, notamment à cause de la longue sécheresse survenue entre 1972-73 et 2004-05, comme le confirment les rapports de l'IHN, de l'ISD et de l'ILDH. L'agriculture, essentiellement pluviale, est fortement dépendante de la variabilité annuelle et de l'instabilité saisonnière des précipitations. Elle repose principalement sur la culture de céréales destinées à la consommation locale, mais jugées insuffisantes par la population. Pour revaloriser le secteur agricole et la gestion des ressources en eau, les stratégies proposées incluent l'installation de barrages anti-sel et l'aménagement de périmètres agricoles, afin de garantir une exploitation durable des ressources naturelles.

Mots clés : Ressources en eau, Activités agricoles, Variabilité climatique, Stratégies d'adaptations, Bassin de Soumboundou, Sénégal.

ABSTRACT

The economic situation of rural areas in Senegal relies heavily on agriculture, a sector that is increasingly deteriorating due to both human and climatic factors. Although the land benefits from generally adequate rainfall, its variability undermines agricultural productivity. Surface water resources, such as the Casamance River in the Soumboundou basin, are essential, but climatic uncertainties limit their use, affecting both agriculture and fishing. This study is based on a methodology that combines thorough documentation with cartographic analysis of the basin's characteristics. A detailed examination was then conducted to highlight the climatic, hydrological, and agricultural conditions of the region. The collected data reveal a degradation of surface water resources, particularly due to the prolonged drought that occurred between 1972–73 and 2004–05, as confirmed by reports from IHN, ISD, and ILDH. Rain-fed agriculture, which dominates in the region, is highly dependent on annual variability and seasonal instability of rainfall. It primarily involves the cultivation of cereals for local consumption, although production levels are considered insufficient by the population. To revitalize the agricultural sector and improve water resource management, the proposed strategies include the construction of anti-salt dams and the development of agricultural perimeters to ensure the sustainable use of natural resources.

Keywords: Water resources, Agricultural activities, Climate variability, Adaptation strategies, Soumboundou Basin, Senegal.

SOMMAIRE

Sigles et abréviations.....	2
Dédicaces	4
Remerciements	5
Résumé	7
Abstract	8
Sommaire	9
Introduction générale.....	10
PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET PRESENTATION DU BASSIN-VERSANT.....	12
Chapitre I : Cadre Théorique et Méthodologique de l'étude	13
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude	32
DEUXIEME PARTIE : LE BASSIN VERSANT DU SOUMBOUNDOU : VARIABILITE CLIMATIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	57
Chapitre III : La variabilité climatique dans le bassin de soumboundou.....	58
Chapitre IV : Disponibilité en eau et variabilité hydrologique dans le bassin-versant de soumboundou	70
TROISIEME PARTIE : PRATIQUES AGRICOLES ET STRATEGIES DE GESTION DE L'EAU DANS LE BASSIN-VERSANT DE SOUMBOUNDOU.....	83
Chapitre V : La riziculture et le maraîchage, principales activités agricoles dans le bassin-versant de soumboundou.....	84
Chapitre VI : Impacts de la variabilité hydroclimatique sur les ressources en eau, les activités agricoles et les stratégies d'adaptation.....	101
Conclusion générale	112
Bibliographie	113
Webographie	116
Tables des matières	127

INTRODUCTION GENERALE

Le Sénégal bénéficie d'une pluviosité satisfaisante en raison de sa position géographique. Les valeurs pluviométriques varient du nord au sud, avec des saisons des pluies allant de 2 à 4 mois, et des précipitations plus importantes au sud. De plus, ces valeurs fluctuent fortement d'une année à l'autre, selon des cycles encore mal définis. La gestion des ressources en eau constitue l'un des grands enjeux de nos sociétés contemporaines. Bien que renouvelables, les ressources en eau sont limitées, tandis que les besoins humains ne cessent de croître. De plus, les milieux naturels sont de plus en plus modifiés par l'homme, ce qui a de nombreuses répercussions sur la quantité et la qualité de l'eau disponible. La problématique de la gestion des ressources en eau revêt donc une dimension géographique, en combinant des aspects climatiques, hydrologiques, sociaux et économiques (Wade et al., 2005).

En zone casamançaise, la présence du fleuve et le potentiel pluviométrique devraient pouvoir rassurer les populations quant à la satisfaction de leurs besoins en eau. Cependant, les aléas climatiques et le manque de moyens pour exploiter ces ressources entraînent une dévalorisation de la ressource. Dans la région de Sédhiou, le potentiel en eau de surface est relativement important. Les saisons des pluies s'étendent généralement de juin à octobre, avec une pluviométrie annuelle estimée à environ 1 000 mm (ANSD, 2016). Ce volume est satisfaisant en termes de quantité, mais notre interrogation porte sur l'accessibilité de cette ressource et sa capacité à répondre aux besoins des activités socio-économiques, ce qui justifie l'objet de cette étude.

L'agriculture occupe une place centrale dans l'économie du Sénégal, comme dans la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest. Elle représente 17 % du PIB du pays (DIOP, 2000). Une grande partie de la population tire ses revenus de l'agriculture. L'alimentation et l'agriculture, incluant les forêts et la pêche, sont intégrées dans les 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) et constituent un axe majeur du Programme 2030 de la FAO, qui accompagne le Sénégal depuis plusieurs décennies dans une démarche de développement durable.

Cependant, les problèmes liés à la pluviométrie dans certaines régions, le manque de moyens agricoles et la mauvaise gestion des ressources hydrologiques ont un impact négatif sur les rendements agricoles. La variabilité des précipitations est devenue une source d'angoisse pour les agriculteurs sénégalais, notamment ceux de la région de Sédhiou, à l'approche de chaque saison des pluies. Cela s'explique par le fait que leur principale activité, l'agriculture, dépend

d'une pluviométrie très irrégulière (Diédhiou, 2015). Cette problématique autour de l'activité agricole a motivé notre choix de traiter ce thème dans notre étude.

Par ailleurs, la production agricole dépend largement de la disponibilité en eau. Dans le bassin de Soumboundou, l'indisponibilité des eaux de surface a conduit à la réduction, voire à l'abandon, de nombreuses cultures. La riziculture, en particulier, a beaucoup souffert du manque d'accès à l'eau du fleuve. Toutefois, la pluviométrie acceptable de la région permet une certaine production pendant la saison des pluies, bien que cela reste insuffisant. L'économie locale en pâtit, et le taux de pauvreté demeure élevé, d'autant plus que l'agriculture reste le principal moyen de subsistance pour les populations du bassin.

**PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET PRESENTATION DU
BASSIN-VERSANT**

Cette partie met en exergue la présentation du cadre théorique de notre travail de recherche et du bassin versant de Soumboundou, répartie en deux chapitres. Dans le premier chapitre, nous avons abordé le cadre théorique, avec les éléments de base scientifique pour une meilleure compréhension de la thématique étudiée, ainsi que la démarche méthodologique adoptée. Le deuxième chapitre porte sur la présentation du bassin versant avec les caractéristiques physiques et humaines.

CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE DE

L'ETUDE

Dans ce chapitre, nous présentons le projet ayant conduit à ce travail. Après le choix de notre thématique, nous introduisons un cadre théorique en première sous-partie, dans lequel le contexte de l'étude est détaillé. Ensuite, nous abordons la justification du choix du sujet, le cadre conceptuel, l'état de la littérature, les questions de recherche, les objectifs, les hypothèses, et enfin les résultats attendus. La méthodologie de travail constitue la deuxième sous-partie et comprend trois étapes : les données primaires, les données secondaires, et le traitement des données.

I. Problématique de recherche

I.1. Contexte

Au Sénégal, les ressources en eau de surface exploitables sont estimées à 7 milliards de m³ par an (Wade et al., 2005). Elles proviennent de trois cours d'eau pérennes traversant le pays du nord au sud : le fleuve Sénégal, la Gambie et la Casamance. Les deux premiers prennent leur source dans le Fouta-Djalon, en Guinée. À cela s'ajoutent des cours d'eau temporaires ou fossiles qui contribuent à la satisfaction des besoins humains, animaux et agricoles.

Les ressources en eau constituent un atout essentiel pour répondre aux défis de l'accès universel à l'eau, de la sécurité alimentaire, de la santé publique et de la préservation des écosystèmes.

En Casamance, la présence du fleuve constitue un fort potentiel hydrologique. Les importantes quantités de pluie représentent également un atout, bien que les épisodes de sécheresse passés aient fortement affecté la région. La région de Sédhiou dispose d'un réseau hydrographique relativement dense, comprenant le fleuve Casamance (moyen cours), l'affluent Soungrougrou, des mares permanentes et temporaires, ainsi que des bolongs. C'est dans cette zone que se situe le bassin versant de Soumboundou, objet de notre étude.

Cependant, ces ressources hydrologiques ne sont pas à l'abri des menaces, notamment celles liées aux changements climatiques. Depuis le début des années 1970, la baisse de la pluviométrie affecte les débits annuels du fleuve. Cela se manifeste par la salinisation croissante des vallées rizicoles, l'érosion des terres de plateaux et de versants, l'ensablement des bas-

fonds, et une pression accrue sur les écosystèmes (forêts, mangroves, ressources halieutiques, etc.).

Dans le même temps, de nombreuses activités socio-économiques dépendent de l'eau, notamment l'agriculture, qui est l'activité principale nourrissant les populations, ainsi que le tourisme, favorisé par les paysages forestiers et la diversité faunique. En fonction de la saison et de la disponibilité en eau, différentes cultures sont pratiquées, notamment le riz, les céréales (mil, maïs, sorgho) et l'arachide.

Face à ces enjeux, plusieurs solutions ont été proposées pour améliorer l'accès à l'eau et soutenir les activités qui y sont liées. L'État, par l'intermédiaire du ministère de l'Hydraulique, tente de valoriser les eaux de surface par la mise en place d'aménagements hydro-agricoles, de barrages et de digues anti-sel, notamment dans les zones touchées par la salinisation. Des programmes comme le PAPSEN œuvrent à la promotion de la culture du riz et soutiennent les paysans pour améliorer leur productivité.

Parmi les solutions techniques proposées pour faire face aux défis agricoles, on peut citer : la dotation en semences performantes, en équipements agricoles de base (comme la charrue), l'usage de fertilisants, la lutte anti-érosive, les économies d'eau et les pratiques agroforestières (Diatta, 2008). Cependant, bien que ces solutions aient été expérimentées et largement diffusées, elles ne produisent pas les effets escomptés. Elles restent insuffisamment intégrées aux réalités paysannes et ne sont pas toujours adaptées aux pratiques agricoles traditionnelles. Cela montre la nécessité de mieux articuler les solutions techniques aux pratiques locales, et d'impliquer davantage les populations dans les processus de mise en œuvre.

I.2. Justification

Le choix de ce sujet se justifie par l'importance stratégique que revêt la problématique de l'eau en Casamance. Au Sénégal, la dégradation de la qualité de l'eau dans les bassins fluviaux a fortement influencé les politiques de gestion de cette ressource. En 2002, les prélèvements liés à l'agriculture représentaient 93 % des volumes prélevés (FAO, 2016), principalement dans les bassins hydrographiques (Faye et al., 2020).

La Casamance dispose d'importantes ressources en eau : précipitations abondantes, eaux souterraines et eaux de surface. Les saisons des pluies y durent entre 3 et 4 mois, avec des

précipitations moyennes comprises entre 700 et 1300 mm (PAPSEN, 2015). Il s'agit de la région la plus pluvieuse du pays, après celle de Kédougou.

Dans la région de Sédhiou, notre zone d'étude, plusieurs nappes souterraines sont identifiées :

- la nappe maestrichtienne (à l'ouest de l'axe Sénoba–Bafata),
- la nappe lutétienne,
- la nappe semi-profonde au nord-ouest,
- et les nappes continentales, alimentées par les pluies et les cours d'eau.

La nappe la plus profonde (maestrichtienne) atteint 400 m, tandis que les nappes continentales, les moins profondes, se trouvent à moins de 40 m de profondeur (DGPRES, ANSD, 2015).

Les eaux de surface jouent aussi un rôle majeur, avec le fleuve Casamance qui traverse toute la région, de Ziguinchor à Kolda, accompagné de nombreux affluents, marigots, mares et bolongs.

Cependant, ces ressources sont gravement menacées. Les changements climatiques ont réduit le potentiel hydrologique, notamment par la baisse des précipitations depuis les années 1970. Cette diminution affecte les débits fluviaux et entraîne souvent une salinisation des eaux. Le sel atteint parfois les nappes souterraines, réduisant la qualité de l'eau, ce qui complique l'accès à l'eau potable pour les populations, déjà très dépendantes des nappes et des eaux de surface. Cette situation appelle à une réflexion approfondie pour identifier des solutions durables, avec pour objectif central la préservation de la ressource en eau, tant en qualité qu'en quantité.

Au-delà de la question hydrologique, la situation économique de la région est aussi concernée. Le développement socio-économique de la Casamance a été fortement entravé au cours des trois dernières décennies par les conflits armés. La croissance démographique, les déplacements internes dus aux conflits, ainsi que la migration en provenance d'autres régions ont exercé une pression importante sur les écosystèmes et l'usage des terres (PAPSEN, 2015).

À cela s'ajoute la dégradation climatique progressive depuis les années 1970, ce qui a contribué à la détérioration du capital productif (eau–sol–forêt), à la baisse des productions agricoles et des revenus, à une insécurité alimentaire persistante et à une dégradation générale des conditions de vie des populations rurales, désormais en quête d'alternatives de survie.

L'eau reste l'un des principaux potentiels de développement dans la région de Sédhiou, grâce à la richesse de son réseau hydrographique. Son exploitation maîtrisée pourrait contribuer à résoudre certains problèmes économiques, notamment agricoles, même si cette ressource reste vulnérable face aux nombreuses menaces auxquelles elle est confrontée.

L'économie de la région de Sédhiou est fortement tournée vers l'agriculture. D'après le RGPHAE (2013), plus de quatre ménages sur cinq pratiquent une activité agricole. Les principales spéculations restent l'arachide et le mil. La production céréalière est passée de 310 467 tonnes en 2016 à 278 658 tonnes en 2017. Quant à la production arachidière, elle a chuté de 87 289 tonnes à 47 562 tonnes, soit une baisse de 45,51 %. Cette diminution significative justifie l'intérêt d'une étude approfondie sur la situation agricole de la région, en la reliant à la situation hydrologique, dans l'optique de proposer des solutions durables.

II. Analyse conceptuelle

La compréhension de l'intitulé de notre sujet est basée essentiellement sur quelques mots ou expressions clés. Ces mots et expressions sont : l'eau, la ressource, la ressource en eau, l'activité agricole, et le bassin versant. Faire une analyse conceptuelle de ces mots nous permettra de les connaître dans tout leur sens sachant que pour certains ils sont polysémiques.

❖ L'eau

L'eau est un facteur structurant essentiel à l'espace terrestre, elle commande les aspects et la dynamique des milieux. Pour faire plus simple on peut dire que l'eau est indispensable à la survie des espèces sur terre que ça soit directement ou indirectement, elle impacte sur nos modes d'existence. Il est donc primordial de cerner pour tous les secteurs du globe la place qu'elle y occupe, le rôle qu'elle y joue. Compte tenu de son importance, elle a été un facteur essentiel dans l'organisation de l'espace des sociétés.

Dans l'ouvrage ARMAND COLIN, Collection U la géographie : concepts, savoir et enseignement, 2011, l'ensemble des eaux terrestres ont été subdivisé en deux parties selon leur localisation : les eaux courantes et les eaux souterraines. Les eaux courantes ne constituent qu'une petite partie du potentiel hydrologique de la terre. Néanmoins ce sont les eaux qui intéressent le plus les hommes car pouvant nous servir de voie de transport, de limite ou même nous alimenter pour nos activités agricoles, industrielles et la consommation directe.

Les eaux souterraines constituent les réserves d'eau les plus importantes de la terre. Parmi elles les nappes phréatiques sont les plus accessibles car étant proche de la surface ce qui fait qu'on

peut les atteindre en creusant des puits. Ces nappes sont alimentées par les eaux de pluies par le processus de ruissellement puis infiltration. Cependant les nappes profondes dites captives ou fossiles concentrent l'essentiel des réserves.

Géoconfluence revient sur la question des approvisionnements en eau, en disant qu'elle « *tant à des échelles transnationales que locales, implique largement des démarches de développement durable à travers ses multiples dimensions : la gestion de la ressource (réserves, bassins versants), le maintien de sa qualité, son partage équitable, le traitement des rejets, etc.* » L'eau potable qui constitue la part la plus infime des eaux mais néanmoins plus prisée est défini comme « *une eau qui ne contient pas d'agents pathogènes ou d'agents chimiques à des concentrations pouvant nuire à la santé* » sachant cette définition a peut-être évoluée.

Dans le dictionnaire Larousse, on retrouve une énumération des différents types d'eau que l'on peut avoir dans sa définition en hydrologie. Cette différenciation montre la diversité de cet élément et d'autant plus son importance en sachant que chacun de ces types d'eau revêt son importance particulière et est spécifique à un niveau d'échelle.

❖ La ressource

Le mot ressource nous ramène à tout ce qui est potentiel, elle est presque tout le temps une bénédiction. Il peut y avoir plusieurs types de ressources : naturelles ou ayant attiré à l'homme. Cela nous ramène à la définition donnée sur Géoconfluence : « *Le terme « ressource » désigne la mise en valeur d'un capital, dit naturel (ressources minérales, énergétiques mais aussi avantages de localisation) ou encore matériel (machines, etc.), exploité par une société donnée à un moment donné dans le but de créer des richesses. Le terme « ressource » a ensuite été étendu à des biens immatériels, les capitaux par exemple (ressources financières), ou les « ressources humaines (capacités de travail, d'innovation, etc.)* ».

Sur l'édition ARMAND COLIN, Collection U la géographie : concepts, savoir et enseignement, 2011, on observe que la question des ressources s'est posée de manière constante pour les géographes. Déjà chez Strabon elle reflétait ce qui faisait la richesse d'une région ou son importance stratégique. La ressource relève de la potentialité elle exprime un moyen dont peut disposer une société. Elle dépend donc des choix sociaux et techniques ainsi que des systèmes de valeurs.

Dans le dictionnaire le Robert la ressource est définie de plusieurs manières. Elle peut être « *Ce qui peut améliorer une situation fâcheuse ou alors : Un moyens matériels d'existence (argent, fortune) ; un moyens (personnes, réserves...) dont dispose ou peut disposer une collectivité (Les ressources naturelles d'un pays, Ressources humaines d'une entreprise) ; des moyens intellectuels et possibilités d'action qui en découlent ; des moyens, possibilités (Les ressources d'un art, Les ressources d'une langue) ».*

Dans un contexte écologique nous avons la Ressource naturelle qui est défini sur... comme « *Ensemble constitué des éléments biotiques et non biotiques de la Terre, ainsi que des diverses formes d'énergies reçues (énergie solaire) ou produites sans intervention de l'homme (marées, vents) `` (Gunn-Murcia Secours 1984) ».*

❖ La ressource en eau

La ressource en eau désigne sur un espace concerné le potentiel en eau que l'on peut observer. C'est le type de ressource très recherché très, précieuse qui quand il est en manque peut-être à l'origine de conflit, dommage qu'il soit très inégalement réparti dans le monde. Cette inégale répartition n'empêche pas qu'elle soit en quantité suffisante comme peut l'illustrer les données tirées sur ... : « *la ressource en eau est donc suffisante on l'estime à plus de 6500m³ /hab/an. la consommation moyenne mondiale est de l'ordre de 1300m³ /hab/an ».* Cela soutient que le problème est donc clairement géographique.

Dans le dictionnaire environnement, la ressource en eau désigne « *la quantité d'eau dont dispose, ou peut disposer, un utilisateur ou un ensemble d'utilisateurs pour couvrir ses besoins. Les ressources en eau de la terre représentent 1.386 millions de km³ dont 96,5% dans les océans et 3,5% en eaux douces sur les continents. La répartition des volumes d'eau douce se décomposent ainsi : 69% dans les inlandsis et les glaciers, 30% stockés dans le sol, 0,04% stockés dans l'atmosphère, 0,25% dans les lacs, 0,006% dans les cours d'eau. Les mers et les océans couvrent 78, 5% de la surface de la terre et ils sont beaucoup plus étendus dans l'hémisphère sud ».* Ces valeurs montrent l'écart qu'il y a entre la grande quantité présente sur terre et celle minimale dont on peut disposer sans parler de la quantité d'eau potable qui est insignifiante par rapport à toute l'eau qu'il y a sur terre.

Sur aquaportail aussi nous retrouvons une définition et des explications détaillées sur la ressource en eau. Il s'accorde avec les autres dictionnaires sur le fait qu'elle regroupe l'ensemble des eaux disponibles sur la planète. De plus, ils reviennent sur l'importance de la gestion de cette ressource en soutenant qu'elle est essentielle pour la vie de tous les organismes.

La difficulté d'utilisation de cette ressource est aussi relatée sachant que la gestion réussie de toutes les ressources nécessite une connaissance précise des ressources disponibles. Ainsi selon aquaportal : « *Pour l'utilisation de l'eau en tant que ressource, cela devient particulièrement difficile, car plusieurs sources d'eau peuvent traverser les frontières nationales, et parmi les utilisations faites par l'eau, il y a beaucoup d'utilisations pour lesquelles il est difficile d'attribuer une valeur financière* ». Pour les objectifs de gestion on y retient que l'essentiel des efforts consacrés vise à optimiser l'utilisation de l'eau et à minimiser l'impact environnemental de l'utilisation de l'eau dans l'environnement naturel.

Dans un autre sens « *la ressource en eau a bien le sens d'une offre, réelle ou potentielle, rencontrée par une demande en eau et à évaluer suivant les critères de celle-ci. Ce sens strict est sans implication sur les sources d'approvisionnement ou les modes de production de l'eau offerte : il peut s'agir aussi bien des possibilités de prélever de l'eau dans le milieu naturel que des possibilités d'approvisionnement par des agents intermédiaires producteurs-distributeurs d'eau* » (Margat, 1995).

❖ **Activité agricole**

L'activité agricole fait partie des plus anciennes pratiques dans le monde. L'homme a très su qu'il devait organiser la reproduction de certaines denrées pour pouvoir s'en procurer en quantité suffisante et pendant de longue période afin d'assurer son alimentation. Avec l'industrialisation, cette activité est de plus en plus motorisée même si certaines populations gardent encore leurs pratiques traditionnelles. En outre, on note que de toutes les activités humaines, l'agriculture devrait assurément compter parmi les plus durables. On compte peu d'activité humaine qui ait perduré aussi longtemps en même lieu. Elles mobilisent de moins en moins de travailleurs à nos jours d'autant plus que les terres libres à la culture sont de plus en plus réduites. Dans une région comme la Casamance l'agriculture demeure encore le principal moyen d'assurer l'alimentation des populations. Dans les zones rurales, le mode de vie est essentiellement basé sur cette activité.

Dans le dictionnaire de la langue française L'activité agricole est définie comme « *l'activité ayant pour objet : principalement la culture des terres en vue de la production des végétaux utiles à l'homme et à l'élevage des animaux ; accessoirement l'élevage des animaux. Ensemble des moyens nécessaires à cette production* ». Cette définition intègre alors le milieu animal dans la pratique agricole et montre sa nécessité.

❖ **Le bassin versant**

Pour la définition du bassin versant on constate que la plupart des auteurs s'accorde sur le fait que c'est un espace alimenté par un cours d'eau et ces affluents, toutefois les thèses se diversifient pour ce qui s'agit de sa délimitation.

Ainsi dans l'édition ARMAND COLIN ; géographie physique 2002,2012 on soutient que le bassin versant n'a pas une superficie fixe. Dès qu'il y a drainage par un cours d'eau nous avons un bassin élémentaire d'une taille réduite mais qui finit par être lié à d'autre bassin du fait de la confluence des ruisseaux rivières fleuves. Ainsi on en arrive à un bassin versant plus étendu et complexe même que selon lui « *sur la planète 19 bassins versants dépassent 1million de Km²* » Selon une telle conception « *le bassin versant constitue d'abord une source réceptrice : un impluvium. Cet impluvium se caractérise par un système de pente : pentes topographiques, celles des versants élémentaires et quand il est plus vaste, pente orographique, celle des grands volumes de relief* ».

Dans une autre édition ARMAND COLIN ; Collection U, la géographie : concepts, savoir et enseignement ; 2011, le bassin versant correspond à l'espace géographique alimentant un cours d'eau. Les auteurs soutiennent qu'« *il est facile de délimiter un bassin versant apparent sur une carte : il suffit de repérer les points de plus hautes altitudes situés entre deux cours d'eau, puisqu'il en délimite la ligne de partage des eaux* ».

Le bassin versant est encore défini comme l'espace géographique alimentant un cours d'eau et drainé par lui. A pluviométrie égale un grand bassin versant reçoit plus de pluie qu'un petit bassin versant donc rassemble plus d'eau en son axe de drainage (Collection U ; JEAN DEMAMGEOT 2000)

Nous avons aussi la conception de Géoconfluence ou le bassin versant est défini comme une zone géographique de collecte des eaux par un cours d'eau et ses affluents. Il est limité à l'amont par une ligne de partage des eaux qui correspond souvent, mais pas toujours, à une ligne de crête. Les eaux de pluies de part et d'autre de cette ligne s'écoulent dans deux directions différentes en emportant avec elles les éléments dissous ou en suspension tels que les sédiments et les polluants. Le bassin versant est limité à l'aval au point de convergence des eaux appelé exutoire : confluence avec un cours d'eau, embouchure avec un lac, une mer ou un océan.

Dans le livre de M. Roche Paris 1963 ; HYDROLOGIE DES SURFACES nous retrouvons une définition d'un point de vue hydrologique très intéressante du bassin versant. D'après le livre « *on appelle bassin versant ou bassin de drainage, d'une rivière considérée en un point donné de son cours, l'aire limitée par le contour à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce*

point de la rivière ». La définition va plus loin en spécifiant que la limite du bassin peut être celle du bassin topographique ou non. En effet, « *si le sol est imperméable, il est évident que les limites du bassin sont définies topographiquement par la ligne de crête le séparant d'un bassin voisin. Pour les sols perméables le bassin versant réel peut différer du bassin topographique mais sauf dans le cas d'une circulation interne particulièrement intense, cet effet est surtout sensible pour de très petits bassins ».*

III. Etat de l'art

La problématique que nous étudions fait aujourd'hui l'objet de nombreuses discussions. La question des ressources en eau, notamment des eaux de surface, dans notre cas, suscite un intérêt croissant en raison des enjeux et des menaces qui y sont liés. À cela s'ajoute l'importance des activités agricoles, qui constituent un levier majeur de développement. Il convient également de souligner la pertinence de notre zone d'étude : la Casamance, plus précisément le sous-bassin du Soumboundou, dans la région de Sédhiou, où les problématiques liées à l'eau et à l'agriculture revêtent une importance capitale.

Ainsi, une analyse documentaire sur ce thème nous permettra de faire ressortir les avis et approches antérieurs développés sur cette problématique. Elle s'effectuera à travers l'étude d'ouvrages, rapports, articles, thèses ou mémoires en lien avec le sujet.

Dans son mémoire intitulé *Crise agricole dans une vallée de Casamance : le bassin de Goudomp (Sénégal)*, Insa Manga (2003) reconnaît la disponibilité de l'eau dans le bassin de Goudomp, tout en soulignant qu'elle reste sous-exploitée. Il se concentre sur les bas-fonds, zones d'écoulement des eaux de surface, et met en évidence le caractère monotone du relief, favorable à l'agriculture et à la limitation de l'érosion. Il insiste également sur le rôle majeur de l'agriculture dans l'économie locale, mobilisant 71 % de la population active. Cependant, les revenus des paysans demeurent très faibles (environ 8 000 F CFA par mois), comparés à ceux des pêcheurs (entre 40 000 et 45 000 F CFA).

Dans son mémoire *Pluie, écoulement et disponibilité en eau dans le bassin versant de la Koulountou* (2008), Khady Samb aborde l'importance de la disponibilité en eau dans le cadre des politiques d'autosuffisance alimentaire. En période de crise, la ressource en eau joue un rôle central dans l'alimentation, d'où la nécessité d'en optimiser l'exploitation. Son étude révèle une irrégularité temporelle dans les apports hydriques, en analysant la disponibilité annuelle et saisonnière dans le bassin de Koulountou.

La publication de la FAO (2004), *L'eau, l'agriculture et l'alimentation*, traite directement de l'impact des ressources en eau sur l'agriculture. Elle met en évidence le rôle dominant de l'agriculture pluviale, dépendante de la pluviométrie et de la capacité d'infiltration des sols, qui représente environ 60 % de la production des pays en développement. Elle souligne également l'importance croissante de l'irrigation face à l'instabilité de la disponibilité en eau.

Concernant notre zone d'étude, le rapport n°5 du PAPSEN (octobre 2013) retrace l'historique de l'activité agricole dans la région de Sédhiou. Il revient sur l'introduction de l'arachide dans les années 1960 dans un contexte politique et économique marqué par l'ONCAD, puis sur celle du coton dans les années 1970 avec la SODEFITEX. L'assèchement du climat dans les années 1970 et 1980 a modifié l'hydrologie et les écosystèmes forestiers, renforçant la culture de l'arachide et des céréales sèches, ainsi que l'usage de variétés à cycles courts (90 jours). La filière arachidière est entrée en crise à la fin des années 1980 avec la mise en œuvre de la Nouvelle Politique Agricole (NPA) : fin des subventions, accès difficile aux intrants, fin de la commercialisation publique. Le coton est également en régression. Les systèmes de production suivent la topographie, en fonction des types de terres : plateaux, vallées, bas-fonds, et champs de case.

Le *Cahier Agricole*, vol. 24, n°5 (septembre-octobre 2015), fournit une description détaillée de la riziculture de bas-fond, traditionnellement la plus répandue. Elle se caractérise par :

- une gestion assurée principalement par les femmes ;
- des opérations culturales essentiellement manuelles, avec des outils traditionnels ;
- une faible utilisation d'intrants ;
- des parcelles très petites (< 1 000 m²) ;
- une faible maîtrise de l'eau ;
- des rendements faibles (< 1 tonne/ha) ;
- une production destinée quasi exclusivement à l'autoconsommation ;
- l'absence presque totale de prestations de service.

Dans son mémoire *Dynamique des espaces ruraux : exploitation et gestion des ressources en eau dans le bassin de Néma* (2012), Bilal Faye aborde une problématique similaire à la nôtre. Il met l'accent sur le potentiel que représente la ressource en eau de surface pour les populations, notamment en leur permettant de pratiquer le maraîchage en dehors des saisons de pluie, échappant ainsi au chômage saisonnier. Sa réflexion repose également sur les contraintes

environnementales et socio-économiques qui affectent cette ressource, un aspect que nous retrouvons dans notre propre étude.

Enfin, la thèse de Penda Diop (2017), *Vers une stratégie de gestion participative multi-usagers de la ressource en eau dans le delta du fleuve Sénégal : processus de décision et outils de régulation autour du lac de Guiers*, traite d'une problématique qui fait écho à la nôtre. Sa réflexion, centrée sur la portée de l'approche participative dans la gestion de l'eau autour du lac de Guiers, met en lumière l'importance d'une gestion intégrée et participative des ressources en eau. Cela rejoint notre approche, puisque nous nous intéressons à une activité agricole pratiquée directement par les populations à partir de leurs propres ressources.

IV. Questions de recherche

Les questionnements qui nous ont menés au choix de ce sujet sont basés sur deux entités, l'une spatiale (le bassin versant) et l'autre socio-économique (l'activité agricole). Ces deux points associés à la pertinence du choix de la zone donnent tout son sens à notre thématique. Ainsi nous nous retrouvons avec une question principale et des questions spécifiques pour mieux cerner la problématique. La question principale est de savoir quelle est le potentiel en eau du bassin versant et son importance sur les activités agricoles ?

Spécifiquement, l'étude tente à répondre :

- quelles sont les caractéristiques physiques et humaines du bassin de Soumboundou ?
- quelle est l'état de l'activité agricole dans le bassin de Soumboundou ?
- comment les populations de notre zone d'étude perçoivent-elles la disponibilité de la ressource en eau face à la tendance climatique actuelle dans le bassin de Soumboundou ?
- quelles sont les stratégies de gestion communautaire de la ressource en eau dans le bassin de Soumboundou ?

V. Objectifs de la recherche

L'objectif principal de notre étude est de comprendre l'état des ressources en eau de surface et leurs impacts sur l'activité agricole dans le bassin versant du Soumboundou.

En dehors de l'objectif principal qui permet de cerner le but de notre étude, nous avons des objectifs spécifiques qui nous permettent d'être plus précis et de cibler des points. Ainsi ces objectifs sont de :

- identifier les caractéristiques physiques et humaines dans le bassin versant du Soumboundou ;

- étudier l'activité agricole l'eau dans le bassin de Soumboundou ;
- indiquer les impacts de la variabilité climatique celle hydrologique sur la disponibilité de la ressource en eau dans le bassin de Soumboundou ;
- évaluer les stratégies d'adaptation développées par les populations pour une production agricole optimale corrélée à la disponibilité en eau dans le bassin versant du Soumboundou.

VI. Hypothèses de la recherche

L'hypothèse principale de notre travail est de savoir la présence du cours d'eau constitue un point important pour le potentiel en eau du bassin et il a un impact positif sur les activités agricoles.

Selon nos objectifs spécifiques, nous avons établi des hypothèses pour chaque point de notre recherche. Ainsi nous avons comme hypothèses spécifiques :

- le bassin de Soumboundou est caractérisé par la platitude de son relief et la population relativement jeune ;
- l'agriculture est la principale activité économique des populations dans le bassin-versant de Soumboundou ;
- les dynamiques climatiques actuelles entraînent une diminution des potentialités en eau, avec son corollaire la baisse de la production agricole dans le bassin de Soumboundou ;
- les stratégies d'adaptation mises en place par les populations et l'Etat sont inefficaces face à l'ampleur de la problématique.

VII. Résultats attendus

- les caractéristiques physiques et humaines du bassin de Soumboundou sont indiquées.
- la situation de l'activité agricole est étudiée dans le bassin de Soumboundou sont étudiées.
- la variabilité climatique et hydrologique est étudiée dans le bassin de Soumboundou.
- les stratégies d'adaptation développées par les populations pour une production agricole optimale corrélée à la disponibilité en eau dans le bassin de Soumboundou sont identifiées.

VIII. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

La démarche méthodologique envisagée permettra de mieux appréhender la thématique d'étude et d'atteindre les objectifs fixés. Pour y parvenir, deux types de données seront collectées dans le cadre de ce mémoire : les données primaires et les données secondaires.

1. Les données primaires

Dans cette partie, nous aborderons la revue documentaire ainsi que la recherche de données climatiques, pédologiques et agricoles.

1.1. La revue documentaire

Elle constitue une étape capitale dans la réalisation d'un travail d'étude et de recherche. Elle consistera à consulter des ouvrages généraux, des thèses, des articles, des mémoires, des rapports et d'autres documents traitant de sujets similaires à notre thématique. Cette étape nous permettra de mieux comprendre la portée scientifique de notre sujet dans toute sa dimension. La revue documentaire aidera à faire ressortir les défis et pistes d'interrogation abordés différemment par les chercheurs.

1.2. La collecte de données climatiques, hydrologiques, agricoles et cartographiques

Cette étape est fondamentale pour une recherche en géographie : elle consiste à recueillir des données auprès de structures étatiques, de sites officiels, ainsi que d'institutions administratives et territoriales.

- Pour les données climatiques, nous utiliserons celles des stations de Sédhiou et de la station synoptique de Kolda.
- Pour les données hydrologiques, nous utiliserons celles de la station de Kolda, prélevées sur le bassin de la Casamance, ce qui nous permettra d'étudier les caractéristiques hydrologiques du bassin.
- Les données agricoles proviennent de la Direction Régionale du Développement Rural (DRDR) de Sédhiou, qui nous a fourni des statistiques sur la production et les rendements agricoles du département. Nous compléterons ces données par celles issues de nos propres enquêtes de terrain.
- Concernant la cartographie, nous avons utilisé des Modèles Numériques de Terrain (MNT), qui ont permis le découpage du bassin versant.

2. Les données secondaires

L'obtention de données quantitatives et qualitatives passe par l'utilisation de méthodes adaptées. Celle que nous avons retenue est la MARP (Méthode Accélérée de Recherche Participative), qui implique la participation active des populations concernées. Elle permet de disposer rapidement d'informations utiles et pratiques.

Cette étape comprend :

- l'élaboration d'un questionnaire,
- un guide d'entretien,
- l'organisation de groupes de discussion (focus groupes),
- le relevé de points GPS,
- le téléchargement d'images multi-dates.

Dans le cadre de ce travail, nous avons sélectionné une entité d'étude au sein du bassin : les trois communes du Pakao. Un échantillon a ensuite été tiré à partir de cette entité selon la méthode de Bernoulli. C'est cet échantillon qui a fait l'objet des enquêtes de terrain, au cours desquelles un questionnaire a été administré de manière aléatoire à la population.

Ces enquêtes ont été précédées d'entretiens réalisés auprès de structures telles que le PAPSEN, la SODAGRI, la DRDR, et le PROVAL-CV, rencontrées dans les locaux de la DRDR régionale à Sédhiou.

2.1. L'échantillonnage

Le choix de la zone d'étude s'est porté sur les trois communes du Pakao : Oudoucar, Diannah Malary et Diannah Ba. Au total, l'enquête a concerné six villages, représentant une population mère de 15 244 habitants répartis dans 1 388 ménages.

Ce choix est justifié en premier lieu par la **proximité de ces localités au cours d'eau**, puisque nous étudions l'impact de celui-ci sur l'activité agricole. La rive gauche du fleuve a été privilégiée pour des raisons d'accessibilité. Ces trois communes, qui s'étendent tout au long du fleuve, constituent une entité cohérente du Pakao.

Ainsi, nous bénéficions d'une grande homogénéité dans les caractéristiques sociales des villages enquêtés, ce qui renforce la fiabilité et la comparabilité de nos résultats.

Tableau 1 : Taille de la population et nombre de ménage pour les villages à enquêter (Source : ANSD, 2013)

Village	Nombre de ménage	Population
Manconomba	242	3295
Oudoucar	134	1494
Marandan	275	3140
Soumboundou Pakao	114	1454
Diannah BA	315	2797
Diannah Malary	308	3064
Total	1388	15244

La collecte des données socio-économiques se déroulera dans la zone d'étude. Elle va se fonder sur la collecte des données d'enquêtes qualitatives (entretiens individuels, un focus groupe, et des observations directes sur le terrain) et quantitatives. L'échantillonnage sera en fonction de la taille des ménages dans les 6 villages ciblés dans les 3 communes rurales d'Oudoucar, de Diannah Malary et de Diannah Ba. Ces villages sont choisis sur la base de leur position périphérique au cours d'eau et l'importance des activités agricoles inhérentes aux eaux de surface. Pour déterminer la taille de l'échantillon, la formule d'échantillonnage de BERNOUILLI a été utilisée, selon l'équation suivante :

$$n = \frac{(Z)^2 \times N}{(Z)^2 + \alpha^2 \times (N - 1)}$$

Avec n = Taille de l'échantillon ; N = taille de l'univers investigué ; α = largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur ; Z = est la valeur type correspondant au niveau de confiance choisi.

$$n = \frac{1,645^2 \times 1388}{1,645^2 \times 0,1^2 \times (1388 - 1)}$$

Pour ce mémoire, la population mère (N) est de 1388 ménages pour les 6 villages choisis, le Z correspondant au niveau de confiance 95% choisi est de 1,645, α exprimant la marge d'erreur de 10% est de 0,1. De ce fait, l'étude porte sur un échantillon de 227 ménages, soit 16,4% de la population mère, selon un intervalle de confiance ou d'incertitude de l'ordre de 10%.

Pour répartir les 227 ménages à interroger (qui constituent la taille de l'échantillon) en fonction des 6 villages retenus, un échantillon par quota a été choisi et le nombre de ménages à interroger par village est calculé de la sorte :

$$\frac{\text{Nombre de ménages du village} \times 227}{\text{Nombre total de ménages des 6 villages}}$$

Le tableau suivant indique la répartition de l'échantillonnage en fonction des quatre (4) quartiers.

Tableau 2 : Répartition de l'échantillonnage par villages enquêtés

Villages	Nbre de Ménage	Intervalle d'incertitude	Échantillonnage	Pourcentage
Diannah BA	315	5%	52	22,7
Doumassou	141	5%	23	10,2
Kéréwane	49	5%	8	3,5
Santassou	118	5%	19	8,5
Manconomba	242	5%	40	17,4
Oudoucar	134	5%	22	9,7
Marandan	275	5%	45	19,8
Soumboundou Pakao	114	5%	19	8,2
Total	1388	5%	227	100

Les entretiens individuels vont cibler les chefs de ménage (227 ménages). Le questionnaire portera sur la problématique de la place du cours d'eau dans les activités agricoles de la zone. L'objectif est d'identifier les groupes vulnérables ainsi que les informations sur les principaux risques d'accès à l'eau de surface liés aux changements climatiques auxquels font face les communautés, et d'apprécier leurs perceptions sur la situation actuelle de la pluviométrie.

En somme, cette méthode d'échantillonnage a permis de faire un bon maillage de la commune et d'avoir une bonne représentativité de la localité et des différents quartiers périphériques cibles. Pour le choix des ménages à interroger au niveau de chaque quartier sélectionné, un échantillon aléatoire a été retenu. Il s'agit d'un échantillon dans lequel tous les ménages du quartier ont la même chance d'être sélectionnés et interrogés.

1.1. Le questionnaire ménage

Les enquêtes ménages ont été d'une importance capitale pour ce travail d'étude et de recherche, car elles ont permis d'avoir la perception des populations sur les impacts climatiques et hydrologiques dans le bassin versant, ainsi que les stratégies de résilience qu'elles ont développées.

À cet effet, nous avons élaboré un questionnaire en fonction de nos objectifs spécifiques, établi sur 89 questions au total. En nous servant du logiciel KoboCollect, nous avons soumis ce questionnaire à 208 ménages répartis dans 6 villages, sur une période de 11 jours. Les réponses obtenues nous ont permis de constituer une base de données quantitative et qualitative sur les perceptions de la population concernant l'état de la ressource en eau de surface et les activités agricoles.

1.2 Les guides d'entretiens

Les guides d'entretiens ont été adressés aux personnes ressources, à savoir celles qui s'intéressent aux questions environnementales. Ils s'adressent aussi aux autorités municipales et aux notables de quelques quartiers ciblés. L'objectif de ces entretiens est de faire parler et d'écouter nos interlocuteurs afin qu'ils nous éclairent sur certains aspects qui semblaient flous à notre entendement et à nos observations concernant la thématique de recherche.

Pour ce faire, nous avons élaboré, dans le cadre de ce travail, un guide d'entretien qui a permis d'obtenir des informations et données auprès des structures évoluant dans notre zone d'étude et relevant de notre domaine de recherche. Ainsi, nous avons eu des entretiens avec des responsables du PAPSEN, du PROVALE-CV, de la SODAGRI et de la DRDR

1.3 L'acquisition des images pour la cartographie

Les images DEM (Digital Elevation Map), via un MNT et Google Earth, seront téléchargées. Pour les images DEM, le Modèle Numérique de Terrain sera utilisé pour la cartographie des pentes, du relief, du réseau hydrographique (ordre des cours d'eau) et d'autres variables morphométriques. Les principales sources d'eau seront utilisées pour la cartographie des ressources en eau. Certains ouvrages agricoles (digues de retenue, barrages de rétention et de régulation des eaux de pluie) sont également identifiés.

1.4 Traitement des données

Après la collecte des données et informations sur le terrain, un traitement a été effectué à l'aide d'Excel, XLSAT et Word pour les données qualitatives et quantitatives. Ces données ont été représentées sous forme de graphiques et de tableaux, puis analysées sous forme de texte.

En ce qui concerne les données cartographiques, le logiciel ArcGIS a été utilisé pour le traitement du Modèle Numérique de Terrain (MNT). Ce traitement nous a permis de réaliser les cartes du relief, des pentes, de la végétation et des sols. Il s'est poursuivi sur Excel avec le calcul du Kg, des répartitions de surface en fonction des types de sols et de végétation, tout cela grâce aux éléments tirés du traitement fait sur ArcGIS.

Les données climatiques, à leur tour, ont été traitées essentiellement sur Excel et XLSAT. Le test non paramétrique de Mann-Kendall (année) a été appliqué pour la détermination des différentes tendances des séries pluviométriques étudiées. Les résultats de ces traitements sont consignés sous forme de tableaux et de figures illustratives, accompagnés de commentaires explicatifs.

En plus de la climatologie, nous avons également effectué des traitements dans le domaine de l'hydrologie. Ces données hydrométriques ont été soumises à des calculs sous Excel pour relever la variation des éléments du bilan (pluviométrie, écoulement, débit et coefficient d'écoulement) ainsi que l'étude des séquences de sécheresse. Ces résultats nous permettent ainsi de comprendre la dynamique du bassin.

Pour les données issues de l'enquête de terrain, le logiciel KoboCollect nous a permis de tirer des informations à partir des réponses obtenues. Après sélection des paramètres nécessaires, le traitement s'est poursuivi sur Excel, et nous avons pu établir des tableaux statistiques ainsi que des graphiques de représentation

Conclusion du chapitre I

Dans ce chapitre, nous avons d'abord effectué une contextualisation de notre thématique, sans oublier d'apporter des éléments justifiant notre choix. Après consultation d'autres écrits portant sur les eaux de surface et les activités agricoles, un état de l'art a été présenté. Cette phase a été précédée d'une définition des concepts clés en rapport avec notre sujet, ce qui permet une meilleure compréhension de son sens. Une méthodologie de travail étant nécessaire, nous avons exposé dans ce chapitre les éléments et les étapes sur lesquels repose ce travail scientifique.

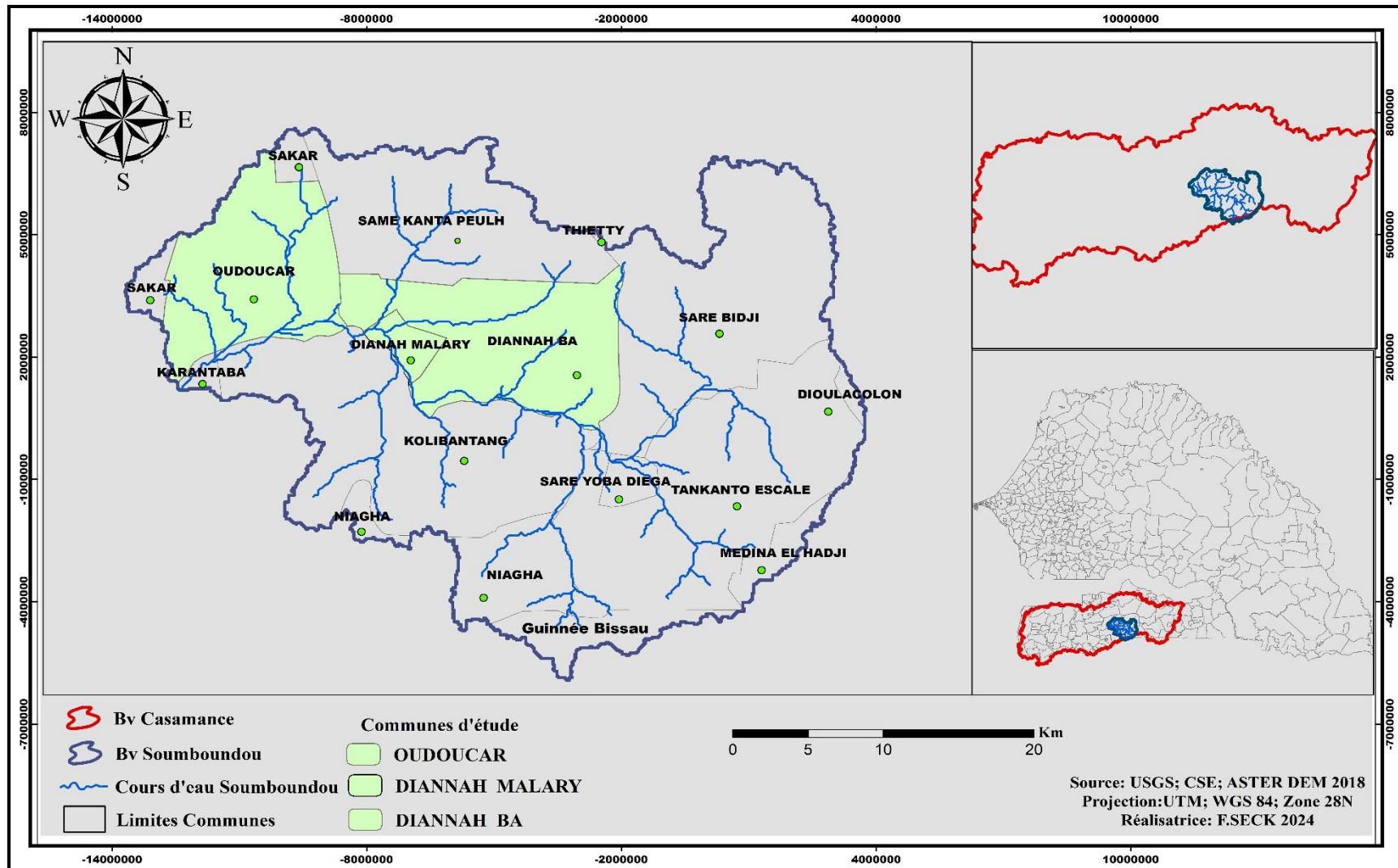
CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Dans ce chapitre, nous faisons une étude de quelques caractéristiques physiques du bassin à savoir le relief, les sols, la pédologie, le réseau hydrographique, les formations végétales et les caractéristiques climatiques. Pour cerner le potentiel hydrologique d'un bassin versant, il est important de tenir compte de ces facteurs car ils influent sur toute sa dynamique.

I. Les caractéristiques physiques du bassin versant

I.1. Le réseau hydrographique du bassin versant

Le bassin de Soumboundou se trouve dans le grand bassin versant de la Casamance. Il polarise les localités administratives de Sédhiou, de Kolda et la partie Sud-est entre dans les territoires de la République de Guinée-Bissau. Le Soumboundou est constitué de plusieurs cours d'eau secondaires, à écoulement intermittent qui se ramifient sur l'étendue des territoires du Bassin versant.



Carte 1 : Représentation du bassin de somboundou et de la Casamance dans les limites du Sénégal

I.2. Caractéristiques physiographiques du bassin versant de Soumboundou

I.2.1. Forme du bassin versant

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin. Ainsi pour une même superficie et pour une même averse on peut avoir un hydrogramme très différent. Ce phénomène est lié à la notion de temps de concentration. Par exemple, une forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des plus importants temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire. En revanche, les bassins en forme d'éventail, présentant un temps de concentration plus court, auront les plus forts débits de pointe (Chow et al., 1988 ; Musy & Higy, 2004).

Pour caractériser la forme du bassin il est nécessaire de calculer l'indice de compacité de Gravelius (Kg) ou coefficient de compacité qui s'obtient par la formule :

$$Kg = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P étant le périmètre (Km) du bassin et A la surface (Km²) du bassin

La forme d'un bassin versant a une influence sur l'écoulement global et surtout sur l'allure de l'hydrogramme résultant d'une pluie donnée : un bassin très allongé ne réagira pas, toutes choses égales d'ailleurs, de la même manière qu'un bassin de forme très ramassée (M. Roche 1963). Le coefficient de Gravelius est supérieur à 1 lorsque la forme du bassin est allongée, et proche de 1 pour un bassin versant de forme circulaire (Musy, 2005)

Concernant le bassin de Soumboundou nous avons obtenu la valeur du périmètre et de la surface (P= 270,9 ; A= 1142,6) grâce au traitement d'un modèle MNT. Ainsi le bassin se retrouve avec un indice de Gravelius égal à 2,2 ce qui en fait un bassin allongé.

I.2.2. Largeur et longueur du rectangle équivalent

En plus du périmètre et la superficie, la longueur et la largeur du bassin versant constitue un autre paramètre géométrique. Le rectangle équivalent est un rectangle de longueur L et largeur l de même superficie A et de même périmètre P que le bassin réel. Ses dimensions peuvent être calculées à partir du Kg selon les formules suivantes :

$$L = \frac{(KG \sqrt{A})}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{Kg} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{(KG \sqrt{A})}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{Kg} \right)^2} \right]$$

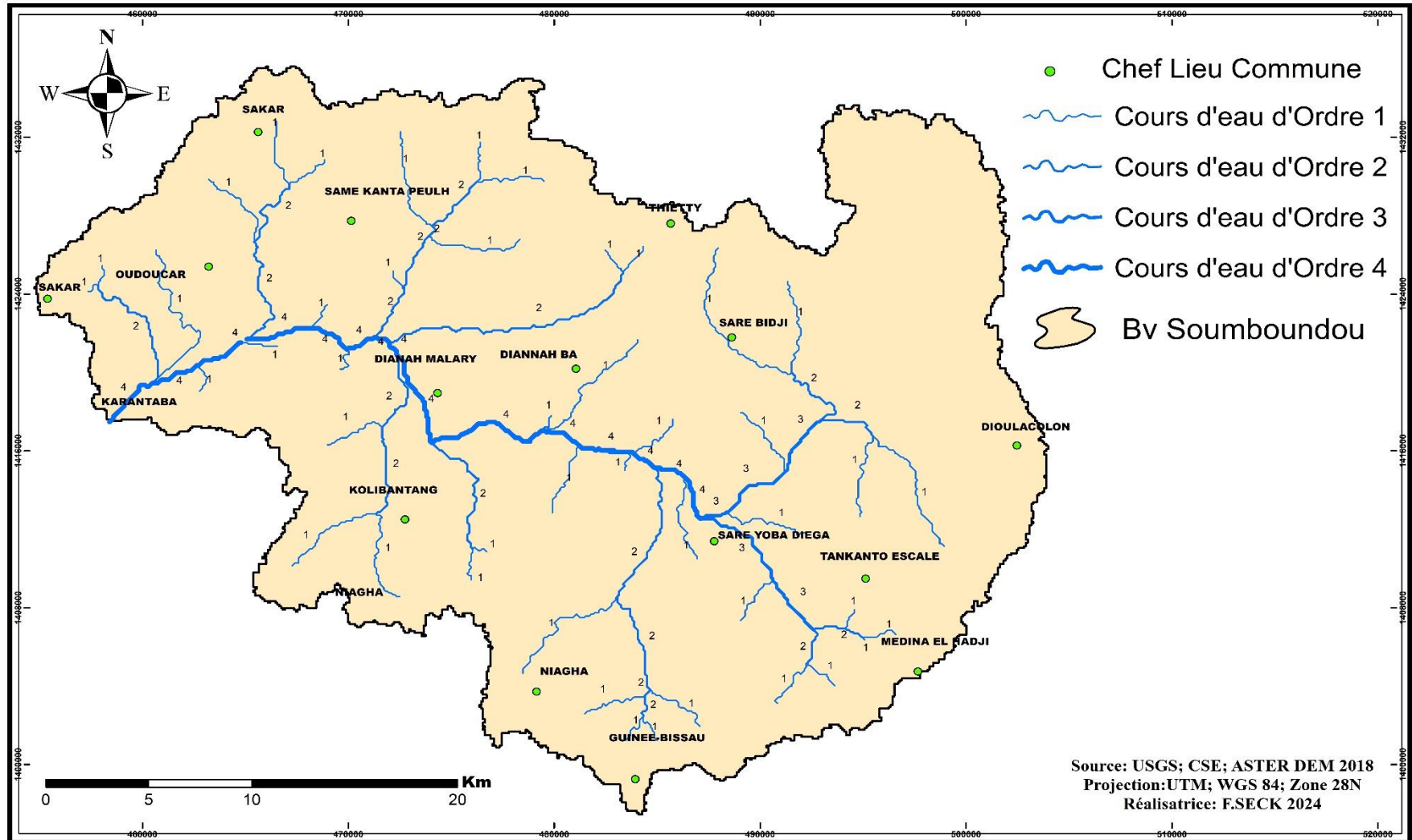
Ainsi les dimensions du rectangle équivalent de notre bassin sont : $L = 126,41\text{Km}$; $l = 9,04\text{ Km}$

I.2.3. La classification de Strahler (1957) appliquée au bassin versant du Soumboundou

La classification de Strahler (1957) se base sur une hiérarchisation progressive des ramifications du cours d'eau d'amont en aval. Cette classification est considérée comme étant la plus conforme à la réalité géomorphologique des bassins versants, elle est de ce fait la plus utilisée. Il existe d'autres classifications de ce type comme celle de Horton (1945) qui est parfois utilisée dans le même but.

La classification de Strahler se base sur les règles suivantes :

- Tout cours d'eau dépourvu de tributaires est d'ordre un ($x=n$).
- Le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau d'ordre différent prend l'ordre du plus élevé des deux (si $n > m$ alors $x=n$)
- Le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau du même ordre est augmenté d'un (si $n=m$ alors $x= n+1$).



Carte 2 : Représentation de la classification de Strahler du bassin de Soumboundou

La classification d'un réseau hydrographique permet d'avoir des indices sûrs : sa vieillesse car plus un réseau est vieux, plus il est ramifié, et donc plus son ordre de Strahler est grand ; la perméabilité des roches sur laquelle il repose car une roche très perméable voit l'eau s'infiltrer et donc moins ruisseler à sa surface, ainsi le réseau est moins ramifié et son ordre de Strahler est plus petit que s'il se trouvait sur une roche imperméable. Ainsi l'ordre du cours d'eau est influencé par l'abondance des pluies, la pente du terrain...

L'analyse du tableau démontre une nette supériorité des cours d'eau d'ordre 1 qui occupent 52,2 % de la longueur totale du cours d'eau, suivis par l'ordre 2 avec 29,0 % (tableau 1). Nous pouvons aussi remarquer que les cours d'eau d'ordre 4 ont un nombre assez élevé par rapport à l'ordre 3 ce qui témoigne de la longueur importante du cours d'eau principal.

Tableau 3 : Nombre et longueur des cours d'eau (Source : MNT Bassin versant de Soumboundou)

Ordres		Nombre	Longueur en Km	Longueur %
1		45	158,2	52,2
2		22	87,9	29,0
3		5	17,6	5,8
4		16	39,5	13,0

a. La densité de drainage

La densité de drainage dépend de la géologie (structure et lithologie) des caractéristiques topographiques du bassin versant et, dans une certaine mesure, des conditions climatiques et anthropiques (Musy, 2005). La densité de drainage (Dd) est exprimée par le rapport de la longueur totale des cours d'eau (somme des L_i) permanents et temporaires avec la surface du bassin versant (A). C'est un paramètre qui reflète la dynamique du bassin versant et le type de ruissellement.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A}$$

Avec, Dd : densité de drainage [km/km²] ; L : longueur de cours d'eau [km] ; A : surface du bassin-versant [km²].

Pour le bassin de Soumboundou nous nous sommes servis du modèle numérique de terrain pour obtenir la longueur des talwegs et ainsi en faire la somme pour déterminer la densité. Ainsi nous avons $\sum L_i = 303,48 \text{ Km}$ et $A = 1142,6 \text{ Km}^2$ pour une $D_d = 0,27 \text{ Km/Km}^2$.

b. La densité hydrographique

Les régions à haute densité de drainage et à haute densité hydrographique (deux facteurs allant souvent de pair) présentent en général une roche mère imperméable, un couvert végétal restreint et un relief montagneux. L'opposé, c'est-à-dire faible densité de drainage et faible densité hydrographique, se rencontre en région à substratum très perméable, à couvert végétal important et à relief peu accentué (Musy ; 2005). La densité hydrographique représente le nombre de canaux d'écoulement (Talwegs) par unité de surface.

$$F = \frac{\sum N_i}{A}$$

Avec, F : densité hydrographique [km^{-2}] ; N_i : nombre de cours d'eau ; A : superficie du bassin [km^2].

Appliqué au bassin de Soumboundou, nous avons une densité hydrographique égale à 0,08 sachant que le bassin compte 89 cours d'eau sur une surface de $1142,6 \text{ Km}^2$.

Ainsi, nous constatons que le bassin se caractérise par des densités de drainage et hydrographique faibles d'où nous pouvons déduire que son sol est très perméable.

c. Temps de concentration

C'est le temps que met une particule d'eau provenant de la partie du bassin la plus éloignée "hydrologiquement" de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. On peut l'estimer en mesurant la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement direct. Ce paramètre, exprimé en heure, peut être estimé par la formule de Giandotti (1937), applicable pour les bassins étendus à pentes plus ou moins uniformes (Maou. A, univ-setif):

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 * L_p}{0.8\sqrt{Z_{moy} - Z_{min}}}$$

Avec, L_p : la longueur (en km) du thalweg principal et Z_{moy} et Z_{min} sont, respectivement, les altitudes moyenne et minimale du bassin-versant (en m).

Pour le bassin versant de Soumboundou nous avons :

$L_p = 48,26 \text{ Km}$; $Z_{moy} = 34,5 \text{ m}$; $Z_{min} = -5 \text{ m}$ ce qui nous donne avec la formule $T_c = 41,3 \text{ h}$

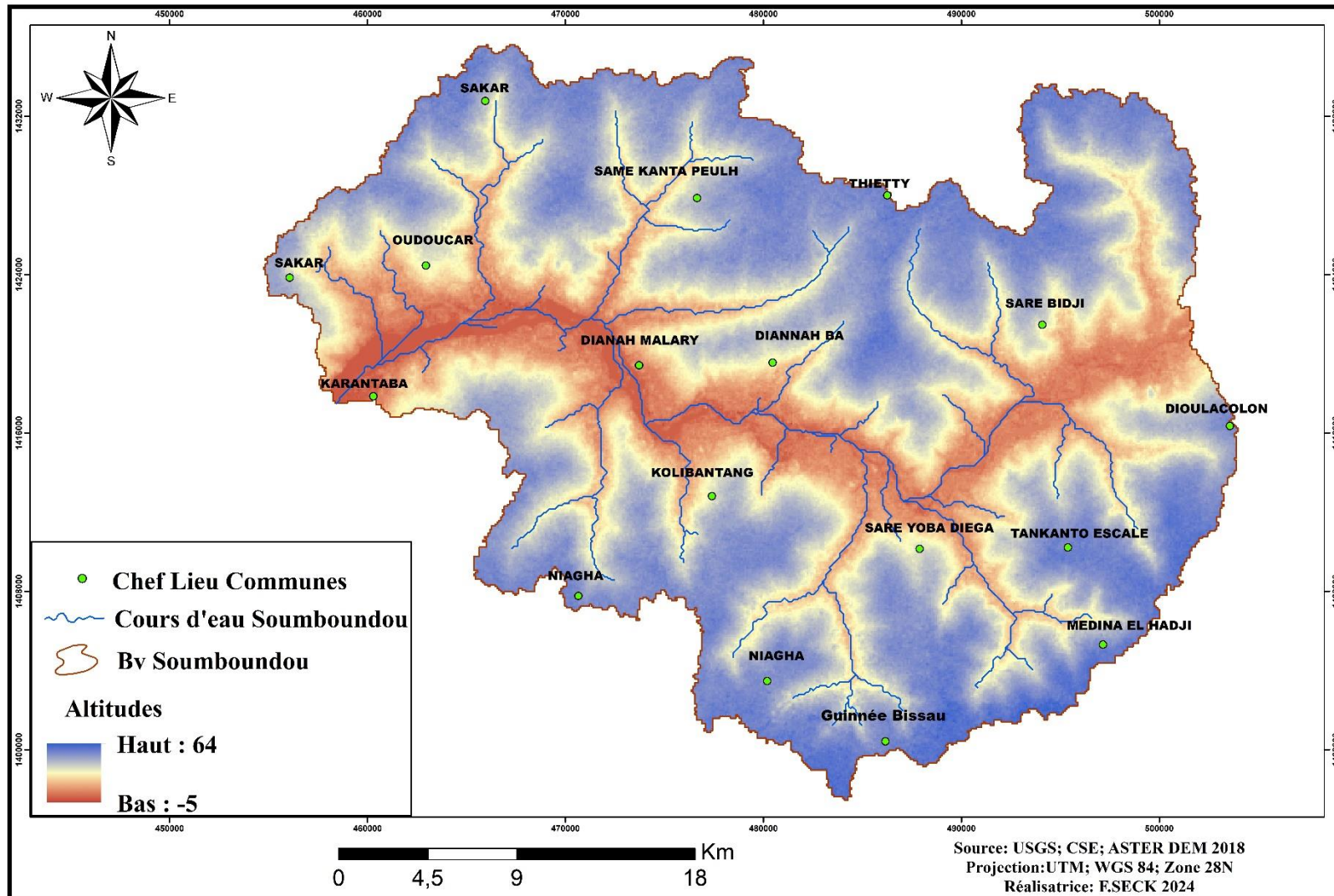
Tableau 4 : Récapitulatif des caractéristiques hydro-morphométriques étudiées

Caractéristiques		Unité	Valeur
Surface(A)		Km ²	1142,6
Périmètre(P)		Km	270,9
Altitude	Maximale (Hmax)	m	64
	Moyenne (Hmoy)		34,5
	Minimale (Hmin)		-5
Indice de compacité de Gravelius (Kg)		---	2,2
Largeur du rectangle équivalent (I)		Km	9,04
Longueur du rectangle équivalent (L)		Km	126,41
Longueur du cours d'eau principal (Lp)		Km	48,26
Densité de drainage (Dd)		Km/Km ²	0,27
La densité hydrographique (F)		---	0,08
Temps de concentration (Tc)		h	41,3

1.2.4. Relief et hypsométrie du bassin

1.2.4.1. Le relief

Globalement dans la région de Sédhiou le relief est essentiellement composé de plateaux, de vallées et de bas-fonds (ANSD, 2017). Dans le bassin de Soumboundou, en particulier, le relief est essentiellement plat avec une altitude maximale de 64 m que l'on retrouve sur les zones de plateau (carte 3). L'altitude la plus basse est retrouvée au niveau du lit du fleuve avec une valeur de -5 m. En général le relief du bassin est caractérisé par des altitudes faibles dont les minimas sont constatés au niveau du cours d'eau et ces altitudes augmentent de plus en plus que l'on s'éloigne du lit majeur. Cette situation caractéristique du bassin de l'amont à l'aval fait que nous avons un relief avec des altitudes variables.

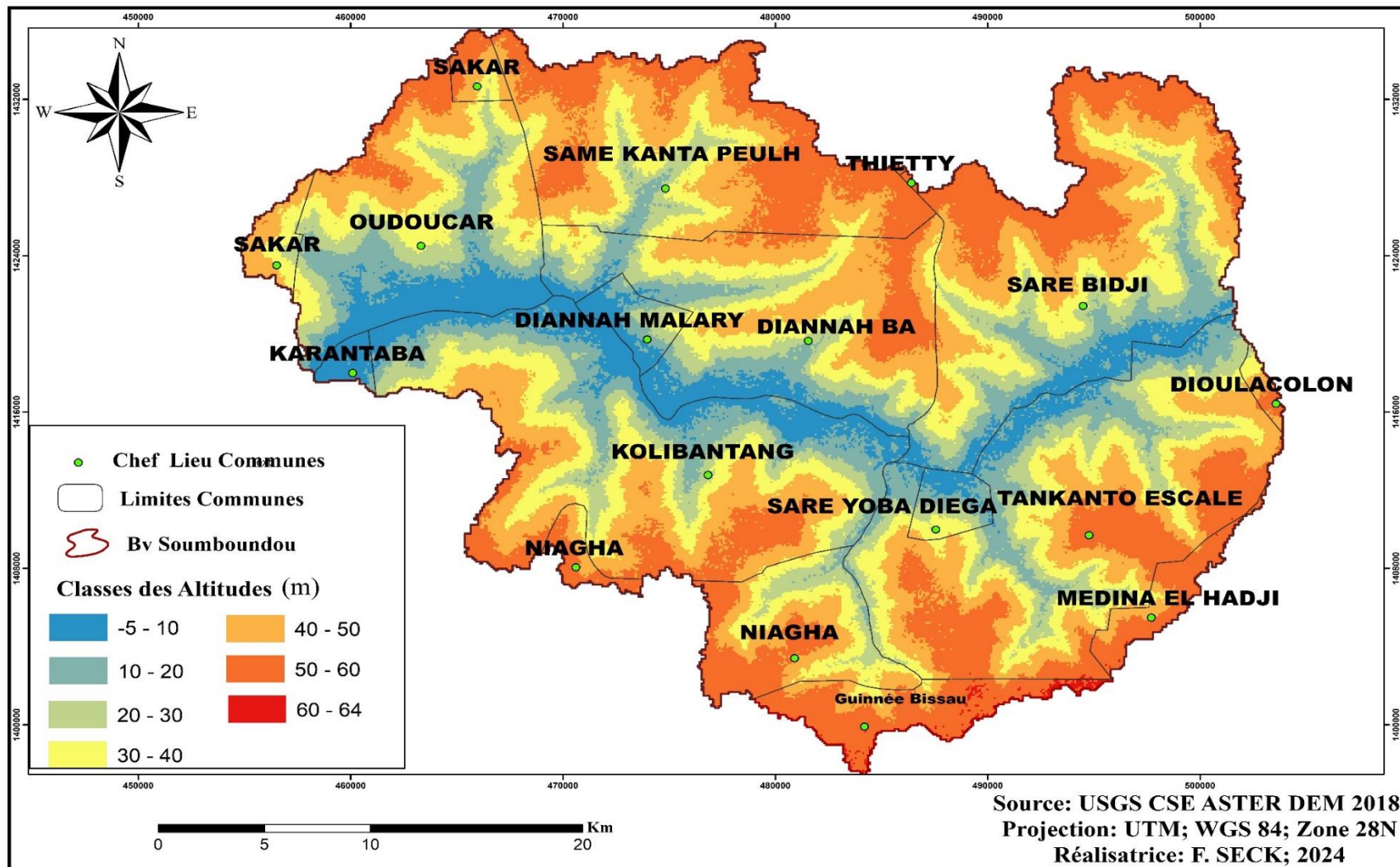


Carte 3 : Représentation des altitudes du bassin de Soumboundou

1.2.4.2. L'hypsométrie du bassin

L'analyse hypsométrique est très utile pour l'étude du relief. Elle permet de comprendre la relation entre les paramètres hydro climatiques (précipitations, écoulement de surface et bilan d'eau...) et l'altitude du bassin. Il devient donc impératif d'étudier la répartition de la superficie du bassin par classe d'altitude. Pour l'étude de l'hypsométrie dans le bassin versant De notre étude nous avons exploité le modèle numérique de terrain avec Arc gis. Cela nous a permis de faire une cartographie du bassin en mettant en exergue 7 classes d'altitudes d'amplitude 10 (Carte 3). Nous avons ensuite effectué un calcul des superficies en fonction de ces classes d'altitude en valeur absolue et après en pourcentage (Tableau 4). Pour finir, ces pourcentages ont été cumulés par ordre décroissant pour permettre le traçage de la courbe hypsométrique.

Sur la carte 4 nous pouvons apercevoir 7 classes d'altitudes dont les plus faibles abordent le lit majeur du cours d'eau et les plus élevées se manifestent de plus en plus que l'on s'éloigne du lit majeur.



Carte 4 : Représentation des classes d'altitude du bassin versant de Somboundou

Dans le tableau 4 ci-dessous nous pouvons lire que la classe d'altitude qui occupe le plus d'espace est la tranche de 40 – 50 avec 24,6 % elle est suivie de près par les tranches de 50 - 60 et de 30 - 40.

Tableau 5 : Répartition des surfaces en fonction des classes d'altitude

Classes d'altitude	Surface partielle (Km2)	% Superficie
-5 - 10	98,2	8,6%
10 - 20	133,7	11,7%
20 - 30	156,7	13,71%
30 - 40	220,8	19,32%
40 - 50	282,04	24,68%
50 - 60	248,8	21,77%
60 - 64	2,4	0,21%

A partir de la figure 1 représentant l'histogramme du bassin versant nous pouvons relever deux groupes dont l'une réfère aux altitudes basses et l'autre aux altitudes hautes du bassin avec comme point de référence les 40m d'altitude. En premier les altitudes inférieures à 40 m se présentent sur 53,33 % de la superficie du bassin. Cette surface correspond aux pentes et versants convergeant vers le lit du fleuve ou on peut trouver les vallées inondables. La deuxième partie regroupe les altitudes supérieures à 40 m qui polarise 46,66 % de la superficie du bassin. Ces surfaces représentent les zones de plateaux localisés pour la plupart vers les limites du bassin. La courbe hypsométrique fournit une synthèse de la pente du bassin versant, donc du relief. Elle représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude. La courbe hypsométrique peut servir à la détermination du temps de concentration. Des recherches récentes ont montré l'aspect général des courbes selon l'état d'érosion du bassin versant. Selon ces recherches le bassin versant d'étude revêt les caractéristiques d'un bassin abrupt, une jeunesse qui se symbolise par une superficie faible par rapport au changement d'altitude initiale.

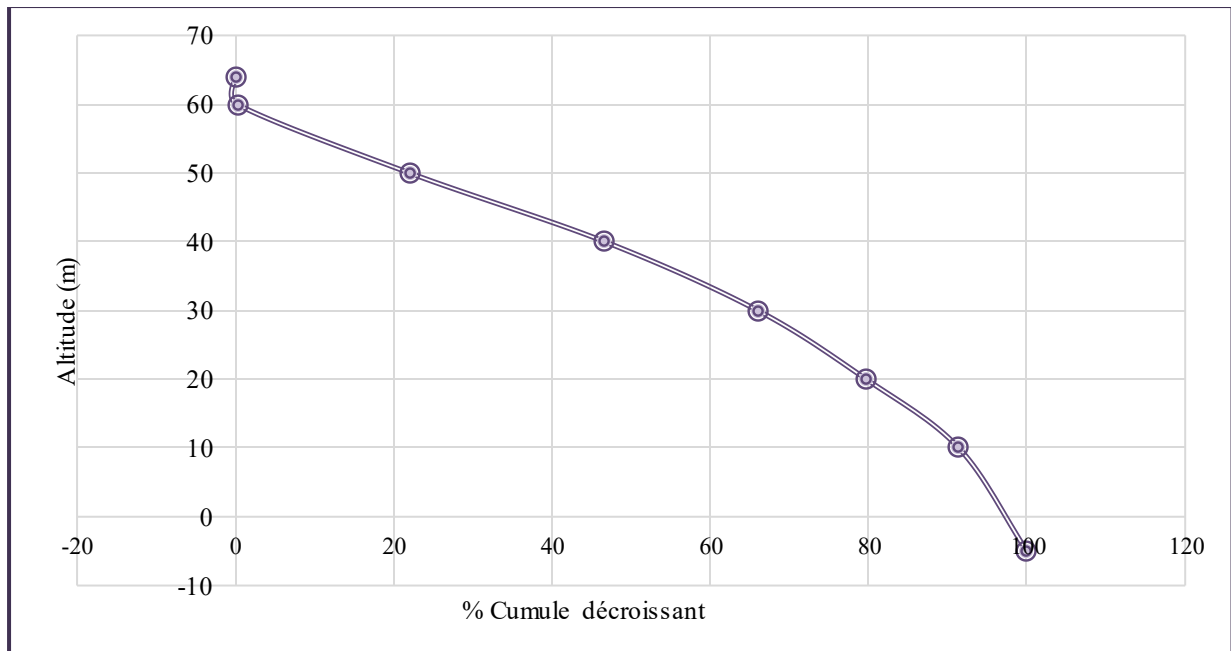


Figure 1 : Courbe hypsométrique du bassin versant de Soumboundou

1.2.5. Type et nature des sols

À l'image de la disponibilité en eau, le type de sol est un facteur très influent sur la qualité et la quantité des rendements agricoles. De même, il agit sur la dynamique de l'écoulement et de la rétention des eaux. Dans la région de Sédhiou, les types de sols rencontrés sont généralement : les sols ferrugineux tropicaux et/ou ferralitiques avec des variantes selon les conditions bioclimatiques ; les sols argilo-limoneux, localisés sur les pentes des vallées ; et les sols hydromorphes à gley salé, issus du contact alluvial fluviomarin. Ainsi, dans le bassin versant de Soumboundou, la répartition des sols est régie comme nous pouvons le lire sur la carte ci-dessous.

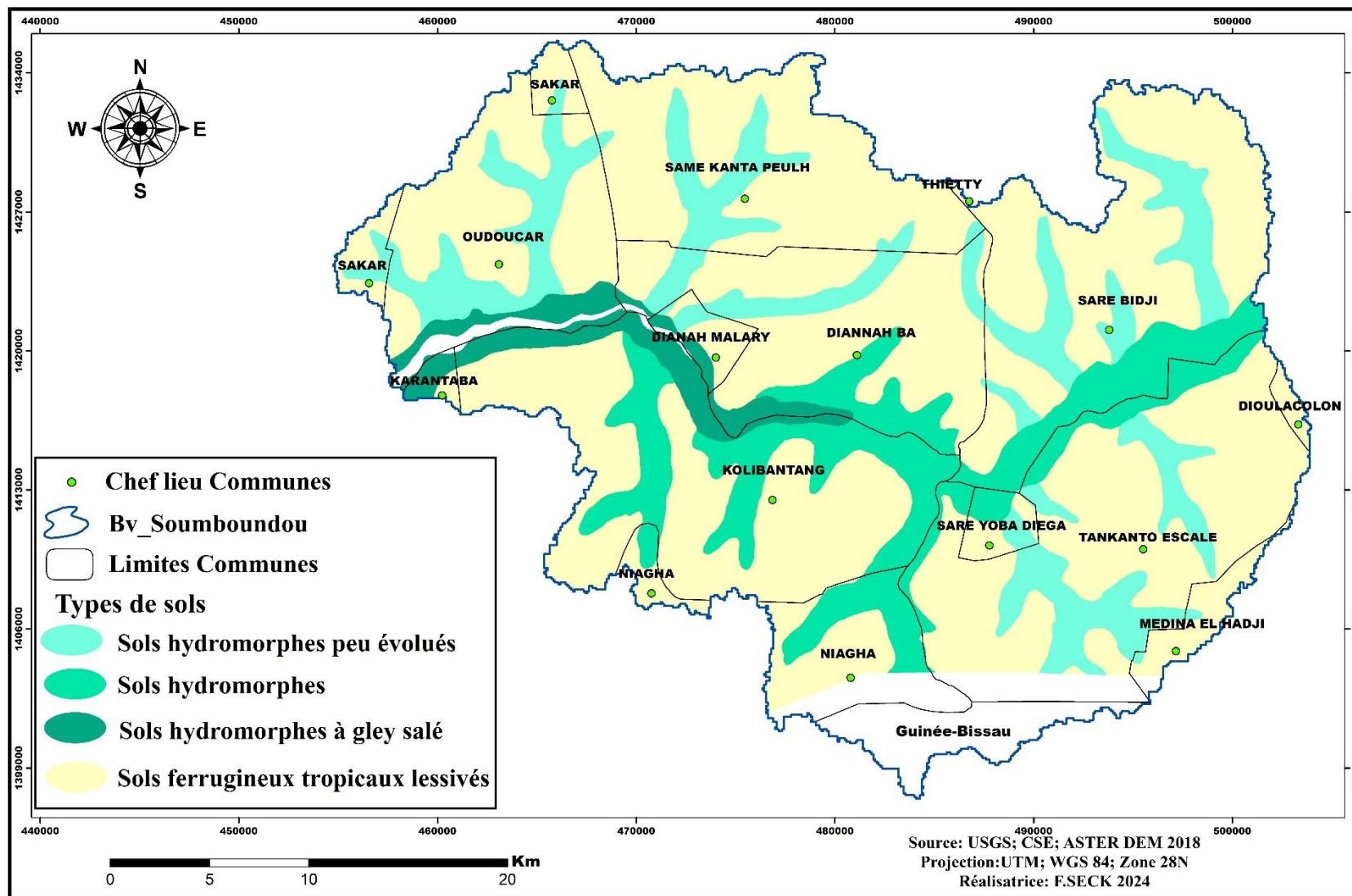
Nous avons d'abord, au niveau des plateaux, les sols ferrugineux tropicaux lessivés : ces types de sols ont une faible capacité de rétention des eaux pluviales (ils sont très sensibles à l'érosion hydrique). Dans la classification française (G. Aubert), les sols ferrugineux tropicaux constituent une sous-classe des sols à sesquioxydes fortement individualisés et à humus de décomposition rapide. Ces sols comprennent deux groupes : les sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés ; et les sols ferrugineux tropicaux lessivés. Ce dernier se subdivise en sous-groupes : sans concrétions, avec concrétions, et à cuirasses (Fauck, R., 1965).

Tandis que les vallées inondables sont caractérisées par les sols hydromorphes peu évolués d'apport, sur matériau colluvial, et les sols hydromorphes, sur matériau alluvial. Les sols

hydromorphes évoluent sous l'influence d'un excès d'eau temporaire ou permanent, affectant l'ensemble ou seulement une partie du profil. Cet excès d'eau peut être dû à une submersion ou à la présence d'une nappe temporaire ou permanente. L'imperméabilité du matériau, associée à un drainage externe faible, peut également suffire à provoquer l'hydromorphie, qui peut orienter l'évolution de la matière organique et, sous certains types de végétation, provoquer son accumulation (Keita, 2000).

En fin de compte, sur la majeure partie du lit du cours d'eau principal, les sols hydromorphes à gley salé offrent des potentialités importantes, notamment pour la riziculture, mais restent difficilement aménageables du fait de leur texture.

Dans notre zone d'étude, nous retrouvons ces quatre types de sols, avec en majorité les sols hydromorphes peu évolués et les sols ferrugineux tropicaux lessivés. Les sols hydromorphes à gley sont également présents dans les trois communes, mais surtout dans la commune d'Oudoucar, qui se trouve en aval du fleuve.



Carte 5 : Représentation des types de sols du bassin versant de Soumboundou

Dans la répartition des sols nous pouvons constater que le bassin de Soumboundou ne comptabilise que 4 types de sols. Sur le tableau ci-dessus nous pouvons lire la nette supériorité des sols ferrugineux tropicaux en termes d'occupation d'espace, à savoir 67,2% de la surface totale (tableau 4). La forte présence de ces sols à faible capacité de rétention peut être à l'origine d'une faiblesse des écoulements à la surface. Cependant l'imperméabilité des sols hydromorphes permet de se rattraper sur ces écoulements. Finalement, les sols hydromorphes à Gley salé occupent le moins d'espace avec 4,1% seulement (tableau 4). La nature du sol intervient sur la rapidité de montée des crues et sur leur volume. En effet, le taux d'infiltration, le taux d'humidité, la capacité de rétention, les pertes initiales, le coefficient de ruissellement (Cr) sont en fonction du type de sol et de son épaisseur (Musy, 2005).

Tableau 6 : Superficie des types de sols répertoriés dans le bassin de Soumboundou (Source : MNT du bassin de Soumboundou)

Types de sols	Surface (Km ²)	%
Sols hydromorphes peu évolués d'apport, sur matériau colluvial	164,6	15,3
Sols hydromorphes, sur matériau alluvial	144,3	13,4
Sols hydromorphes à Gley salé	43,9	4,1
Sols ferrugineux tropicaux lessivés	722,8	67,2
TOTAL	1075,7	100

1.2.6. Les formations végétales

La Casamance est connue pour sa végétation luxuriante avec des espèces diversifiées. Cependant, les pratiques humaines comme le défrichage, la coupe du bois...ainsi que la salinisation sont des phénomènes de dégradation à ne pas négligés. Dans le domaine du Pakao, cette végétation est tout aussi diversifiée et nous pouvons déceler un grand potentiel dans le bassin versant de Soumboundou. La commune de Diannah Bah disposait d'importantes ressources végétales par la présence de la forêt classée de Sadjala qui couvre une superficie de 11900 ha (PTI Diannah Ba, 2021-2023). Aujourd'hui, ces formations végétales ont presque disparu à cause des effets négatifs du changement climatique. Quelques formations de mangroves seulement sont aperçues sur les bordures du marigot notamment vers le barrage de Diopcounda.

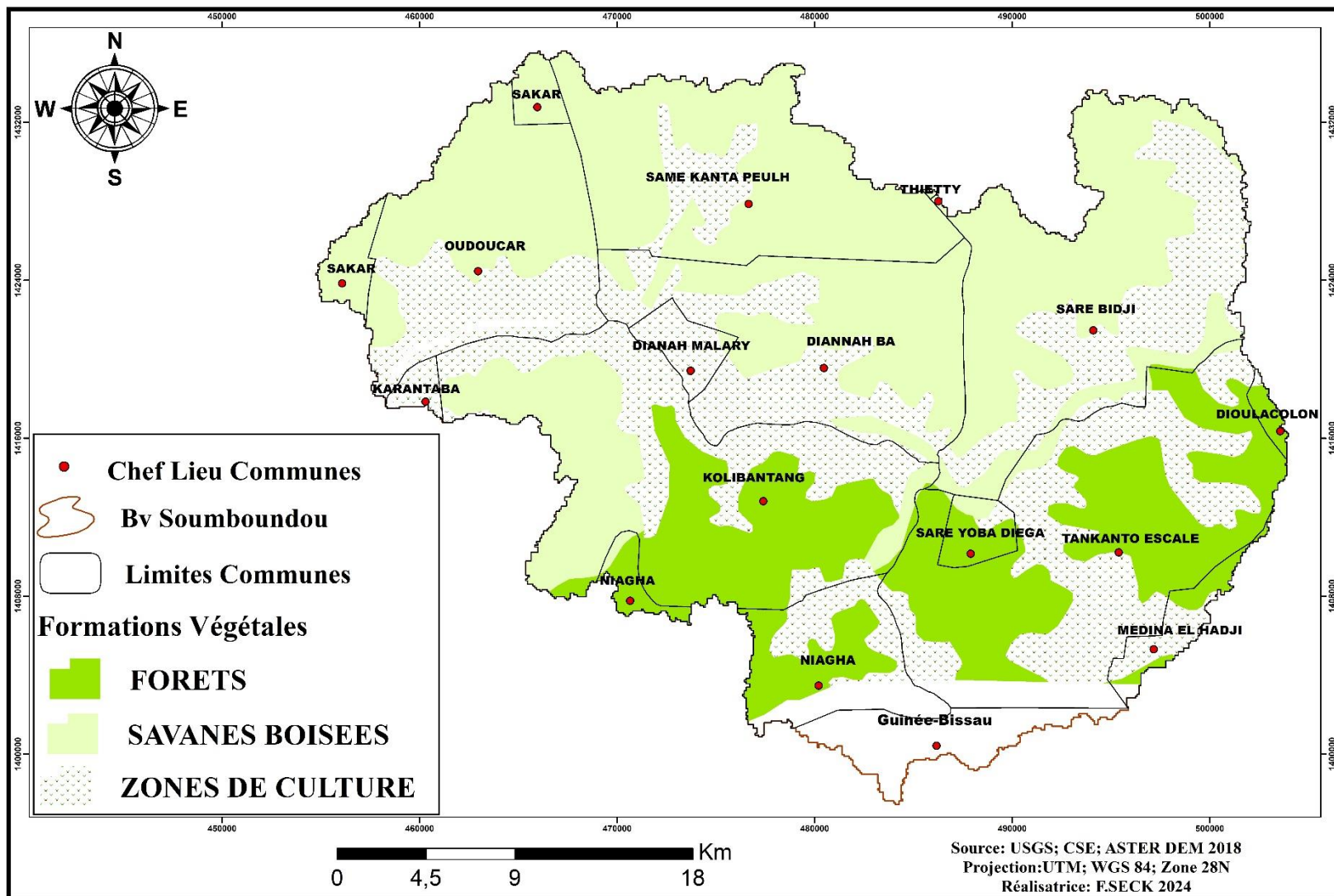
Dans un bassin versant, la végétation fait partie des éléments dont influence l'écoulement en surface. Le couvert végétal retient, selon sa densité, sa nature et l'importance de la précipitation, une proportion variable de l'eau atmosphérique. Cette eau d'interception est en partie soustraite à l'écoulement (Musy, 2005).

La forêt, par exemple, intercepte une partie de l'averse par sa frondaison alors qu'à l'inverse, le sol nu, de faible capacité de rétention favorise un ruissellement très rapide. L'érosion de la terre va généralement de pair avec l'absence de couverture végétale, cas de la commune de Diannah Malary.

La végétation peut être appréciée en dressant une carte du couvert végétal (ou carte de l'occupation des sols). A défaut d'une telle carte, on calcule le taux de forestation (K) défini par le rapport, exprimé en pourcent, de la superficie recouverte de forêt à celle du bassin versant.

$$K = \frac{\text{Surface des forêts}}{\text{Surface totale du bassin}} \cdot 100$$

On peut calculer ce type d'indice avec d'autres couvertures végétales telles que les cultures. De même que pour les types de sol nous ne pouvons faire l'analyse que sur la partie du bassin située en territoire sénégalais.



Carte 6 : Distribution de la couverture végétale du bassin de Soumboundou

L'analyse de la répartition du couvert végétal dans le bassin révèle une nette différenciation spatiale : les formations forestières se concentrent au sud, tandis que le nord est dominé par les savanes boisées et les zones agricoles, principalement établies le long des cours d'eau. Cette localisation des cultures, corrélée à celle de l'habitat humain, s'explique par la proximité des centres de peuplement souvent implantés en bordure des rivières. Le tableau 5 indique que les savanes boisées constituent la formation dominante, couvrant 46,9 % du bassin, soit plus du double de la superficie occupée par les forêts, qui représentent 22,3 % du territoire.

Tableau 7 : Répartition de la superficie en fonction des formations végétales du bassin

(Source : MNT bassin Soumboundou)

Formations végétales	Superficie Km	Taux de forestation(K)
Savanes boisées	476,6	46,9
Zones de culture	311,0	30,7
Forets	226,5	22,3
Total	1014,2	100

1.2.7. Les caractéristiques climatiques

La région se trouve dans le domaine climatique soudano guinéen présentant des précipitations qui s'étalent de juin à octobre et une saison sèche qui couvre la période de novembre à mai. Les cumuls moyens des pluies sont estimés à 1.000 mm/an.

La région de Sédhiou se distingue par un régime pluviométrique relativement élevé à l'échelle nationale, avec des précipitations annuelles oscillant entre 700 et 1 300 mm, concentrées principalement entre les mois de juin et d'octobre. Ce climat confère à la région un statut de zone humide, où même les mois les plus secs enregistrent des précipitations non négligeables. En moyenne, le cumul annuel des précipitations avoisine les 1.000 mm.

Sur le plan thermique, la région connaît deux principales saisons : une saison des pluies caractérisée par une chaleur intense, une forte humidité et une couverture nuageuse importante, et une saison sèche marquée par une chaleur caniculaire, une humidité persistante et une nébulosité partielle. Les températures moyennes mensuelles les plus basses sont relevées en décembre et janvier, avec des valeurs variant entre 25 et 30°C. À l'inverse, les pics thermiques sont observés entre mars et septembre, avec des températures comprises entre 30 et 40°C (ANSD, 2019).

La région présente ainsi une amplitude thermique notable à l'échelle annuelle. Par ailleurs, l'analyse diachronique des données climatiques met en évidence une variabilité interannuelle marquée, traduisant les effets du changement climatique sur les régimes météorologiques locaux.

II. Le cadre humain du bassin

La composition et la dynamique du peuplement dans le bassin versant de Soumboundou sont des facteurs clés de notre problématique. Cette partie est d'autant plus nécessaire car nous abordons la question sur les activités socio-économiques en particulier l'agriculture. Ainsi, il s'agira donc de parler de l'historique du peuplement, de répartition de la population, des activités économiques dans le bassin versant du Soumboundou.

II.1. Historique de peuplement

Dans cette étude il est primordial de passer par l'historique de la création de la région de Sédhiou qui abrite le bassin versant de Soumboundou pour avoir un aperçu sur l'évolution de la population.

Ville très ancienne, Sédhiou fait partie du patrimoine historique du Sénégal. Pendant longtemps, jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle, Sédhiou était la capitale de la Casamance (Koté, 2020). De l'occupation des territoires Africains qui sont appelés par les conquérants blancs « les terrains vacants sans maîtres » jusqu'aux indépendances, la commune de Sédhiou a fait l'objet d'une évolution remarquable mais coupée entre temps par des périodes difficiles du fait des guerres et autres facteurs similaires (Sonko, 2012). En effet, la ville va perdre de son influence à partir de l'implantation du port économique de Ziguinchor marquant du même coup par le transfert de la capitale de Sédhiou à Ziguinchor en 1906 (Profil migratoire, Sédhiou, 2016). Ainsi, malgré ce fait historique, Sédhiou tardera à être érigée en région, il fut d'abord département de la région de Kolda et donc ce n'est que grâce à la loi 2008-14 du 18 Mars 2008 que ce département est érigé en région.

Sur le domaine agricole, la région a depuis longtemps enregistré cette activité comme une des premières sources de revenu. Certaines réalisations ont pu très tôt booster ce secteur à l'image de la station agricole de SEFA. En effet, c'est sur le bas plateau qui s'étend entre le fleuve Casamance et son affluent le Soungrougrou que la CGOT (Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux) a choisi d'implanter en 1948 la station agricole (Sané, 2018).

II.2. Structure de la population

Dans cette partie nous procéderons à l'étude de la structure de la population sur le plan de la taille, de l'ethnie, de la religion et en fonction de l'âge. Les analyses aussi seront faites par commune car les données que nous avons sont différentes dans chacune.

II.2.1. Taille de la population

- Diannah Malary : D'après les données collectées à l'ANSD de Sédhiou, la population de la commune de Diannah Malary en 2015 était estimée à 3274 habitants. Soit 1696 hommes et 1578 femmes. La Commune de Diannah-Malary a une population à dominante masculine. Sa structure urbaine est très linéaire, avec un bloc compact qui contient l'essentiel des infrastructures urbaines auquel est rattaché le quartier de Kéréwane. La Commune compte ainsi trois quartiers : les quartiers de Doumassou, Santassou groupés et le quartier de Kéréwane un peu plus loin à environ 1Km.
- Diannah Ba : Selon les résultats issus du dernier Recensement Général de la Population de l'Habitat de l'Agriculture et de l'Elevage (RGPHAE) de 2013 du Sénégal, la commune de Diannah Ba a une population totale de 7206 habitants dont 3771 femmes avec une densité de 77 habitants au km². En 2018, l'évolution démographique, selon les projections de l'ANSD, révèle une population estimée à 8505 habitants, soit 52,3 % de femmes
- La population d'Oudoucar elle est estimée à près de 10.224 habitants (PDC Oudoucar 2016-2021)

Tableau 8 : Répartition de la population de la zone d'étude en fonction des communes (Source : ANSD, 2022)

Commune	Homme	Femme	Pop Total
Oudoucar	6 952	7 052	14 004
Diannah Malary	2 147	1 998	4 145
Diannah BA	4 645	5 100	9 745
TOTAL	13744	14150	27894

II.2.2. Ethnie et religion

Dans les trois communes, la répartition ethnique de la population montre une prédominance des Mandingues suivis des Peulhs qui s'activent généralement dans l'élevage du bétail. A côté de

ces groupes ethniques, on enregistre dans le bassin versant du Soumboundou des communautés minoritaires à savoir les Manjaques ou effectifs et les Balantes ou effectifs, les Diolas ou effectifs, les Wolofs, les Sarakolés et les Mansonké ou effectifs. Les principales confessions de foi pratiquées dans la zone sont l’Islam et le Christianisme mais avec une forte majorité de musulmans qui sont habituellement des Mandingues et des Peulhs.

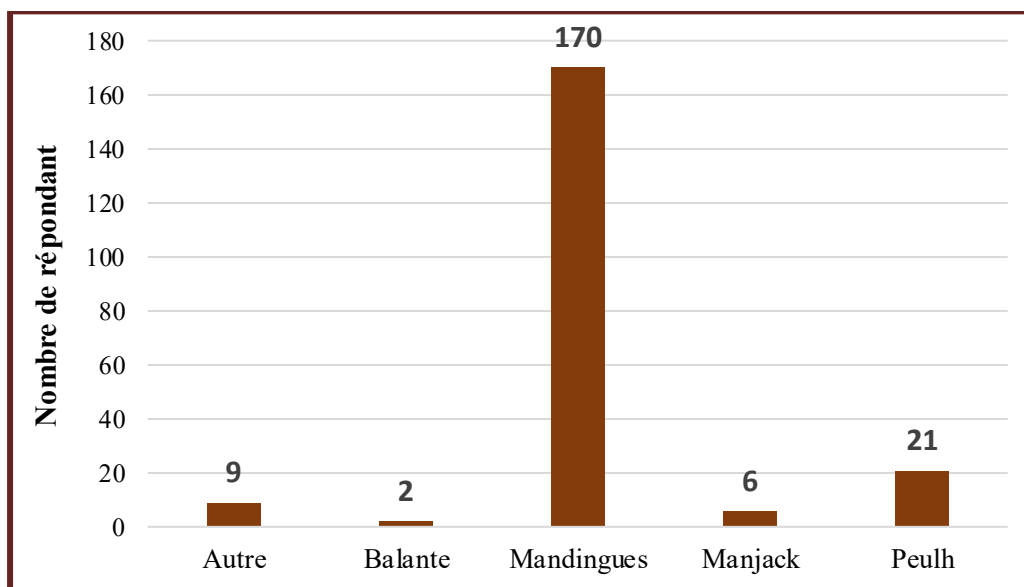


Figure 2 : Répartition des ethnies selon le nombre de répondant, enquêtes de terrain, janvier 2023

Le tableau 7 nous permet de mettre un chiffre sur la majorité de l’ethnie mandingue sur 208 personnes enquêtées. Ainsi 81,7 % des répondants sont des mandingues et 10,1 % des peulhs. Les Manjaques et Balantes suivent avec respectivement 2,9 % et 1 % des répondants. Dans la proportion autre nous retrouvons les minorités de Mansonké, Bambara, Sarakholé et Sérère qui font 4,3 % tous réunis.

Tableau 9 : Répartition du nombre de répondant par ethnie (Source : Données Enquêtes, janvier 2023)

Ethnies	Nombre	Pourcentage %
Autre	9	4,3
Balante	2	1,0
Mandingues	170	81,7
Manjacques	6	2,9
Peulh	21	10,1
Total général	208	100

II.2.3. Structure par âge

La population de la zone est particulièrement jeune et à dominance masculine. Cependant l'âge des exploitants agricoles est principalement compris entre 46 et 65 ans (fig.3) ce qui montre que le travail agricole est laissé aux personnes âgées même s'ils sont aidés dans les champs par leur jeunes fils et filles. Les femmes aussi sont très actives dans l'agriculture en se chargeant de la riziculture de bas-fonds.

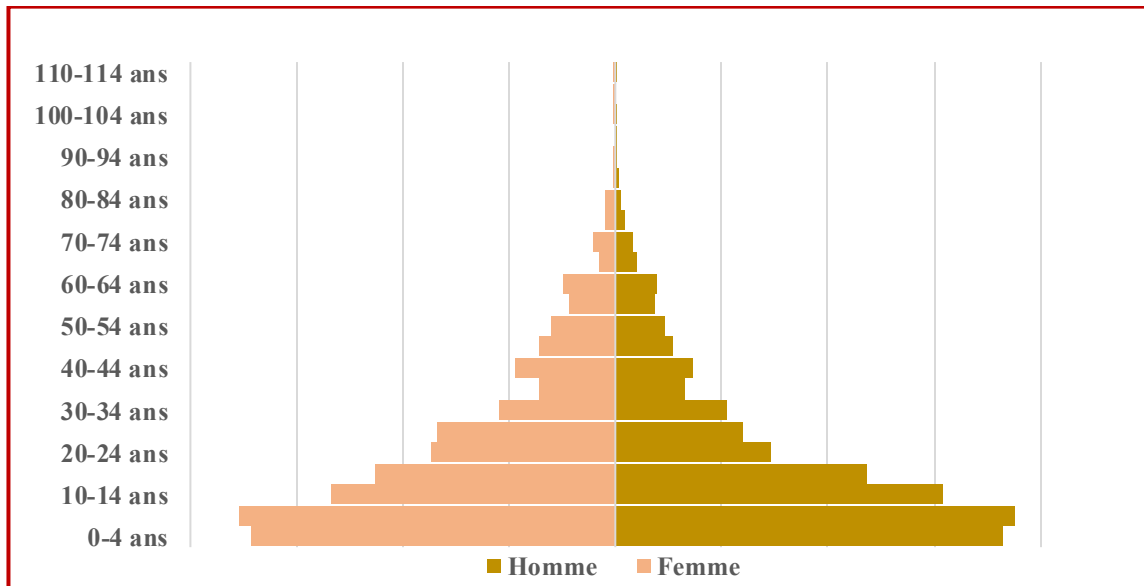


Figure 3 : Pyramide des âges de la population des communes de Diannah Ba, Diannah Malary et Oudoucar (Source : ANSD, 2013)

Tableau 10 : Nombre absolu et pourcentage des habitants en fonction de l'âge (Source : ANSD, 2013)

Age	0 - 20		20 - 60		60 - plus	
	H	F	H	F	H	F
Nbre						
Absolu	6 440	5 953	2 821	3 441	484	551
Pourcentage%	31	29	14	17	2	3
Total Absolu	12 393		7 197		1 036	
Total Pourcentage%	60,1		34,9		5,0	

La pyramide des âges des trois communes étudiées démontre une nette supériorité de la population jeune en présentant une base large avec un rétrécissement progressif vers le sommet. Cette différence est traduite en chiffre ci-dessous.

Ainsi plus de la moitié de la population (60,1 %) est âgé de moins de 20ans suivi par la population adulte qui représente 34,9 %. La forte minorité de personnes âgées (5 %) témoigne de la faiblesse de l'espérance de vie. A côté, la majorité des jeunes et adultes est un point favorisant la forte main-d'œuvre pour les activités agricoles. Cependant d'autre phénomène social comme la migration s'érige en fléau ravageur sur cette main d'œuvre.

Conclusion du chapitre II

Dans l'ensemble, le relief du bassin versant de Soumboundou se caractérise par sa platitude. Avec une altitude maximale de 64m et 24,68 % de la superficie ayant des altitudes entre 40 et 50m nous avons une prédominance du relief de plateaux qui se succède par de légères pentes formant ainsi des vallées en allant vers le lit du cours d'eau. Le potentiel pédologique de la zone est constitué de sols argilo-sableux, les sols ferrugineux, tropicaux et/ou ferralitiques, les sols minéraux à Pseudo Gley et les sols hydromorphes à limoneux. La zone possède aussi une grande diversité végétale et un réseau hydrographique bien fourni. Sur le domaine climatique on note une bonne pluviométrie dans l'ensemble. La température aussi connaît une évolution à la hausse au fil des années, la zone reste un domaine à forte chaleur, ce qui incite à une étude de la variation climatique de la zone.

Sur le cadre humain, cette zone de la région de Sédhiou appelé le Pakao regorge d'un potentiel historique impressionnant. La domination de l'ethnie mandingue y est flagrante avec une islamisation presque complète des terroirs. Ce peuple encore très conservateur est marqué par une majorité de jeunes à l'image de toute la région de Sédhiou d'ailleurs. De même la gent féminine est aussi majoritaire sauf dans la commune de Diannah Malary qui prise à part démontre le contraire.

CONCLUSION PREMIERE PARTIE

Dans cette première partie nous avons présenté et décrit le cadre de notre travail et de l'entité spatial considéré dans ce travail à savoir le bassin versant de Soumboundou. La zone d'étude, délimitée à six villages situés dans les communes d'Oudoucar, Diannah Malary, et Diannah Ba, a été choisie en raison de l'urgence de stratégies efficaces pour une meilleure gestion des ressources en eau, essentielle à l'agriculture de subsistance locale. Une revue documentaire a

permis de mettre en lumière différentes perspectives sur cette problématique, enrichissant notre approche, ainsi que des définitions variées des concepts clés du sujet. Une méthodologie simple et structurée a été adoptée, incluant des analyses et des illustrations basées sur des observations concrètes. Les caractéristiques physiques et humaines du bassin versant ont également été étudiées. Le relief plat favorise l'agriculture, bien que la salinité croissante des vallées pousse à privilégier les plateaux. Les sols dominants, majoritairement ferrugineux tropicaux lessivés (67,2 %), présentent une faible rétention d'eau et une sensibilité à l'érosion, tandis que les sols hydromorphes des vallées offrent un meilleur potentiel agricole. La végétation est principalement constituée de savanes boisées (46,9 % de la surface), avec une présence significative de terres agricoles (30,7 %). Sur le plan humain, l'histoire de la ville de Sédhiou témoigne de son importance régionale, ayant été capitale de la Casamance jusqu'en 1906 avant que ce rôle ne soit transféré à Ziguinchor. Sédhiou n'est devenue une région qu'en 2008. Avec une population jeune (60,1 %), la zone dispose d'un fort potentiel de régénération démographique, mais aussi de défis liés à la formation, à l'insertion et à la dépendance économique.

DEUXIEME PARTIE : LE BASSIN VERSANT DU SOUMBOUNDOU :

VARIABILITE CLIMATIQUE ET HYDROLOGIQUE

Cette partie fait l'objet d'une étude de la variabilité climatique et celle hydrologique du bassin versant de Soumboundou. Dans le chapitre 1 nous avons une caractérisation de trois éléments du climat dans la région de Sédhiou. L'étude de leur variabilité nous permet de situer les impacts du changement climatique dans la région et de trouver les facteurs climatiques influents dans la dynamique du bassin versant. Leur variabilité étant liée nous succéderont l'étude de celle climatique à celle hydrologique. Ainsi dans le chapitre 2 nous ramenons quelques éléments de la dynamique hydrologique afin de situer les enjeux hydrologiques du bassin en plus d'une étude sur la disponibilité de l'eau dans le bassin. Cette étude cible des éléments qui nous permettent de faire la corrélation sur l'état de la ressource eau et l'activité agricole.

CHAPITRE III : LA VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DE

SOUMBOUNDOU

Les variables climatiques sont très déterminantes dans l'équilibre fonctionnel des éléments de la nature. Le phénomène des changements climatiques qui à ce jour sont très ressentis dans le monde entier sont des facteurs déterminant dans l'évolution des ressources naturelles, particulièrement les ressources en eau. Dans notre zone d'étude, les impacts de ce phénomène ne sont pas des moindres.

Par faute de données climatiques suffisantes, l'analyse se limitera à la pluviométrie, la température et l'évaporation d'autant plus qu'ils font partie des principaux éléments qui agissent sur la variabilité de la ressource en eau. Pour l'évaporation les données ont été recueillies à la station de Kolda qui s'avère être assez proche de notre bassin versant et qui est aussi une station synoptique. Par contre, les données pluviométriques et thermiques sont obtenues à la station de Sédhiou. Avec les données de ces stations, nous procédons à une étude des variations annuelles de la pluviométrie, de la température et de l'évaporation. Par ailleurs, cette étude sera faite sur la période de 1950 à 2021 pour une meilleure distinction des variations. La période débute en 1950 pour que l'on puisse avoir une longue marge d'étude et se termine en 2021 car c'est l'année à laquelle s'arrêtent les données pluviométriques que nous avons pu collecter.

I. Variabilité interannuelle de la pluviométrie et perceptions communautaires sur la période de 1950 à 2021

Sédhiou est une région avec des précipitations qui s'étalent de juin à octobre avec une saison sèche qui couvre la période de novembre à mai. La moyenne des précipitations tourne autour de 1000 mm par an (ANSD, 2014).

Ainsi en nous servant des données pluviométriques de la station de Sédhiou nous avons procédé à une étude de la variabilité annuelle, de l'évolution de la pluviométrie des années de sécheresse à nos jours et de la perception de la population avec l'aide de nos enquêtes.

Pour l'étude de la variabilité annuelle nous analysons l'écart à la moyenne, l'indice Standardisé de Précipitation (ISP) combiné avec le test de rupture de Pettitt et le test de tendance de Mann-Kendall. L'ISP nous permettra ainsi de différencier les années à pluviométrie négative et celles à pluviométrie positive pendant que le test de Mann-Kendall que nous avons étudié ici pour chaque décennie nous permet de savoir si on a une tendance à la baisse ou à la hausse. Le test

de Pettitt quant à lui nous permet de constater la rupture et de savoir en quelle année est ce qu'elle est survenue.

Les tests de Pettitt (PETTITT, 1979 ; DEMAREE, 1990) et de Mann-Kendall (Mann et Witney, 1947) sont des tests statistiques dits non paramétriques car ils ne font aucune hypothèse sur la distribution sous-jacente des données.

I.1. L'écart à la moyenne

L'analyse de ce paramètre nous permet de distinguer les années déficitaires et excédentaires par rapport à la moyenne pluviométrique de la période. Ainsi nous pouvons évaluer si la période comporte majoritairement des années de déficit ou d'excès, nous avons de ce fait un bon moyen de décrire la distribution de la pluviométrie dans le temps. Dans la période de 1950-2021 que nous avons considéré la moyenne pluviométrique est de 1281mm avec 37 années déficitaires et 35 années excédentaires par rapport à la moyenne, une valeur que l'on peut déjà rapporter à une bonne pluviométrie.

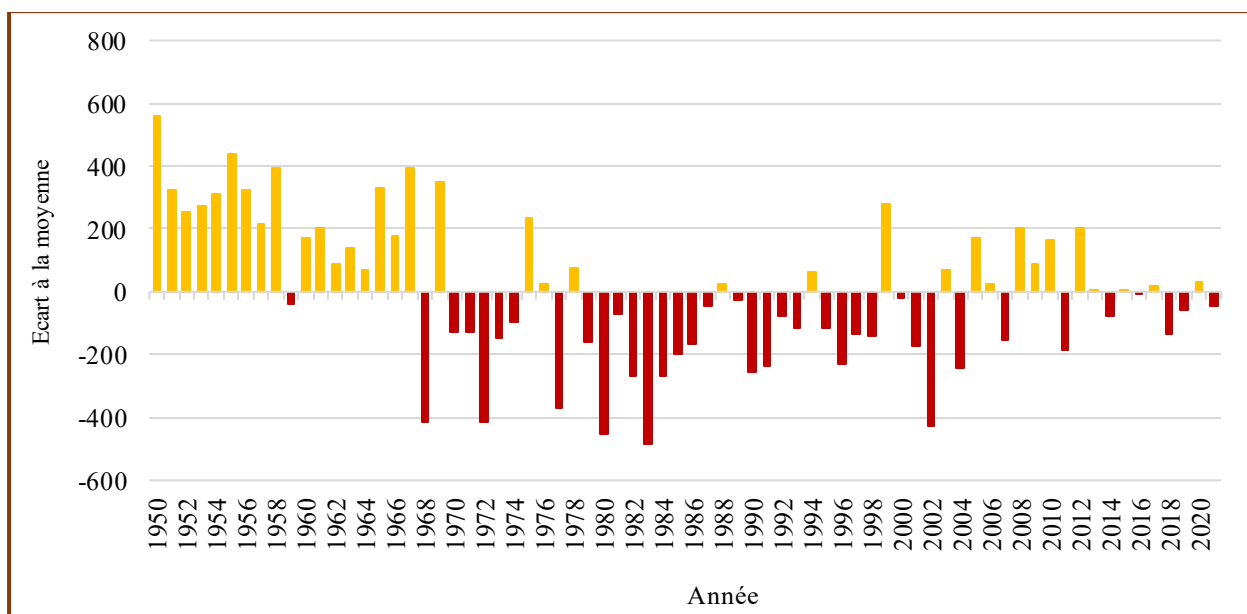


Figure 4 : Graphique des écarts à la moyenne de la pluviométrie à Sédhiou sur la période 1950-2021

I.2. L'indice standardisé des précipitations (ISP)

L'ISP est un indice permettant de mesurer la sécheresse météorologique. Il s'agit d'un indice de probabilité qui repose seulement sur les précipitations. Les probabilités sont standardisées de sorte qu'un ISP de 0 indique une quantité de précipitation médiane (par rapport à une climatologie moyenne de référence, calculée sur 30 ans). L'indice est négatif pour les sécheresses, et positif pour les conditions humides (Mc Kee et al. 1993). Cet indice exprime

ainsi la différence entre le cumul pluviométrique d'une année et la pluviométrie moyenne de la série divisée par l'écart-type de l'année concernée. Il est déterminé par la formule suivante :

$$ISP = \frac{Xi - Xm}{\sigma}$$

Avec : Xi (mm) = cumul pluviométrique d'une année i ; Xm (mm) = pluviométrie moyenne de la série ; et σ = écart-type de la période.

Après calcul des indices les résultats obtenus nous ont permis d'avoir le graphique ci-dessous.

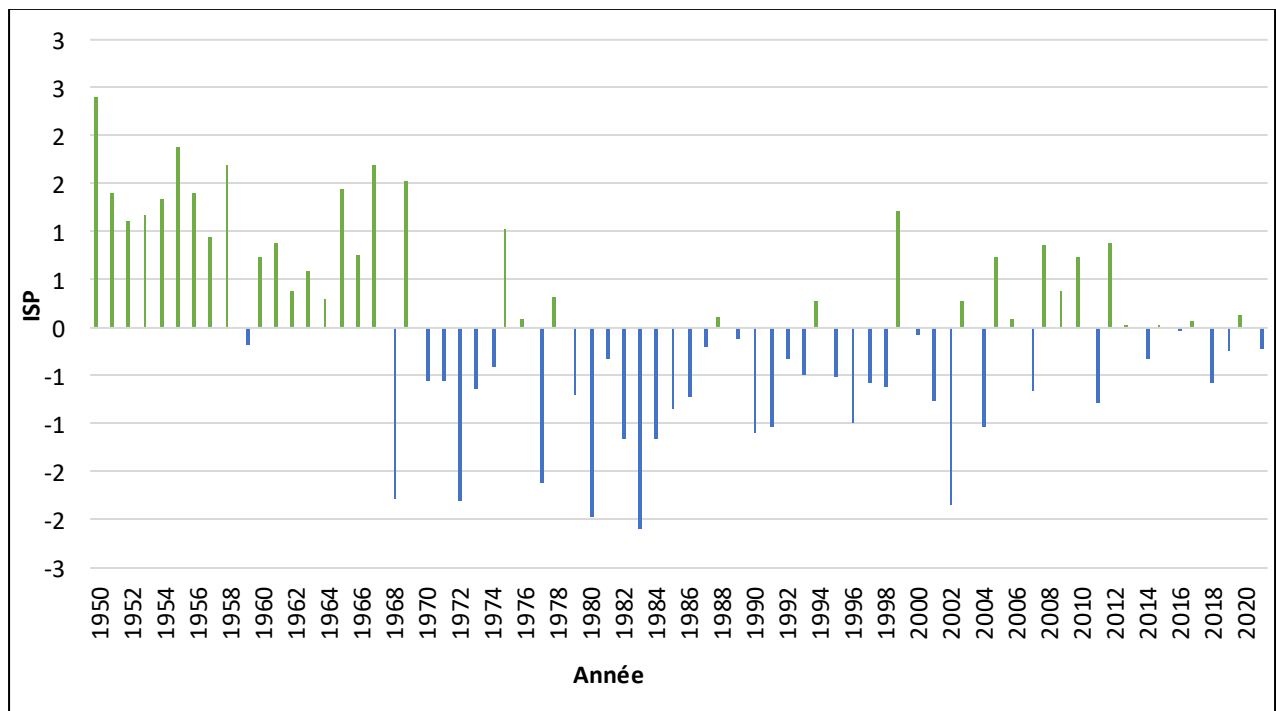


Figure 5 : Evolution de l'indice standardisé de la précipitation à la station de sédhiou

Pour chaque indice standardisé, il existe une classification des séquences. Pour l'indice standardisé des précipitations, la classification des données indiquée par Mckee *et al.* (1993) est donnée (donnée) dans le tableau 9.

Tableau 11 : Statistiques des séquences des indices standardisés de précipitation à Sédhiou de 1950 à 2021

Classe de l'indice	Séquences	Nombre	Fréquence (%)
$0,00 < ISP < 0,99$	Extrêmement humide	23	32
$1,00 < ISP < 1,49$	Sévèrement humide	8	11

1,50 < ISP < 1,99	Modérément humide	3	4
2,00 < ISP	Légèrement humide	1	1
0,00 < ISP < -0,99	Légèrement sèche	26	37
-1,00 < ISP < -1,49	Modérément sèche	5	7
-1,50 < ISP < -1,99	Sévèrement sèche	4	6
ISP < -2,00	Extrêmement sèche	1	1
Total		71	100

Source : Classification des séquences de sécheresse SPI (McKee *et al.*, 1993)

Dans la région de Sédhiou, les séquences de sécheresses sont généralement légères avec des fréquences d'apparition de 37% suivies des séquences de sécheresses modérées (7%) et des séquences sévèrement sèches à une fréquence de 6%. Les séquences de sécheresse extrêmes sont les moins fréquentes car une seule année est classée dans ces séquences. Pour l'humidité, selon les données de la station de Sédhiou, les séquences dominantes sont celles extrêmement humides avec une fréquence d'apparition de 32%. Elles sont suivies des séquences d'humidité sévère (11%), modérée (4%) puis légères (1%). Dans l'ensemble c'est la sécheresse qui domine légèrement dans la région avec une fréquence d'apparition de 51 %.

I.3. Le test de tendance de Mann-Kendall

Le test non paramétrique de Mann Kendall ou MK (MANN, 1945 ; KENDALL, 1975) est adopté pour déterminer la présence ou l'absence de tendance linéaire dans les séries pluviométriques analysées (POHLERT, 2018). Il permet de déceler l'existence d'une unique tendance globale au sein de la série analysée. Son utilisation progressive dans le sens direct et rétrograde, permet de mettre à jour des groupements de petites ou de grandes valeurs, ou bien encore une croissance ou une décroissance des valeurs prises par les mesures successives de la variable analysée (CHARRON ; 2009). Le test de Mann-Kendall nous a permis d'examiner l'existence d'une tendance linéaire (à la hausse ou à la baisse) sur une série chronologique. La nature de cette tendance est déterminée par le taux de Kendall selon qu'il soit positif ou négatif. Un taux positif correspond à une hausse tandis qu'un taux négatif correspond à une baisse. L'hypothèse H0 testée est « il n'y a pas de tendance ». Si p-value est inférieur à alpha, seuil de

significativité choisi, l'hypothèse H0 est rejetée et on conclut à l'existence d'une tendance significative, au seuil choisi.

Pour cette étude, nous avons appliqué le test pour chaque décennie sur la période de 1950 à 2021 pour apprécier la tendance sur chaque décennie et indiquer les différentes évolutions à chaque décennie. Les résultats des différents tests ont permis de déduire la nature et le caractère de la tendance à chaque décennie, tout cela étant consigné sur le tableau (10).

Par rapport au caractère de la tendance nous avons une baisse que pour deux décennies à savoir 1950-1959 ; 2010-2019. Le reste des décennies est marqué par une tendance à la hausse.

Tableau 12 : Résultats des tests de Man Kendall des 7 décennies de la période 1950-2021

Décennies	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Taux de Kendall	-0,2889	0,1556	0,1556	0,6444	0,2444	0,3778	-0,2000
p-value	0,2912	0,6007	0,6007	0,0091	0,3807	0,1557	0,4843
alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Nature de la tendance	Non Significative	Non Significative	Non significative	Significative	Non significative	Non significative	Non significative
Caractère de la tendance	Baisse	Hausse	Hausse	Hausse	Hausse	Hausse	Baisse

Source : Donnée station Sédhiou ; Excel

I.3.1. Le test de rupture de Pettitt

Le test de Pettitt a été utilisé pour mettre en évidence les éventuelles ruptures au sein des séries chronologiques des précipitations. Il s'agit d'un test qui permet de savoir s'il y a une année à partir de laquelle nous avons un changement et aussi de l'indiquer. Ainsi, les résultats du test nous ont permis de ressortir une courbe (cf. figure 5) pour mieux caractériser l'évolution des pluies à l'échelle décennale.

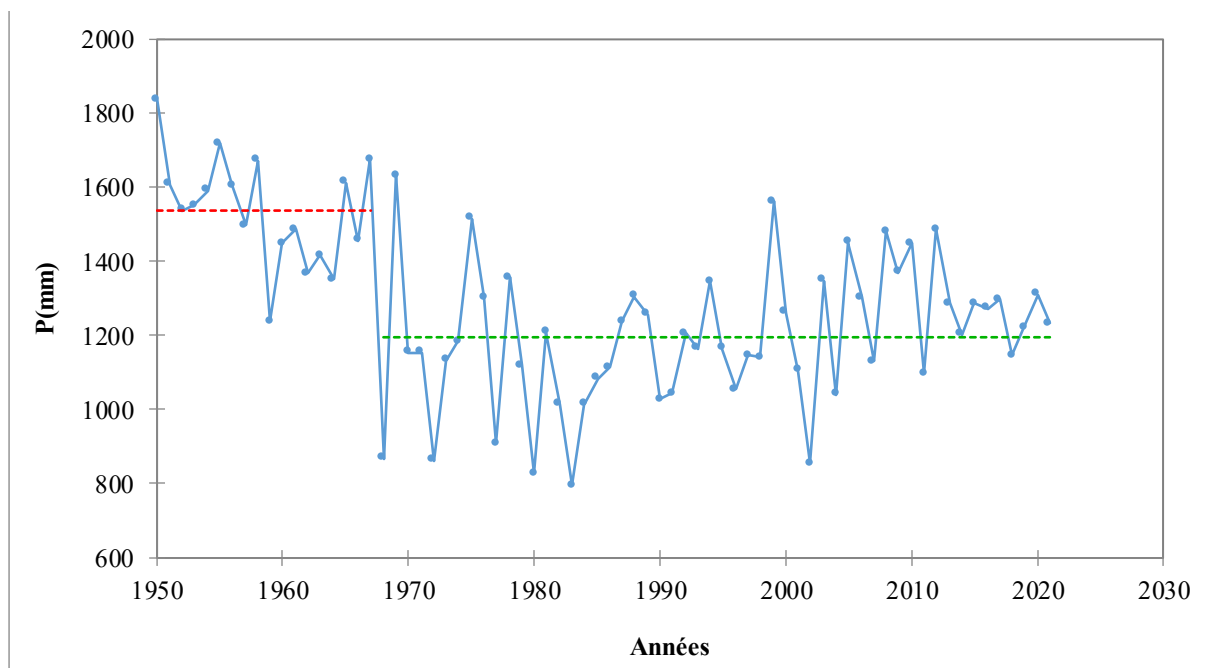


Figure 6 : Test de Pettitt appliqué à la série pluviométrique annuelle de Sédhiou de 1950-2021 (Source : Donnée station Sédhiou)

Tableau 13 : Résultat test de rupture

Année de rupture	Moyenne avant rupture (mm)	Moyenne après rupture (mm)	Taux de variation(%)
1967	1529,89	1195,93	-21,82

Source : Donnée station Sédhiou

Pour le test de Pettitt, la rupture est survenue en 1967 ce qui paraît normal car plusieurs études concernant le territoire sénégalais ont globalement montré une rupture dans la série des données pluviométriques vers les années 70 correspondant à une période de sécheresse. La période humide déterminée par la ligne rouge est comprise entre 1950 et 1967 tandis que le reste des années constitue la période sèche déterminée par la ligne verte. La moyenne pluviométrique avant la rupture (1529,89) est supérieure à la moyenne pluviométrique après la rupture (1195,93). De cette observation nous pouvons en déduire que la région n'a pas retrouvé son potentiel pluviométrique depuis la rupture.

I.4. Evolution interannuelle de la pluviométrie de 1950 à 2021

La région de Sédhiou, le Sénégal en général a été marquée par une période de grande sécheresse qui est actuellement très déterminante dans la réalité climatique du pays.

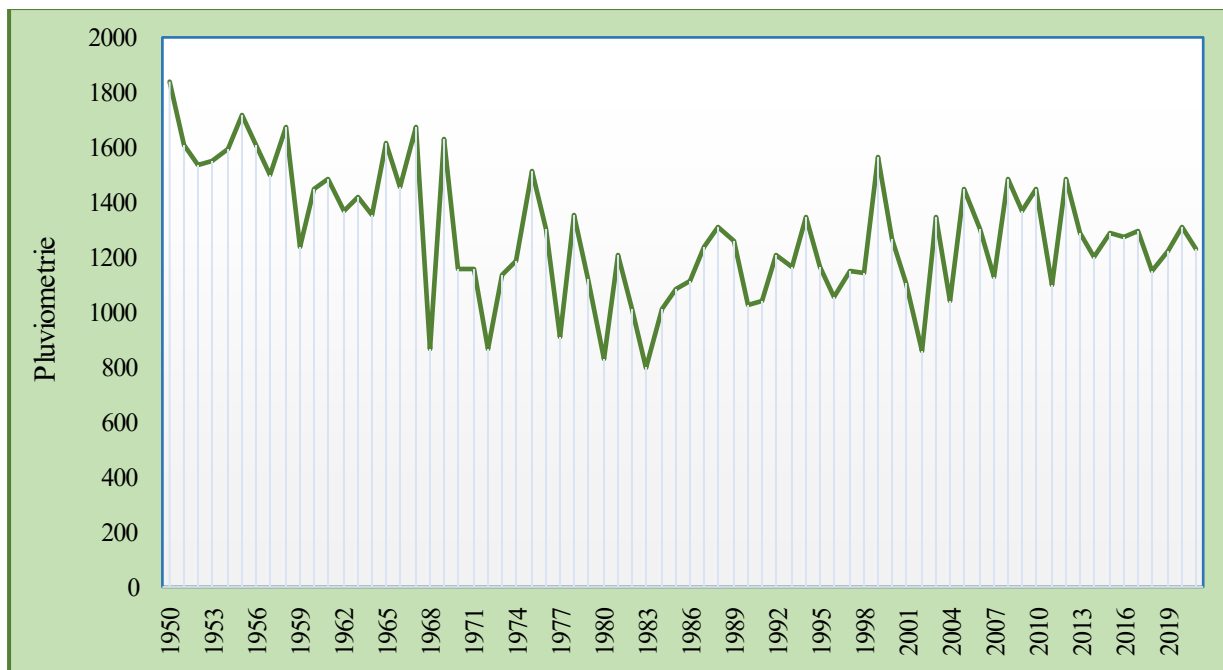


Figure 7 : Evolution interannuelle de la pluviométrie à la station de Sédhiou de 1950 à 2021
 La courbe indique au moins trois périodes pendant lesquelles le déficit pluviométrique est particulièrement distingué, il s'agit de 1970-1973, 1976-1977 et 1983-1984. Elles sont caractérisées par une dégradation des conditions pluviométriques et la mauvaise répartition des pluies dans le temps et dans l'espace. Après cette période, la tendance pluviométrique a un peu repris à la hausse vers 1998 et cela progresse jusqu'en 2021. Cependant, les quantités de pluies ont baissé (avec 1257,93 mm en moyenne entre 2001 et 2020) comparé à la décennie 1951-1960 (avec 1547,33 mm en moyenne). Dans l'ensemble, la pluviométrie annuelle de la région est très variable avec plusieurs hausses ou baisses importantes qui sont intervenues d'une année à l'autre.

I.4.1. Perception des populations sur l'évolution de la pluviométrie

La pluviométrie a beaucoup diminué depuis les années 70 mais elle tend à augmenter ces dernières années. La population estime que ces dernières années ils ont assez d'eau dans les champs au point d'être excessive comme pour la saison dernière. C'est ce que soutiennent 79,33 % de la population que nous avons interrogée contre 20,67 % qui estiment que ce n'est pas le cas car pour la plupart d'entre eux la pluviométrie est instable.

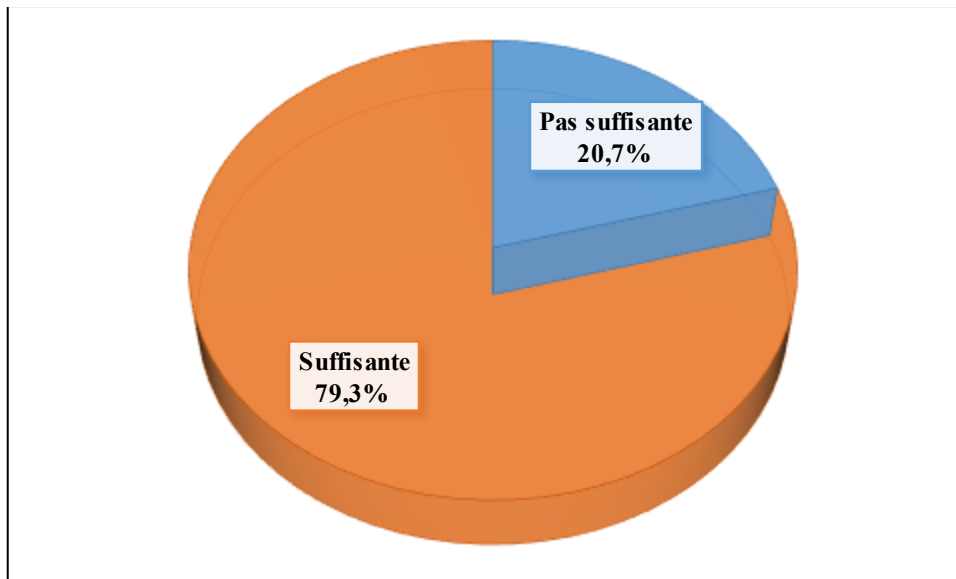


Figure 8 : Perceptions de la population sur la suffisance des pluies (Enquêtes de terrain, 2023)

Les précipitations évoluent progressivement en fonction des saisons et des périodes. Les saisons de pluies sont parfois précoces, parfois tardives, ce qui n'arrange pas les cultivateurs. Ainsi même si les valeurs pluviométriques augmentent progressivement ces dernières années, leur impact sur les rendements agricoles n'est pas proportionnel à la progression car les cultures souffrent de l'instabilité de la saison des pluies.

I.5. Les températures

Les températures sont aussi des paramètres qui influent sur la disponibilité des ressources en eau de par leur corrélation avec l'évaporation et l'évapotranspiration. Pour cette étude nous avons obtenu les données mensuelles et annuelles de la station de Sédhiou sur le site <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/senegal/climate-data-historical>. Pour les données mensuelles l'analyse a été faite uniquement sur les moyennes mensuelles car nous n'avons pas pu obtenir les maximums et les minimums mensuels. Toutefois, des traitements et analyses sont faits pour indiquer les maximums et minimums annuelle.

I.5.1. Évolution des températures mensuelles de 1951 à 2020

La courbe des températures moyennes mensuelles met en exergue les mois de Janvier et Décembre comme étant les mois les plus froids avec un minimum de 24,9°C en Décembre. De mars à juin la station enregistre ces plus fortes températures avec un maximum de 29,9°C au mois de mai. Ces mois font partie de la saison sèche qui habituellement enregistre les plus fortes températures de l'année. D'autres mois se distinguent par leurs faibles valeurs thermiques en

l'occurrence les mois de juillet (26,9°C), août (26,3°C) et septembre (26,5°C) qui ont la particularité d'être habituellement les mois les plus pluvieux de l'année.

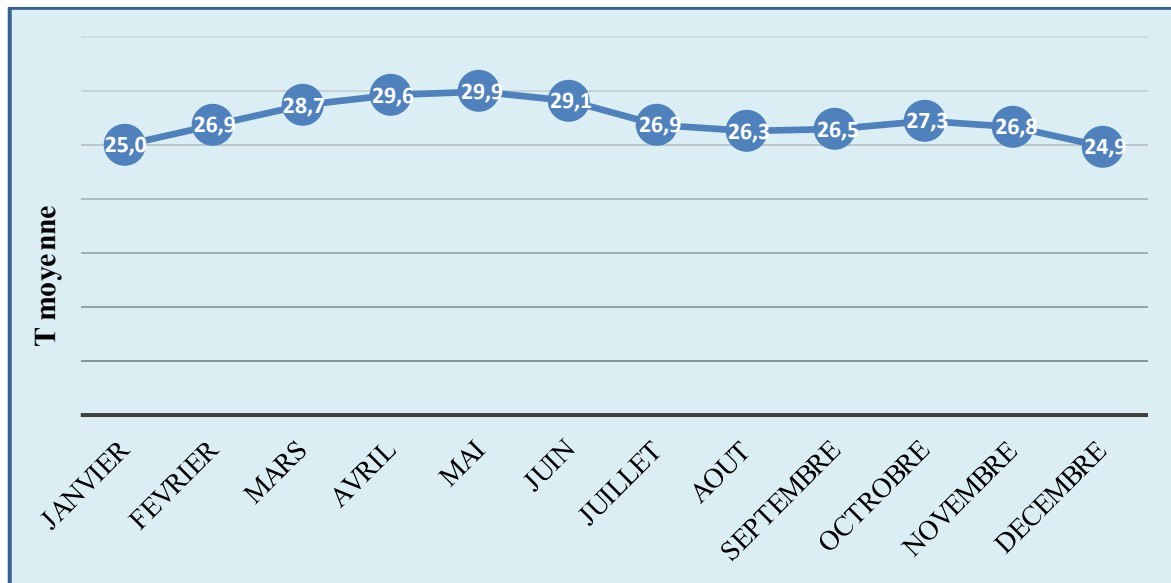


Figure 9 : Courbe des températures moyennes mensuelles de la région de Sédhiou pour la période 1951- 2020

I.5.2. Évolution des températures annuelles de 1951 à 2020

Les températures moyennes annuelles sont très variables au fil des années. Nous observons des tendances à la hausse sur presque toute la série temporelle. Ainsi de 1951 à 2020, nous avons une hausse de la température de 2,11°C. L'intervalle 1974-1976 se démarque avec une baisse importante des valeurs et c'est en 1974 que nous avons la plus faible valeur thermique de la période étudiée avec 26,68°C. La plus forte valeur de la période est notée en 2020 avec 28,79°C. En général, nous remarquons une augmentation de la température au fil des années, notamment au cours des deux dernières décennies. Cette augmentation de la température pourrait accentuer les conditions d'assèchement dans la zone d'étude (Sané, 2023).

Les températures minimales et maximales suivent la même tendance que celles moyennes ainsi nous avons une augmentation générale des températures sur la fin de la période. La différence entre les maxima et les minima annuels est d'environ 14°C tout au long de la période, un tel nombre qui témoigne de la variabilité des températures au cours de chaque année.

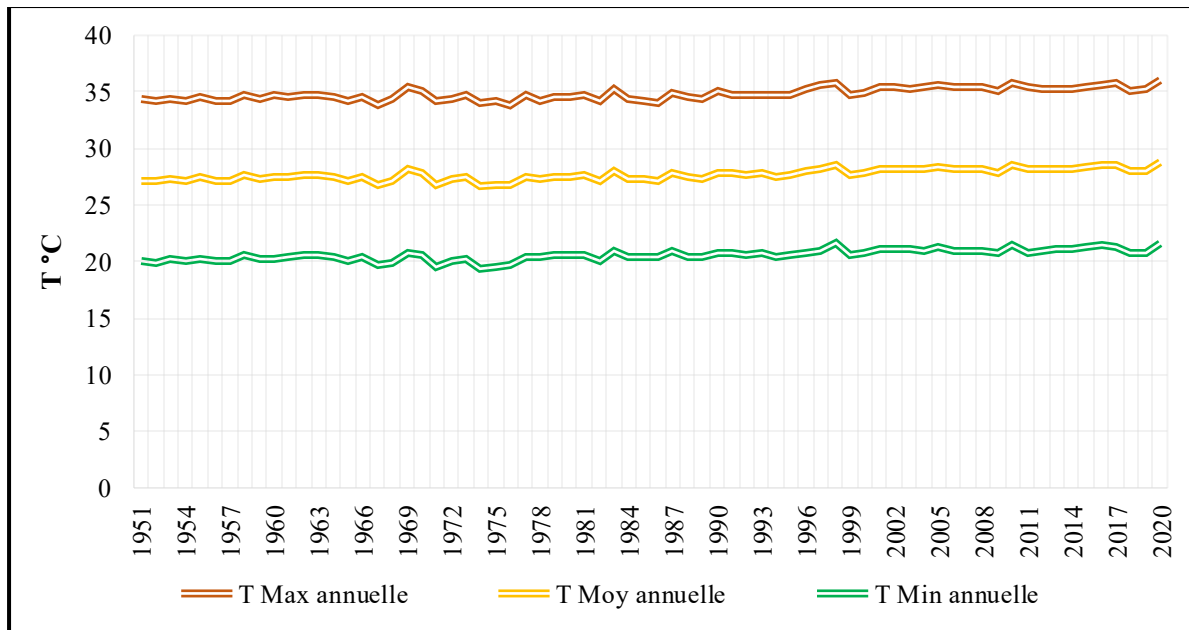


Figure 10 : Courbes des Températures moyennes, minimales et maximales annuelles de Sédhiou de 1951 à 2020

I.5.3. L'Indice d'aridité d'Emmanuel de Martonne

L'indice d'aridité de Martonne (I_a ; $\text{mm}/^\circ\text{C}$) est un indicateur utile pour caractériser le phénomène d'aridité en exprimant le caractère restrictif pour certaines formations végétales (Grigore, 2015). En effet, en 1923, De Martonne (Géographe français de l'école classique 1873-1955) s'est intéressé au problème de l'aridité en essayant de formaliser ou de qualifier l'anomalie climatique. Pour éviter que les températures moyennes inférieures donnent une valeur négative à l'indice comme c'est le cas pour les facteurs de pluie de Lang, il propose l'indice annuel d'aridité à travers la formule qui suit (Wade, IED, 2016) :

$$I_a = P/(T + 10),$$

Où P est la quantité annuelle de précipitations, T est la température moyenne annuelle de l'air.

Dans la mesure où nous travaillons sur une série temporelle bien précise nous allons calculer les indices annuels de la première et de la dernière année de la période 1951-2020 pour faire une comparaison des deux. Ainsi, appliqué aux données de la région de Sédhiou, les indices que nous obtenons pour 1951 et 2020 sont les suivantes :

$$I_a (1951) = 43,2$$

$$I_a (2020) = 33,8$$

Pour caractériser le climat général, la valeur de l'indice est interprétée en correspondance à des types de climat différents (Tableau 12). E. de Martonne a effectué une étude de corrélation entre la valeur de cet indice et le type de végétation observé.

Tableau 14 : Interprétation de l'indice d'aridité d'E. Martonne

Valeur de l'indice (Ia)	Type de climat	Type de végétation potentielle
0 à 5	Hyper aride	Désert absolu
5 à 10	Aride	Désert
10 à 20	Semi-aride	Steppe
20 à 30	Semi humide	Prairie naturelle, forêt
30 à 40	Humide	Forêt
40 à 55	Humide	Forêt

Au début de la période en 1951 l'indice d'aridité de la région (43,2) correspond à un type de climat humide et une végétation de forêt. Cette situation reste intacte avec l'indice de la dernière année de la période (33,8) même si on constate que l'indice a diminué. Cette diminution montre qu'à la fin de la période la région tend plus vers l'aridité.

I.6. L'évaporation

L'évaporation constitue une composante majeure du bilan hydrologique, car elle est étroitement liée aux paramètres climatiques, notamment la température, et influe directement sur la disponibilité en eau dans un bassin hydrographique. Elle est généralement considérée comme une perte d'eau, au même titre que le ruissellement ou l'infiltration. Or, l'analyse des disponibilités en eau repose essentiellement sur la différence entre les gains (pluviométrie) et les pertes dont l'évaporation constitue un paramètre déterminant (Sène, 2021).

L'analyse de l'évaporation à partir des données moyennes annuelles issues de la station météorologique de Kolda, couvrant la période de 1951 à 2020, met en évidence une variabilité saisonnière marquée. La figure ci-dessus illustre l'évolution mensuelle moyenne de l'évaporation (en mm). On observe que les mois de mars, avril et mai enregistrent les taux d'évaporation les plus élevés, avec un pic maximum atteint en mars (274,7 mm). Ces mois coïncident avec la période de forte chaleur qui est caractérisée par la dominance de l'harmattan (Sène, 2021).

À l'inverse, les valeurs les plus faibles d'évaporation sont relevées entre août et septembre, période correspondant au pic de la saison des pluies. Le minimum est atteint au mois d'août, avec une moyenne de 53,4 mm. Cette réduction s'explique par la baisse des températures due à la couverture nuageuse et aux précipitations fréquentes, qui limitent les pertes hydriques par évaporation.

Ainsi, l'évolution de l'évaporation suit une dynamique étroitement corrélée à celle de la température et de la pluviométrie. Les périodes de forte chaleur, associées à un déficit hydrique, favorisent des pertes par évaporation accrues, tandis que les mois pluvieux sont marqués par une diminution notable de ce phénomène. Cette relation inverse entre évaporation et précipitations met en lumière la nécessité d'intégrer systématiquement l'analyse de l'évaporation dans toute évaluation des ressources en eau, notamment dans les régions sahéliennes et soudano-sahéliennes, soumises à une forte variabilité climatique.

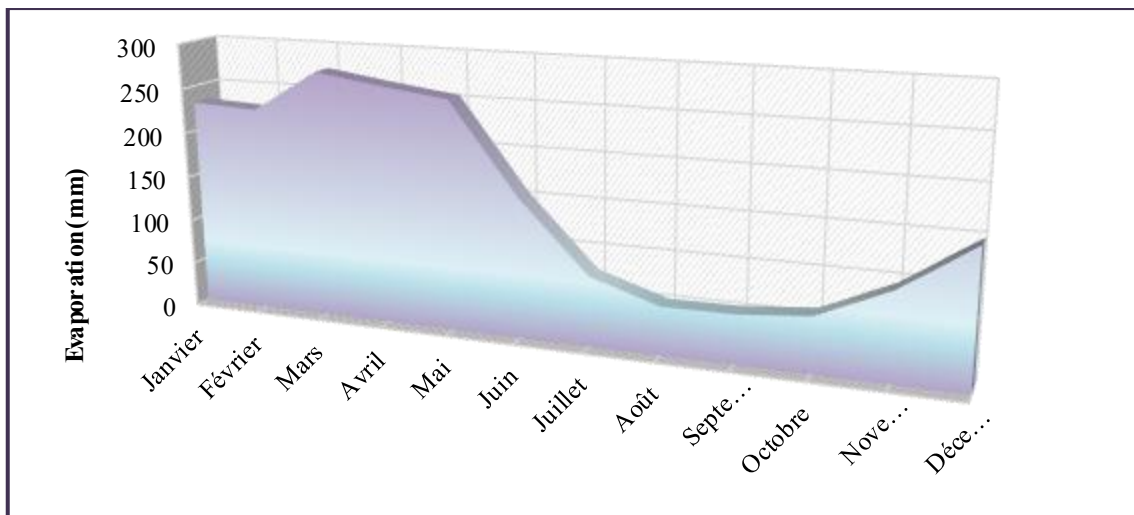


Figure 11 : Evolution mensuelle des volumes d'eau évaporés à la station de Kolda de 1951 à 2020

Conclusion du chapitre III

En résumé nous pouvons retenir de ce chapitre que les eaux pluviales sont assez importantes dans la zone mais elles ont été vues à la baisse depuis les années de sécheresse avec une rupture en 1967 comme l'a démontré notre teste de Pettitt. La tendance thermique par contre a été vue à la hausse avec de fortes variations mensuelles. La tendance de l'évaporation est caractérisée par une forte variation mensuelle que l'on peut corrélér à la variation mensuelle de la température et de la pluviométrie. Ainsi la réalité climatique du bassin de Soumboundou est assimilée à une bonne pluviométrie et une chaleur fréquente.

CHAPITRE IV : DISPONIBILITE EN EAU ET VARIABILITE

HYDROLOGIQUE DANS LE BASSIN-VERSANT DE SOUMBOUNDOU

Dans le bassin-versant de Soumboundou l'on dispose de trois types de ressources en eau : pluviale, souterraine, et de surface. Ces différentes ressources sont utilisées par les populations au moment de leurs activités économiques et domestiques. Dans ce chapitre, nous ferons une étude de l'état de la ressource en eau de sa disponibilité car l'agriculture est fortement corrélée à la ressource eau.

I. Les eaux de surface

La région de Sédhiou, qui abrite notre zone d'étude, dispose d'un réseau hydrographique assez dense composé essentiellement du fleuve Casamance (la moyenne), de l'affluent Soungrougrou, des mares temporaires et permanentes et de bolongs (ANSD, 2013). Dans notre bassin, les ressources en eau de surface sont assez importantes, étant alimenté par une pluviométrie relativement bonne. Ainsi une étude de l'hydrographie de la zone nous permettra de mieux mesurer les enjeux de cette ressource. Par contre l'accessibilité à l'eau et son utilisation varie de l'amont vers l'aval de nos trois communes. Donc nous y viendrons après avoir statué sur deux facteurs essentiels de la dynamique du cours d'eau.

I.1. L'hydrographie et l'hydrologie

Dans les trois communes de notre zone d'étude, le réseau hydrographique est principalement constitué du fleuve Casamance dont le prolongement dans cette zone en plus de ses annexes constitue le sous-bassin du Soumboundou. Le fleuve traverse plusieurs villages et la densité démographique autour du fleuve est assez forte. Installé dans les limites du village de Makka nous avons le barrage de Diopcounda construit entre Juin 1996 et Juin 1997 avec la Division des Techniques d'Aménagement et de Gestion Hydro agricoles de SENAGROSOL CONSULT comme maître d'œuvre (Konta, 2018). La commune d'Oudoucar est traversée par le fleuve Casamance dont la vallée reçoit les eaux de ruissellement qui forment ainsi de vastes plans d'eau visibles toute l'année. C'est ce même fleuve qui continue jusqu'en Diannah Malary et Diannah Ba où les eaux sont moins importantes.

I.2. Variabilité annuelle et sécheresse dans le bassin de la Casamance

L'étude de la variabilité hydrologique revêt un caractère spécial dans ce travail car l'activité agricole actuelle souffre de la régression des eaux de surface. Par conséquent nous allons étudier dans cette partie quelque facette de la variabilité de cette eau de surface en nous focalisant sur la variabilité annuelle des éléments du bilan hydrologique et les séquences de sécheresse sur

une période de 40 ans. Le débit naturel d'un fleuve connaît une grande variabilité spatio-temporelle et exerce des influences importantes sur des caractéristiques écologiques. Pour caractériser cette variabilité naturelle de l'écoulement d'un cours d'eau, plusieurs années d'observation d'une station hydrologique sont généralement nécessaires (Faye *et al.*, 2019). Cependant par faute de ne pas avoir des données spécifiques au bassin de Soumboundou nous allons utiliser les données du bassin de la Casamance obtenu à travers la station de Kolda. En fonction des données disponibles, cette étude sera faite sur la période 1964-65 à 2007-08 sachant que nous considérons les années hydrologiques.

I.3. Variabilité annuelle des éléments du bilan hydrologique du bassin de la Casamance

Les régimes d'écoulement des cours d'eau sont considérés comme la principale force motrice de leur écosystème (Poff *et al.*, 1997 ; Yang *et al.*, 2012). L'intégrité et la stabilité des écosystèmes fluviaux sont largement tributaires des caractéristiques de changements dynamiques naturels de l'écoulement fluvial (Poff *et al.*, 1997 ; Zuo et Liang, 2014). Cette dynamique du cours d'eau est révélée par l'étude des éléments du bilan hydrologique.

Dans le bassin de la Casamance nous pouvons déceler au cours de cette période trois phases distinctes. La première au début de la période est caractérisée par une pluviométrie importante, un écoulement important et ainsi un coefficient d'écoulement important. Elle est suivie par une phase de détresse hydrique au milieu de la période où tous les éléments du bilan ont subi des affaiblissements significatifs. Néanmoins la troisième phase annonce une reprise des eaux à la fin de période. Nous pouvons aussi constater que la pluviométrie, l'écoulement et le débit sont corrélés dans leur évolution ce qui est certainement dû à leur dépendance les uns des autres.

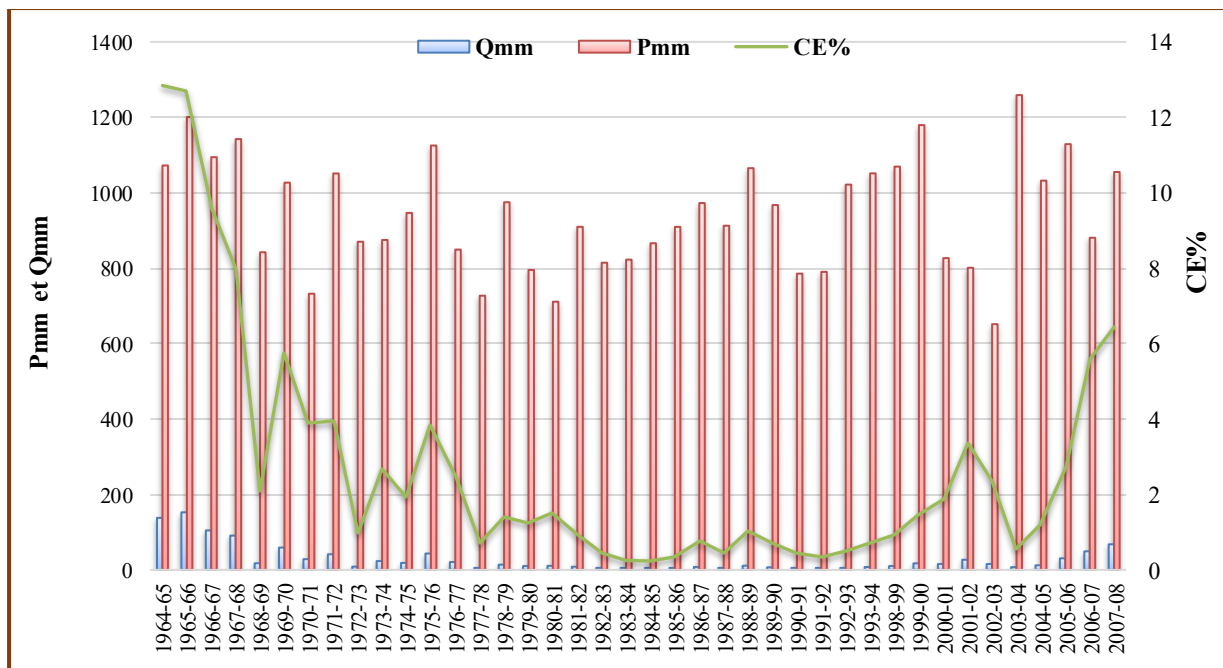


Figure 12 : Evolution de la pluviométrie de l'écoulement et du coefficient d'écoulement de la station de Kolda de 1964-65 à 2007-08

L'évolution des débits moyens annuels associés permet d'identifier la grande variabilité de l'écoulement dans le bassin de la Casamance. De 1964-65 à 2007-08, le débit moyen écoulé est de 3,2 m³/s pour un maximum de 17,7 m³/s en 1965-66 et un minimum de 0,24 m³/s en 1983-84. La figure 13 montre la persistance du déficit hydrologique et de la sécheresse dans le bassin depuis le début des années 1970. Ainsi, pour mieux situer cette sécheresse du bassin nous allons étudier quelques indices hydrologiques afin de déceler les séquences de sécheresse du bassin.

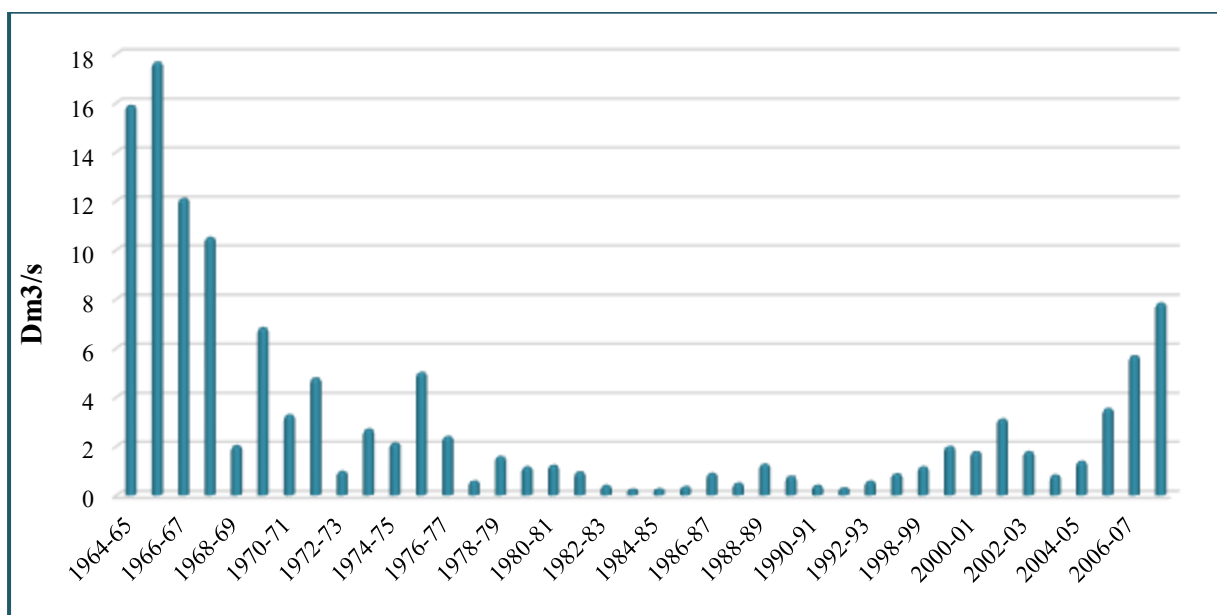


Figure 13 : Evolution du Débit de la station de Kolda de 1964-65 à 2007-08

I.4. Etude des séquences de sécheresse sur la période

L'étude de ces séquences de sécheresse nous permet de distinguer la ou les périodes de sécheresse et d'humidité dans la série chronologique choisie. Pour ce faire nous avons convoquée quelque indice de détection de la sécheresse hydrologique telle que l'indice hydrologique normalisé (IHN), l'indice de sécheresse des débits (ISD) et l'indice logarithme décimal des déviations hydrologiques (ILDH) qui seront calculé avec les moyennes annuelles et dont nous ferons une analyse sur la période 1964-2008.

I.5. Calcul des indices

I.5.1. L'indice Hydrologique normalisé

Il a été développé en vue de quantifier le déficit hydrologique pour des échelles de temps multiples qui vont refléter l'impact de la sécheresse sur la disponibilité des différents types de ressources en eau pour une période donnée (Sharma et Panu, 2010). Cet indice permet également de distinguer les mois et années secs (déficitaires) des mois et années humides (excédentaires). Une sécheresse sévit lorsque l'IHN est consécutivement négatif et que sa valeur atteint une intensité de -1 ou moins et se termine lorsque l'IHN devient positif. L'indice est exprimé mathématiquement par l'équation

$$IHN = \frac{D_i - D_m}{S}$$

Avec : D_i : le débit du mois ou de l'année i ; D_m : le débit moyen de la série sur l'échelle temporelle considérée ; S : l'écart-type de la série sur l'échelle temporelle considérée.

On effectue une classification de la sécheresse suivant les valeurs de l'IHN.

Tableau 15 : Classification des séquences de sécheresse selon l'IHN Source : N'GNESSAN et al (2017, p 22)

Valeur de l'IHN	Séquence de Sécheresse	Nbre%	Valeur de l'IHN	Séquence humide	Nbre%
$0,00 < IHN < -0,99$	Légèrement sèche	72,5	$0,00 < IHN < 0,99$	Légèrement humide	15
$-1,00 < IHN < -1,49$	Modérément sèche	0	$1,00 < IHN < 1,49$	Modérément humide	2,5
$-1,50 < IHN < -1,99$	Sévèrement sèche	0	$1,50 < IHN < 1,99$	Sévèrement humide	2,5
$IHN < -2,00$	Extrêmement sèche	0	$2,00 < IHN$	Extrêmement humide	7,5

I.5.2. Indice de sécheresse des débits

L'indice de sécheresse des débits (ISD) est analogue à l'indice Bhalme et Mooley (Bhalme et Mooley, 1979) qui représente le pourcentage d'écart de la pluie à la moyenne sur le long terme.

L'ISD encore appelé l'écart moyen du débit (EMD) est utilisé pour déterminer la réaction du fleuve face au déficit pluviométrique (Nalbantis et Tsakiris, 2009) et permet de déterminer les déficits et variations du débit (Mahé et Olivry, 1995). Il est calculé de la manière suivante :

$$ISD = \left(\frac{D_i}{D_m} \right) - 1$$

Avec : D_i : le débit du mois ou de l'année i ; D_m : le débit moyen de la série sur l'échelle temporelle considérée.

Cette méthode consiste à mettre en relief les périodes durant lesquelles les apports du bassin sont significativement inférieurs par rapport à l'apport moyen annuel. Par rapport à la classification de cet indice nous avons :

- Si l'ISD est supérieur à 1, la période est humide ;
- Si l'ISD est égal à 0, la période est moyennement normale ;
- Si l'ISD est inférieur à 0, la période est sèche (Faye ; 2017).

I.5.3. L'indice logarithme décimal des déviations hydrologiques

L'ILDH est un indice qui mesure les variations des débits d'eau par rapport à une moyenne de référence. Il est basé sur le logarithme décimal des écarts entre les débits observés et les débits moyens. Cet indice permet d'évaluer la sévérité des sécheresses en analysant les fluctuations des débits dans le temps (Faye, 2017). Comme l'expression graphique du rapport n'est pas suffisamment suggestive pour nuancer les déviations maximales, l'indice logarithme décimal des déviations hydrologiques (ILDH) est calculé de la manière suivante :

$$ILDH = \log \left(\frac{D_i}{D_m} \right)$$

Avec : D_i : le débit du mois ou de l'année i ; D_m : le débit moyen de la série sur l'échelle temporelle considérée

L'ILDH met beaucoup mieux en évidence l'excédent ou le déficit hydrologique, avec une bonne tendance de mettre en évidence les extrêmes positifs ou négatifs. On effectue une classification de la sécheresse suivant les valeurs de l'ILDH.

Tableau 16 : Classification des séquences de sécheresse selon l'ILD Source : N'GNESSAN et al (2017, p 22)

Valeur de l'ILDH	Séquence de Sécheresse	Nbre	Valeur de l'ILDH	Séquence humide	Nbre
$0,00 < \text{ILDH} < -0,99$	Modérément sèche	26	$0,00 < \text{ILDH} < 0,99$	Modérément humide	11
$-1,00 < \text{ILDH} < -1,99$	Fortement sèche	3	$1,00 < \text{ILDH} < 1,99$	Fortement humide	0
$\text{ILDH} < -2,00$	Extrêmement sèche	0	$2,00 < \text{ILDH}$	Extrêmement humide	0

I.5.4. Interprétation des indices

La première analyse que nous faisons est la similarité des graphiques des indices. Les trois indices démontrent le même découpage séquentiel sur la période. L'IHN révèle la présence de 29 années légèrement sèche soit 72,5% de la série et c'est la seule période de sécheresse que nous pouvons distinguer car le reste des années sont classées sur la plage des années humides. Ainsi sur le reste, 15% des années sont légèrement humides et 7,5% sont extrêmement humides.

L'ISD à son tour révèle aussi 15% d'année humide et 72,5% d'année sèche ainsi que 5 années dont les valeurs figurent entre 0 et 1.

Avec l'ILDH nous avons une petite différence car pour cet indice sur la période de 40 ans nous avons 26 années modérément sèches et 3 qui sont fortement sèches pendant que nous comptons juste 11 années modérément humides.

L'indice logarithme décimal des déviations hydrologiques (ILDH) a une valeur moyenne annuelle négative (avec -0,28), ce qui témoigne du caractère sec de la période. Celle de l'indice de sécheresse des débits (ISD) et de l'indice hydrologique normalisé (IHN), est estimée à 0, ce qui vient appuyer l'ILDH.

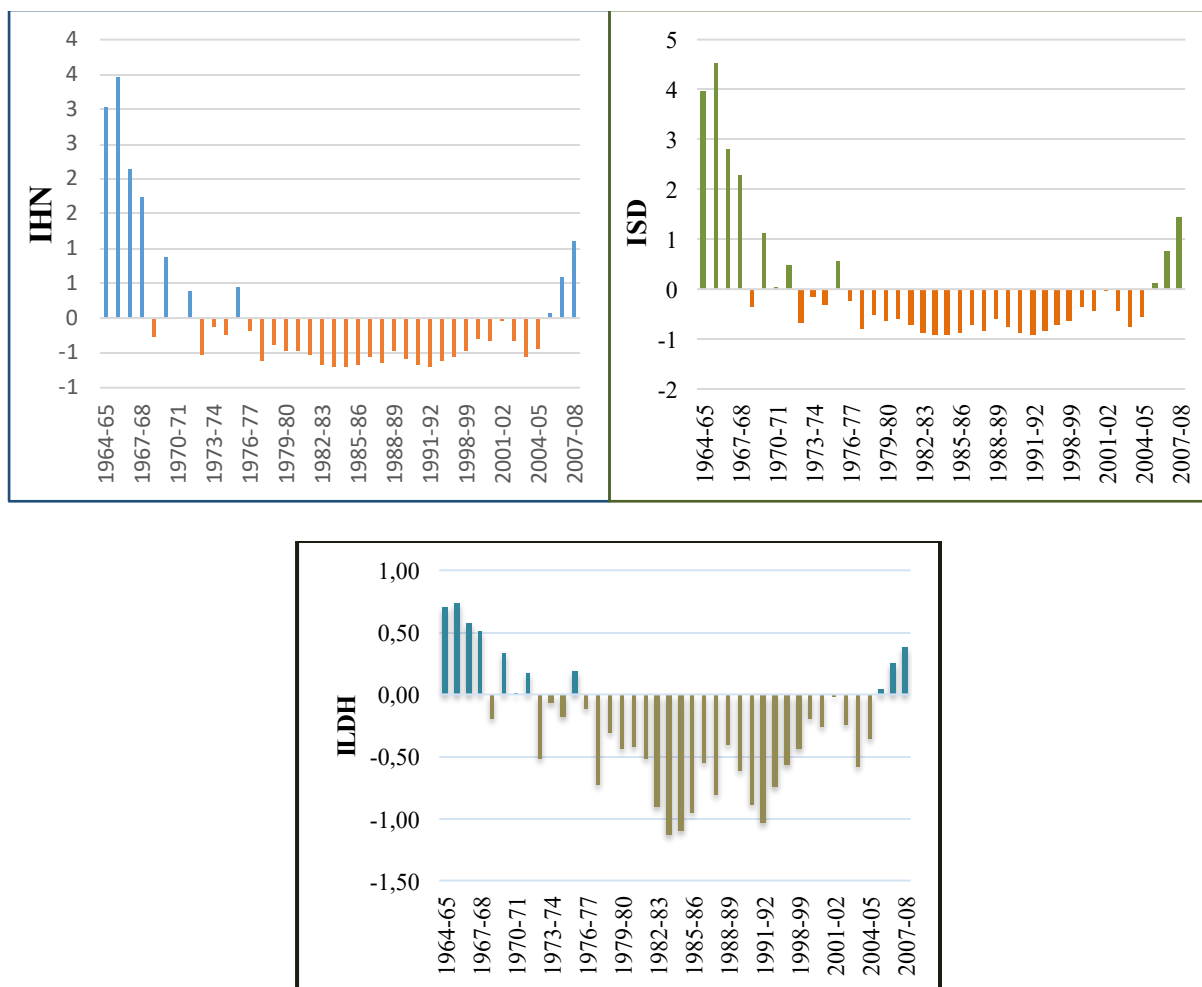


Figure 14 : Evolutions de l'ISD, l'ILDH, l'IHN du bassin de la Casamance de 1964-65 à 2007-08

Après analyse des trois indices étudiés nous pouvons conclure que notre série chronologique est caractérisée par une seule séquence sèche qui va de 1972-73 à 2004-05. Cette période peut être synchronisée avec la période de faible débit constatée à la figure 13. Une période humide précède cette sécheresse au début de la série et une autre la précède à la fin de la série.

Tableau 17 : Séquences sèches et humides de la période 1964-65 ; 2007-08

1964-651972-73	1972-73.....2004-05	2004-05.....2007-08
Séquence Humide	Séquence Sèche	Séquence Humide

I.5.5. Durée et fréquence des séquences de sécheresse

Après avoir distingué la séquence de sécheresse sur notre période avec le calcul des indices nous poursuivons leur étude en caractérisant sa durée et sa fréquence :

- La durée maximale des séquences de sécheresse (D): Elle est une caractéristique importante de la sécheresse. Le calcul de la durée se fait comme suit :

$$D = (A_{\text{fin}} - A_{\text{début}}) + 1$$

Avec : A_{fin} : Année de la fin de la période sèche ; $A_{\text{début}}$: Année du début de la période sèche

- La fréquence des séquences de sécheresse (F)/ Elle donne une idée sur l'occurrence des séquences sèches sur une période d'étude. Elle est obtenue par :

$$F = \left(\frac{\sum n}{N} \right) * 100$$

Avec : $\sum n$: effectif cumulé des séquences sèches ; N : effectif total de la série étudiée.

Période de sécheresse	Durée(D)	Fréquence(F)
1972-73 à 2004-05	34	72,5

Sur la période de 40 choisie pour l'étude nous avons une séquence de sécheresse de 34 ans dont la fréquence sur la période est de 72,5%. Une telle fréquence est alarmante et elle démontre le niveau de détresse hydrique par lequel le bassin de la Casamance est passé ce qui explique les résultats écologiques actuels.

I.6. Accessibilité, utilisation et perception

I.6.1. Accessibilité des eaux de surface

Les eaux du fleuve demeurent accessibles en termes de distance sauf pour les villages d'Oudoucar, de Marandan et de Diannah Ba, où il y a une certaine distance entre les habitats et les terres cultivables près du fleuve. A Diannah Ba et Diannah Malary la végétation constitue aussi un facteur d'inaccessibilité des eaux et un frein à l'écoulement. En outre, aucune contrainte sociale ou judiciaire majeure n'a été décelée à propos de l'acquisition de ces terres. Ainsi 52% de population jugent que l'accès aux eaux du fleuve est moyen et le reste (47%) estiment qu'il est élevé ce qui démontre que la problématique autour des eaux du fleuve exclut le niveau d'accessibilité.

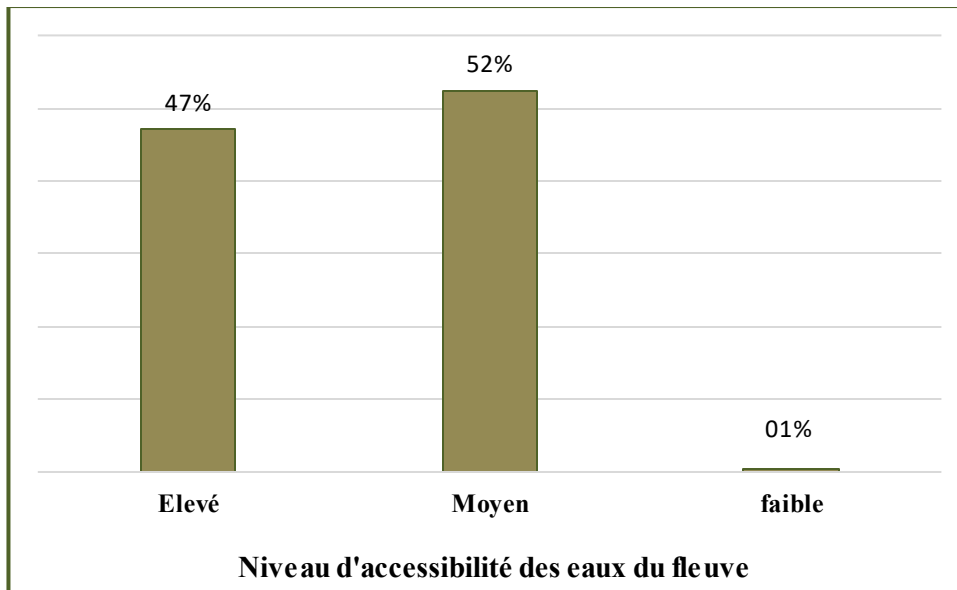


Figure 15 : Perception de la population sur le niveau d'accessibilité des eaux du fleuve
(Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)

I.6.2. Utilisation des eaux de surface

Concernant l'utilisation des eaux du fleuve nous avons des relations différentes selon les villages. Ainsi :

- ✓ A Soumboundou, il n'y a pas de forme d'utilisation des eaux (sauf quelques pêcheurs qui persistent mais dont les revenus ne sont plus ce qu'ils étaient). Les habitants éloignent même leurs terres pour que le sel n'atteigne pas leur culture ;
- ✓ Dans le village de Manconomba, il y a encore quelques champs de riz sur la rive du fleuve avec quelques pêcheurs (sachant qu'il y a moins de poissons et d'espèces). Par contre cette riziculture est saisonnière car en période sèche nous avons une remontée importante du sel ;
- ✓ A Oudoucar, les quelques utilisateurs des eaux du fleuve des producteurs de sel qui produisent seulement jusqu'à 20 sacs par an et de rares pêcheurs qui persistent. Les terres rizicoles sur la rive ont été abandonnées depuis longtemps à cause du sel ;
- ✓ Quant aux habitants de Marandan, ils n'utilisent pas du tout les eaux du fleuve, les terres de culture sont éloignées du fleuve et même des habitats pour le cas de Marandan 1. A cause d'un appauvrissement des terres, les populations vont de plus en plus vers la forêt à la recherche de terres fertiles ;
- ✓ Les habitants de Diannah Malary n'utilisent pas non plus les eaux du fleuve sauf pour quelques rares pêcheurs. La plupart de la population ne voit pas vraiment l'intérêt

d'utiliser ces eaux car elles estiment que les eaux de pluie leur suffisent. Cependant ils notent quelques champs de sorgho à côté du fleuve à Moyafra ;

- ✓ A Diannah Ba non plus il n'utilise pas les eaux du fleuve mais ils ont quand même des périmètres maraîchers près de la rive pour profiter de la moindre profondeur des nappes à ce niveau.

Globalement nous avons 87 % de la population enquêtée qui estime que leur utilisation du fleuve est faible, seulement 6% qui estime qu'elle est élevée et les 7% restante sont dans une estimation moyenne.

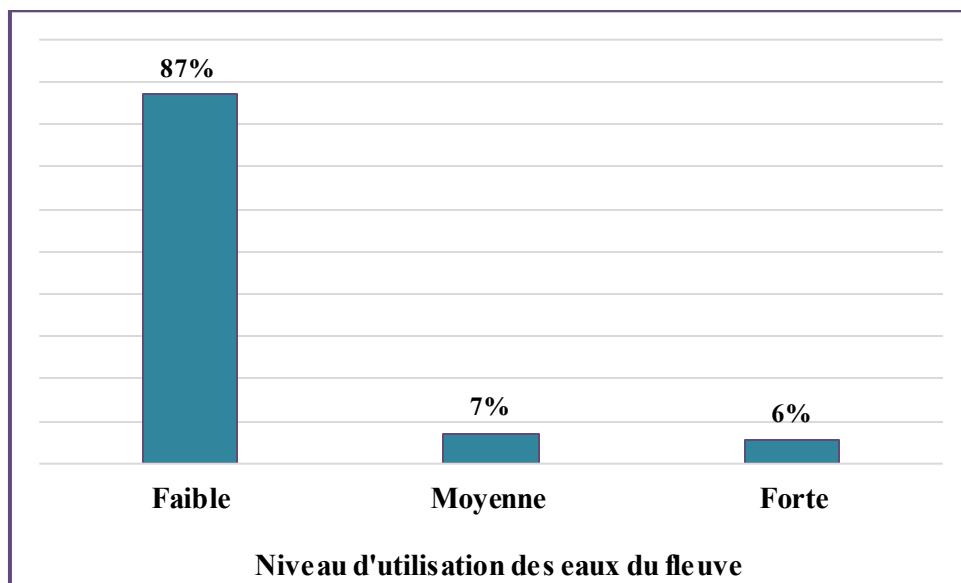


Figure 16 : Perception de la population sur le niveau d'utilisation des eaux du fleuve (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)

I.6.3. Perceptions de la population sur les eaux de surface

Dans toute la zone les eaux ont diminué en quantité et en qualité avec la salinisation et cela depuis la période de sécheresse des années 70. Pour toutes ces populations le fleuve est important car avant ils parvenaient à avoir une autosuffisance alimentaire en cultivant sur la rive. Mais de nos jours le cours d'eau a un impact négatif sur leur vie car elles ne peuvent plus utiliser ces eaux pour la culture, il n'y a presque plus de poisson et certains de ces populations sont obligées de chercher d'autres terres agricoles car celles initiales étant altérées par le sel.

I.6.3.1. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent une ressource très prisée dans notre pays. La majeure partie des besoins en eau potable sont assurés par cette ressource car étant souvent la moins exposée aux facteurs de pollution et de dégradation. Elle est filtrée à travers le sol et le sous-sol. De ce

fait, elle est relativement moins polluée par les résidus organiques ou bactériens que l'eau de surface. Dans la région de Sédhiou plus précisément dans notre zone d'étude, elle constitue la principale source d'eau en plus des eaux de pluie utilisées pour l'agriculture. Cela d'autant plus que les eaux du fleuve sont salées. Ainsi la population utilise essentiellement les eaux souterraines pour les activités domestiques et le maraîchage.

I.6.3.2. Présentation du réseau

Dans la zone de Sédhiou, la nappe profonde du Maestrichtien est exploitée à des profondeurs de plus de 350 m. Le toit de cette nappe est situé aux environs de 320 m. Les débits sont également importants et dépassent 100 m³ /h (ANSD ; Sédhiou 2019). Les nappes sont réalimentées par les eaux de pluies qui sont assez importantes dans cette zone. Le déficit de pluie de ces vingt dernières années a fortement influencé le niveau piézométrique des nappes puisque les mesures réalisées sur des puits et des piézomètres implantés en 1968 ont montré une baisse de 6 à 12 m en profondeur. Cette baisse est variable suivant la position morphologique et donc la profondeur de la nappe.

Les eaux souterraines proviennent de trois sources que sont : l'aquifère du Continental Terminal (nappe superficielle), l'aquifère Oligo-Miocène (nappe intermédiaire) et celui du Maestrichtien (nappe profonde). Leur exploitation est faite au moyen de puits (nappe superficielle), de mini-forages et de forages (nappe intermédiaire et profonde).

Les différents ouvrages de captage des eaux souterraines rencontrés dans la région de Sédhiou sont :

Les puits traditionnels : Ce sont des ouvrages rudimentaires de captage des eaux souterraines, généralement forés par les populations et exploités au moyen d'une corde et d'un seau (ou d'un conteneur similaire). Ce sont les principaux ouvrages utilisés dans notre zone d'étude.

Les puits modernes : Ils sont souvent équipés d'une pompe immergée et sont mis en place dans le cadre de projets financés par des organismes internationaux (UNICEF) ou par l'Etat du Sénégal (PEPAM). Contrairement aux puits traditionnels, les puits modernes existent en nombre très réduit dans la zone d'étude.

Les mini-forages : Ils sont généralement équipés d'un levier manuel, de pédales ou de roues qui permettent de puiser l'eau. Ces genres d'ouvrages sont utilisés pour la boisson et l'abreuvement du bétail. Ce type d'ouvrage hydraulique n'est pas récurrent dans notre zone d'étude.

Les forages : Ces ouvrages captent des nappes profondes comme celle du Maestrichtien ou du Continental Terminal, ils sont équipés de châteaux d'eau et d'un système de pompage à moteur

alimenté par de l'hydrocarbure ou de l'électricité. Bien qu'existant dans certaines communes de la région, les forages sont en nombre très réduits dans la zone.

I.6.3.3. Accessibilité et usage

Pour une ressource aussi importante pour cette population, il est nécessaire d'avoir un bon niveau d'accès. A part les cultures saisonnières presque toutes les autres activités nécessitant de l'eau sont alimentées par les eaux souterraines, les eaux du fleuve n'étant utilisées que de rares fois en saison des pluies. Les difficultés d'accès à l'eau sont principalement liées à une insuffisance d'ouvrages de captage hydraulique. La réalité climatique aussi ne peut être négligée car, les nappes deviennent de moins en moins accessibles au fur et à mesure que nous avançons dans la saison sèche. Les moins d'extraction des eaux restent encore rudimentaire car jusque-là le moins le plus utilisé par les ménages sont les puits d'où l'eau est tirée à la main avec l'aide d'une corde et d'un seau. Les puits rencontrés dans la zone d'étude captent pour l'essentiel la nappe superficielle du continental terminal, avec des profondeurs atteignant rarement 20m. Cependant, les conditions sanitaires, tout comme le mauvais état de certains puits constituent un problème supplémentaire d'hygiène et de sécurité pour l'accès à l'eau des populations de cette région. (Diop, 2019). Ainsi, on peut quand même noter que les niveaux de profondeur des eaux restent acceptables ce qui les rend plus accessibles.

Les eaux souterraines jouent un rôle très important dans l'économie locale de la zone étant la ressource qui satisfait essentiellement les besoins en eau pour le maraîchage et la consommation domestique.

I.7. Le type de ressource en eau le plus utilisé

La question sur le type de ressource en eau utilisé par la population révèle une utilisation presque inexistante des eaux du fleuve. La majorité de la population déclare qu'il utilise les eaux pluviales notamment pour les activités agricoles et les eaux souterraines pour les autres activités nécessitant de l'eau, sachant que le maraîchage est essentiellement alimenté par les eaux souterraines. Très peu de personnes interrogées ont cité les eaux de surface car à part les quelques pêcheurs qu'ils restent dans les environs, la moindre utilisation de cette eau ne peut se faire qu'en saison pluvieuse.

Conclusion du chapitre IV

Notre zone d'étude dispose de trois types de ressources en eau : pluviales, souterraines et superficielles. En ce qui concerne les eaux de surface, qui constituent le principal objet de notre étude, elles sont relativement présentes dans la zone grâce à un réseau hydrographique dense.

Toutefois, elles sont très peu exploitées en raison de leur salinité, et ont également été fortement affectées par les périodes de sécheresse, entraînant une diminution significative des débits. Finalement, ce sont les eaux souterraines qui sont les plus utilisées par la population, car elles sont disponibles toute l'année et présentent une meilleure qualité. Les nappes exploitées sont peu profondes, mais les moyens d'extraction restent traditionnels, nécessitant une force humaine importante. Néanmoins, ces eaux permettent de couvrir les besoins en consommation domestique et de maintenir les activités maraîchères des populations tout au long de l'année.

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

L'étude du climat du bassin de Soumboundou est importante car il influence sa dynamique. En utilisant des données de la station de Kolda et d'un site international, nous avons analysé la pluviométrie, la température, l'évaporation et l'hydrologie entre 1950 et 2021. Les années sèches sont majoritaires, bien qu'une reprise des pluies récente soit perçue positivement par 79,3 % de la population. La température suit une tendance à la hausse et l'évaporation varie selon la température et la pluie. L'hydrologie du bassin se divise en trois phases : abondance, baisse des volumes, puis reprise des débits. Une seule grande sécheresse a été relevée (72,5 % de la période). Les eaux de surface sont moyennement accessibles mais peu utilisées, tandis que les eaux souterraines, captées surtout par des puits traditionnels, sont les plus exploitées. Cette étude climatique et hydrologique prépare l'analyse de l'activité agricole.

TROISIEME PARTIE : PRATIQUES AGRICOLES ET STRATEGIES DE GESTION DE L'EAU DANS LE BASSIN-VERSANT DE SOUMBOUNDOU

Deux éléments importants de ce travail sont développés dans cette partie à savoir l'activité agricole et les stratégies de valorisation des eaux de surface en passant par les impacts de la variabilité hydroclimatique. Dans un premier chapitre nous avons une étude de l'activité agricole qui nous permet de statuer sur son état afin de pouvoir faire une corrélation avec la variabilité hydroclimatique étudiée précédemment. Nous avons ensuite analysé dans un deuxième chapitre quelques impacts que peuvent avoir la variabilité hydroclimatique sur la l'activité agricole et sur la ressource en eau de surface. De même, nous avons étudié quelques stratégies de valorisation des eaux de surface et de l'activité agricole qui sont soit traditionnelles ou reposant sur une aide de l'Etat ou des ONG.

CHAPITRE V : LA RIZICULTURE ET LE MARAICHAGE, PRINCIPALES

ACTIVITES AGRICOLES DANS LE BASSIN-VERSANT DE

SOUMBOUNDOU

L'agriculture constitue la base du développement économique du Pakao tant qu'elle emploie la majorité de la population et pourvoit à leurs besoins alimentaires, économiques, sociaux et culturels. La vulnérabilité de ce secteur constitue ainsi un point inquiétant quant au développement de la région. Ainsi, dans cette partie nous ferons une analyse de ce secteur appliqué à notre zone d'étude en indiquant les pratiques agricoles, les principales spéculations, et les défis liés au développement de ces spéculations, pour en relever les forces et faiblesses.

V.1. L'activité agricole comme principale activité de subsistance

V.1.1. Une population majoritairement agricole

L'agriculture reste l'activité principale de subsistance dans cette partie du Pakao. La population est de base paysanne et possède un historique agraire diversifié et riche. Avec des fondateurs chasseurs de profession la plupart de ces villages ont érigé après installation des systèmes agraires adaptés et répondant à leur besoin. Les vallées cultivables et les plateaux fertiles arrosés par des pluies généreuses, fortifient les rendements. Même si la problématique autour de ce secteur ne cesse d'augmenter, la population tient toujours et s'efforce de se nourrir grâce à cette activité. Ainsi les paysans cultivent en saison de pluie et certains font du maraîchage en saison sèche comme en saison de pluie.

Cette figure ci-dessous indique que sur les 208 ménages enquêtés, 89,9 % ont comme occupation l'agriculture contre 0,5 % de répondants qui sont dans le commerce, 0,5 % l'élevage et 0,5 % dans la pêche. Les 8,7 % restants sont des enseignants, ingénieurs, maçons, marabouts, agents de municipalité, Étudiants, Mécanique générale, Chauffeur, Boulanger, Soudeur métallique.

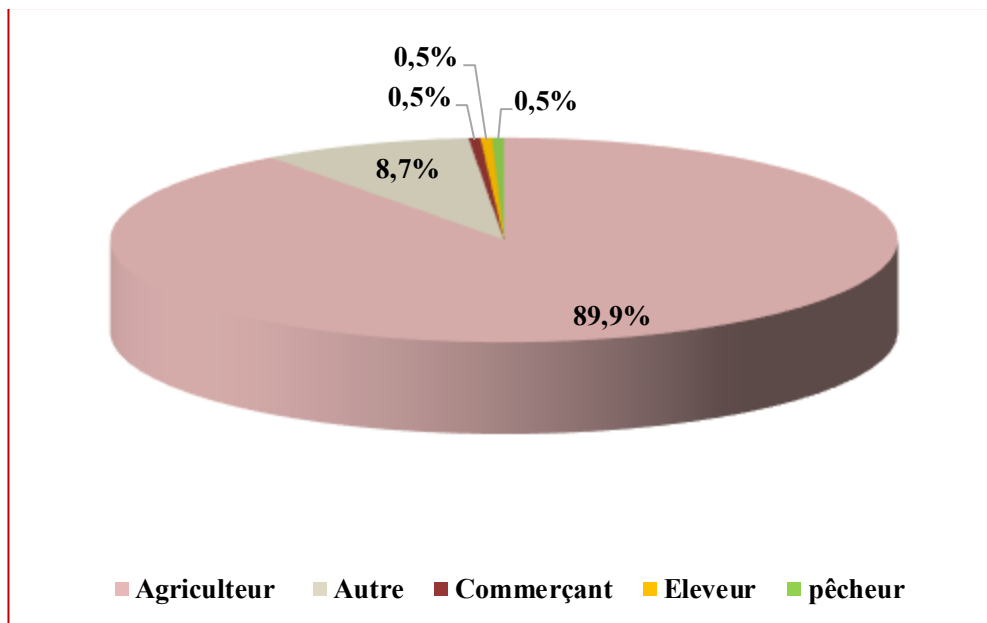


Figure 17 : Principales occupation des populations enquêtés (Source : F. Seck, Données d'enquête, 2023)

V.1.2. Les types de cultures pratiqués

Le riz était la spéculacion la plus cultivée grâce au potentiel des nombreuses vallées de la région et nous avons aussi d'autres céréales cultivées dans l'objectif de diversifier le contenant des assiettes. De nos jours le riz est encore présent dans les cultures mais avec des rendements plus faibles à cause de la diminution des vallées rizicultivables. Les produits céréaliers (mil, maïs, sorgho) et l'arachide sont semés au niveau des plateaux s'appuyant sur le bénéfice de la pluviométrie. Les cultures sont principalement destinées à la consommation domestique sauf quelques-unes qui sont commercialisées. Une spéculacion comme l'arachide est surtout présente dans la commune de Diannah Malary ce qui pourrait s'expliquer par son statut d'ancien port de traite.

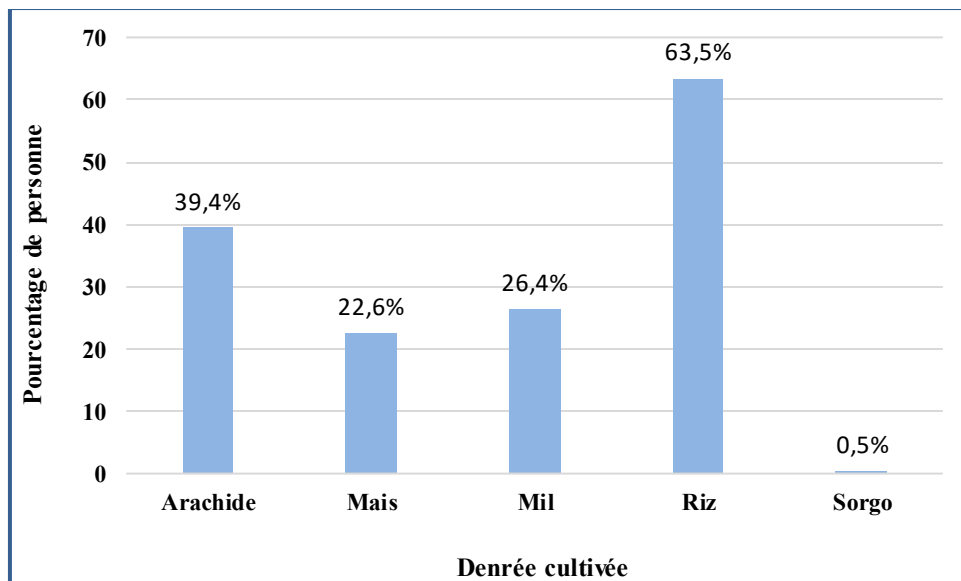


Figure 18 : Les différentes spéculations cultivées et le nombre de personnes pratiquant l'activité (Source : F. Seck, Données d'enquête, 2023)

Selon la population interrogée la spéculation la plus cultivée est le riz avec 63,5% des personnes enquêtées à son compte, suivi de l'arachide qui comptabilise 39,4%. La spéculation la moins cultivée est le Sorgho qui n'a été cité que par 0,5% des enquêtés. Cette priorisation du riz prouve qu'elle constitue le produit de sécurité alimentaire de la zone.

V.1.3. Le soutien aux agriculteurs : accessibilité aux matériels et produits (semences, engrais)

La disponibilité des semences, de l'engrais et des matériels pour la culture ainsi que leur qualité sont des facteurs qui influent beaucoup sur les rendements des paysans. Ces éléments font souvent l'objet de subventions de la part de l'État dans des politiques de valorisation de l'agriculture.

En matière de législations semencières, le Sénégal fait œuvre de pionnier. En effet, c'est en 1994 que le Sénégal s'est doté d'une législation semencière parce que le pays a très tôt compris que la durabilité de toute agriculture repose sur une structuration de son système de production, de commercialisation et l'application rigoureuse des textes législatifs et réglementaires (Inter-réseaux ; Août 2011). Dans notre zone l'état subventionne les engrais, les semences, et du matériel à travers le PAPSEN, le PARIIS et la DRDR, la SODAGRI... Toutefois, un problème se pose avec les semences car la quantité fait défaut et la population estime qu'on ne leur donne pas les semences dont ils ont besoin. Ainsi, le système d'autoproduction représente la principale source d'approvisionnement en semences dans les exploitations familiales. Mais ils ne peuvent

pas souvent assurer un accès continu à cet intrant à cause des rendements insuffisants même pour la consommation.

En outre, les cultivateurs utilisent de l'engrais pour booster leur production. Un exploitant déclare qu'il utilise environ 15 sacs d'engrais sur 10 ha de terre. A côté certains optent pour l'engrais bio souvent à base d'excréments d'animaux. L'engrais est subventionné, ainsi au lieu de 15000 FCFA les paysans l'achètent à 7000 FCFA ou 8000 FCFA. Ce produit n'est donc pas facile d'accès car il est souvent insuffisant dans le marché et encore trop cher pour certains paysans même étant subventionnée. Les matériels agricoles aussi font grandement défaut (la population en est encore à des méthodes rudimentaires) même si nous avons certains projets d'aide à l'agriculture comme la SODAGRI (PAIS) le PAPSEN le PROVAL-CV qui soutiennent en matériels et en semences.

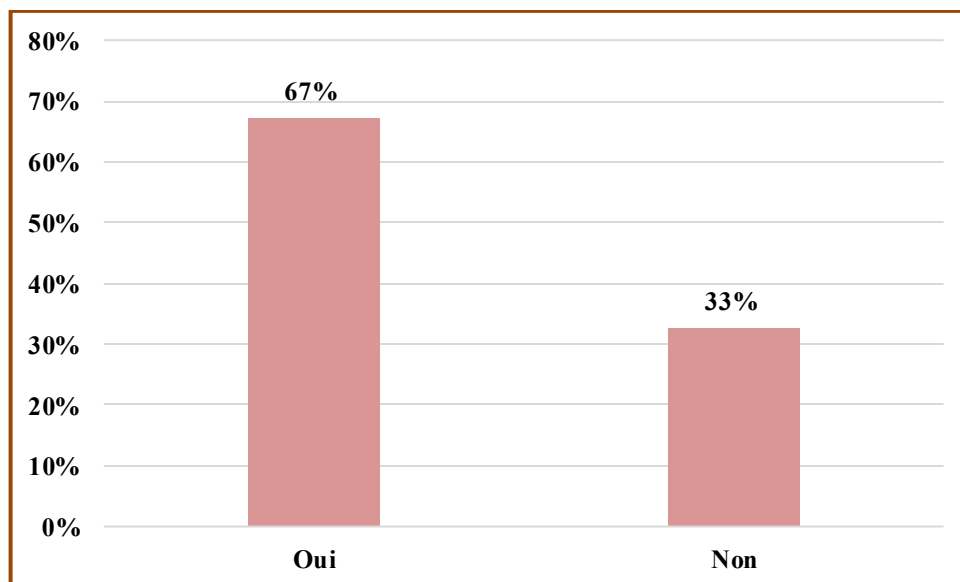


Figure 19 : Sondage sur l'utilisation d'engrais (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)

Ce sondage sur l'utilisation de l'engrais ou non est dominé par le oui avec 67 % de la population enquêtée. Cela prouve la nécessité de cet intrant pour l'optimisation des rendements d'autant plus que la ressource eau est estimée suffisante pour les cultures saisonnières grâce à la bonne pluviométrie mais les rendements ne suivent toujours pas.

V.1.4. Tendances des statistiques agricoles

Sur cette partie nous allons montrer l'évolution de l'agriculture sur une durée de 5 ans. Cela nous permettra d'avoir un aperçu sur l'état de cette activité dans la zone et l'évaluation sur quelque année nous permettra d'observer les variations annuelles de rendement et de surface. Pour arriver à cette fin nous ferons un traitement des données agricoles du département de Sédhiou sur une période de 5 ans allant de la saison agricole 2018-2019 à la saison 2022-2023.

V.1.5. Statistiques des rendements et des superficies des principales spéculations

Le riz est la spéculation qui occupe le plus de surface pendant les 5 années et elle est suivie de près par le maïs et le mil. Les cultures de rente sont celles qui occupent le moins d'espace avec moins de 1100 ha pendant les 5 ans hormis l'agriculture qui atteint presque les 20.000 ha ces deux dernières années. Cependant, ces superficies sont très variables entre les années. Par exemple, le riz passe de 30.050 ha en 2018-2019 à 9308 ha en 2021-2022 mais elle remonte à 33.314 ha en 2022-2023. Globalement les cultures céréalières bénéficient de plus de surface emblavée ainsi que l'agriculture ce qui démontre la dominance des cultures vivrières.

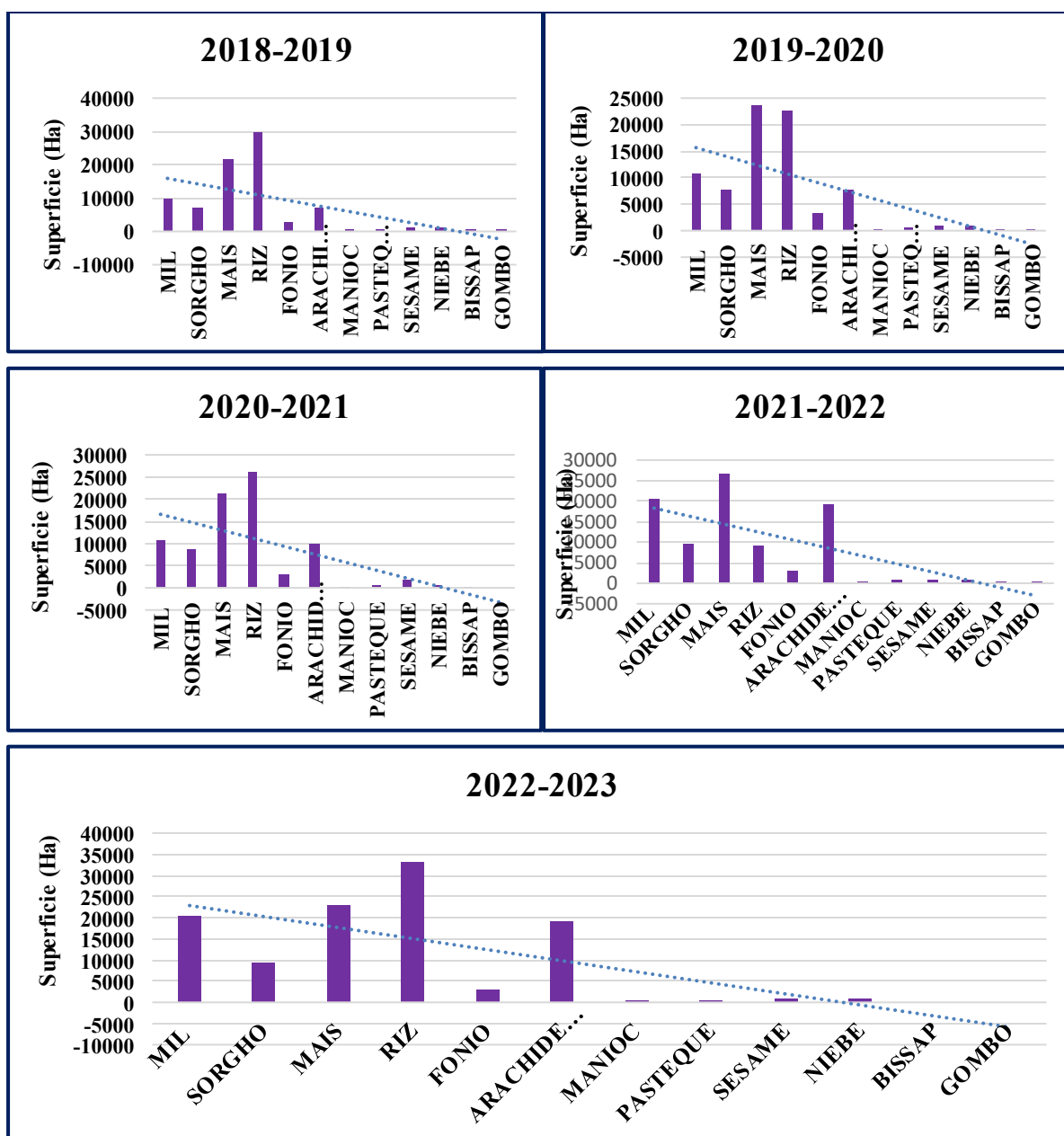


Figure 20 : Evolution de la superficie emblavée en fonction des spéculations dans le département de Sédhiou (Source : DRDR Sédhiou)

Dans le département de Sédhiou, la culture du manioc et de la pastèque suivie du gombo se démarquent nettement avec des rendements allant jusqu'à 20.000 Kg/ha en 2022-2023. Cela traduit une faible utilisation d'espace pour ces produits mais pas forcément une forte production de ces spéculations. De faibles rendements sont obtenus pour les cultures céréalières.

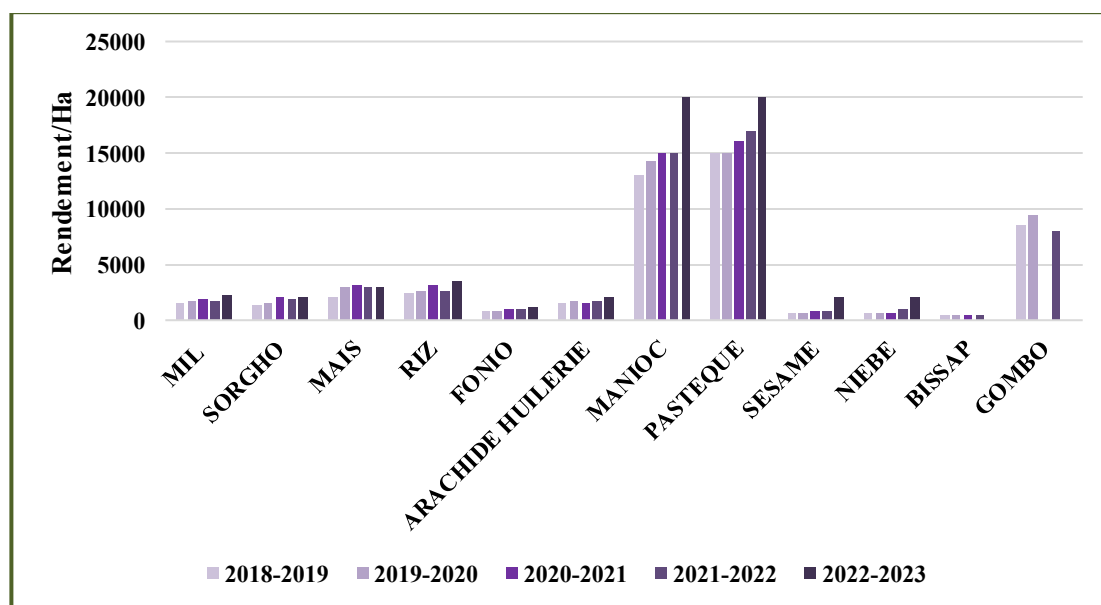


Figure 21 : Evolution des rendements à l'hectare de quelques spéculations (Source : DRDR Sédhiou)

En observant la production en tonne nous pouvons facilement distinguer les cultures qui sont le plus pratiquées dans la zone cela d'autant plus que ce sont celles qui occupent le plus d'espace. Ainsi nous pouvons noter que le riz et le maïs ont les plus forts pourcentages de production au cours des 5 dernières années. En revanche, ce sont les cultures de Bissap et de gombo qui ont les plus faibles productions et nous noterons que ce sont des cultures maraîchères souvent destinées à la stricte consommation familiale. Nous pouvons aussi noter que les quantités de production sont très variables en fonction des années. Ainsi pour la plupart des spéculations nous avons une tendance à la hausse pendant ces 5 années.

Tableau 18 : Pourcentage de production en tonne en fonction des spéculations pour chaque année (Source : DRDR Sédhiou)

Spéculations	% Production en Tonne				
	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
MIL	9,02	10,09	9,60	16,73	14,58
SORGHO	5,86	6,27	8,17	8,18	6,31
MAIS	25,75	35,51	30,39	36,02	22,10
RIZ	43,97	31,52	36,46	11,25	37,16

FONIO	1,36	1,45	1,32	1,39	1,04
ARACHIDE	6,82	7,37	6,76	14,97	12,03
MANIOC	1,96	2,09	1,90	1,94	1,69
PASTEQUE	4,42	4,90	4,48	8,55	3,82
SESAME	0,41	0,42	0,69	0,39	0,71
NIEBE	0,35	0,28	0,21	0,44	0,56
BISSAP	0,02	0,02	0,03	0,01	-
GOMBO	0,07	0,07	0,00	0,10	-
Total	100	100	100	100	100

 Plus faible valeur
  Plus forte valeur (source : DRDR, Sédhiou)

a) Les cultures céréalières

La production des cultures céréalières a connu une évolution relativement significative au cours des 5 dernières années. Les évolutions tendances les plus expressives sont enregistrées au niveau de la culture de riz, de mil et de sorgho. Les cultures céréalières ont généralement eu une augmentation au cours des 5 dernières années. Le riz a la courbe la plus irrégulière en enregistrant une diminution de la production à la saison 2021-2022 qu'on peut corréliser avec une diminution de la surface emblavée à cette même saison. A côté la production de mil n'a observé une importante hausse qu'à partir de la saison 2020-2021 et celle du sorgho devient assez stable à partir de cette même saison. En fin le Maïs et le Fonio évoluent avec des taux modérés.

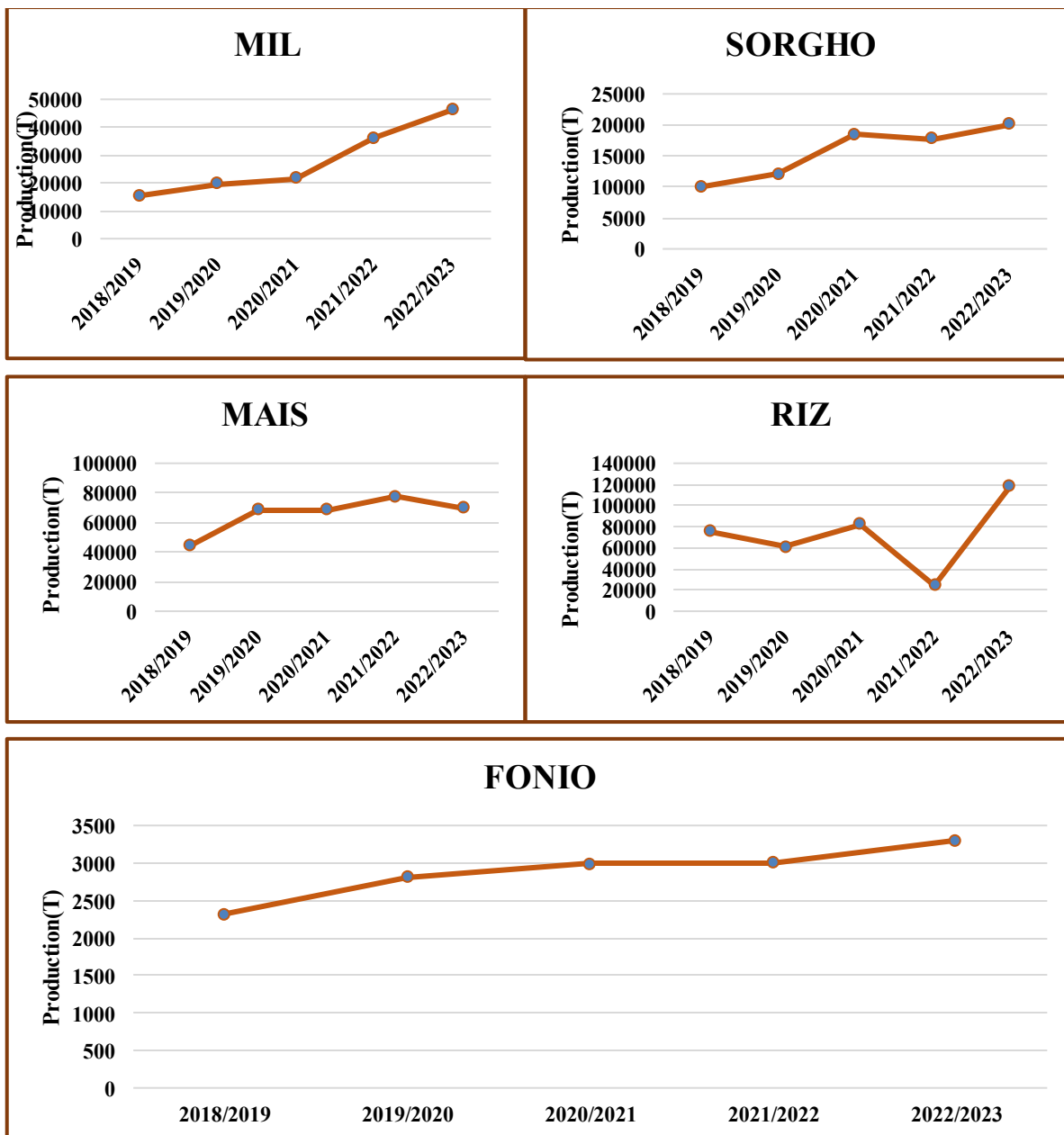


Figure 22 : Evolution de la production(T) de céréales en fonction des années (Source : DRDR Sédhiou)

Dans le tableau 17 nous avons l'écart entre la production en tonne des céréales de la saison 2022-2023 et celle de 2018-2019 en %, ainsi que l'écart entre la production de 2022-2023 et la moyenne des 5 ans. En effet, la hausse la plus importante est celle du mil qui passe de 15410 T en 2018-2019 à 46179 T en 2022-2023 soit une hausse de 200 % et par rapport à la moyenne quinquennale elle a une augmentation de 66 %. Le sorgho suit de près avec une hausse de 100 % par rapport à la saison 2018-2019, mais juste avec 28 % de hausse par rapport à la moyenne sur les 5 ans. Le riz est la céréale qui note la plus faible hausse par rapport à 2018-

2019 avec 57 % même si elle a les plus grandes valeurs de production. Quant au fonio, il reste la céréale la moins cultivée avec des productions faibles sur de petites surfaces emblavées.

Tableau 19 : Ecart des productions de cultures céréalières pour les 5 dernières années (Source : DRDR, département Sédhiou)

Cultures	Production 2018-2019 (T)	Production 2022-2023 (T)	Moyenne des 5 dernières années (Tonnes)	Ecart par rapport à 2018-2019 en %	Ecart par rapport à la moyenne des 5 années en %
MIL	15410	46179	27774	200	66
SORGHO	10010	19985	15643	100	28
MAIS	43993	69997	65789	59	6
RIZ	75125	117693	72073	57	63
FONIO	2320	3301	2884	42	14

Ecart par rapport à 2018_2019 en %

$$= \frac{\text{Production 2022_2023 (T)} - \text{Production 2018_2019 (T)}}{\text{Production 2018_2019 (T)}}$$

Ecart par rapport à la moyenne des 5 années en %

$$= \frac{\text{Production 2022_2023 (T)} - \text{moyenne des 5 années (T)}}{\text{moyenne des 5 années (T)}}$$

b) Les cultures de rente

En termes de production de cultures de rente, l'arachide reste la spéculative dominante avec environ 50 % de la production annuelle. En 2022-2023 il atteint 64 % de la production de culture de rente pour 12,03% de la production agricole totale. L'arachide est suivie par la pastèque et le manioc avec respectivement 20 % et 9 % de la production de culture de rente et 3,82 % et 1,69% de la production agricole annuelle. Le Bissap enregistre la production la plus faible cultivée sur de petites surfaces.

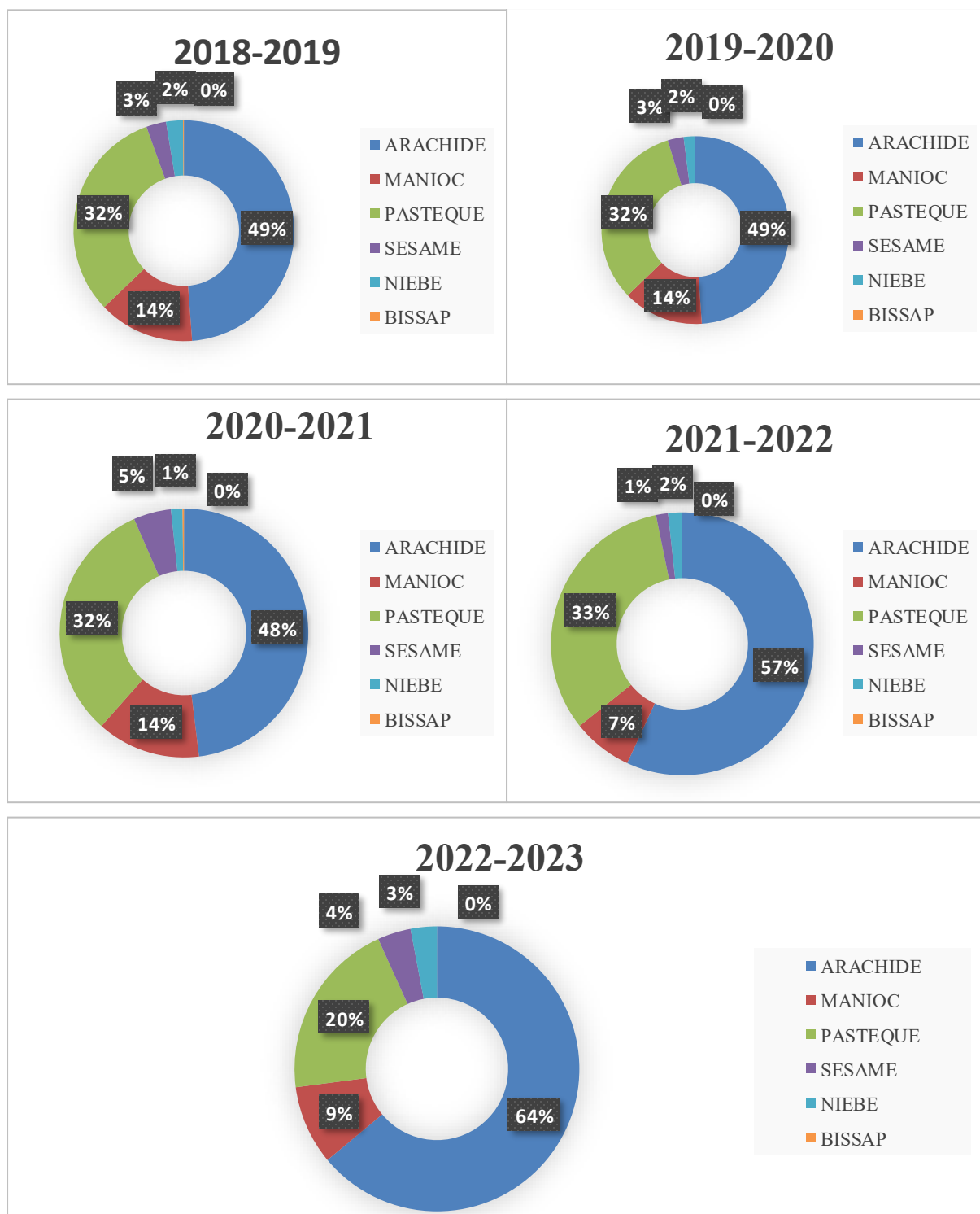


Figure 23 : Production de quelques cultures de rente (Source : DRDR, département de Sédhiou)

Dans la comparaison des cultures de rente, nous pouvons constater une évolution exponentielle de la production d'arachide avec une hausse de 227 % (tableau 18). Le Niébé enregistre aussi une hausse de 201 % par contre les quantités produites restent encore faibles. Pour le Bissap et

le Gombo nous n'avons pas pu déterminer les écarts faites de données de la campagne 2022-2023.

Tableau 20 : Ecart des productions de quelques cultures de rente de 2018 à 2023 (Source : DRDR, département Sédhiou)

Cultures	Production 2018-2019 (T)	Production 2022-2023 (T)	Moyenne des 5 dernières années (Tonnes)	Ecart par rapport à 2018-2019 en %	Ecart par rapport à la moyenne des 5 dernières années en %
ARACHIDE	11647	38089	22 310	227	71
MANIOC	3346	5349	4 243	60	26
PASTEQUE	7554	12094	11 537	60	5
NIEBE	590	1775	868	201	105
BISSAP	30	-	32	-	-
GOMBO	119	-	98	-	-

c) La riziculture pour une autosuffisance alimentaire

1.1.1 Evolution et rendement

Le riz est la principale spéculature cultivée dans la zone et c'est principalement les femmes qui en cultivent pour les besoins de la maison avec souvent un peu de maraîchage à côté. Les impacts des événements climatiques en Casamance ont entraîné une remontée du sel dans les terres de bas-fonds et une baisse significative de la production rizicole. Le riz jadis était cultivé pendant toute l'année et les rendements assurent l'autosubsistance des ménages ruraux. Les paysans pouvaient faire deux à trois récoltes dans l'année. Cependant cette pratique a cessé et cette riziculture est devenue essentiellement pluviale.

1.1.2 Evolution de la production de riz de 2018 à 2023

Les superficies emblavées pour le riz s'avèrent très variables au cours de ces 5 dernières années. Une tendance à la baisse a été observée jusqu'à la saison 2021-2022 mais en 2022-2023 nous avons une hausse considérable dépassant même la superficie au début de la période.

L'analyse du rendement qui est la production à l'hectare, donc dépendant de la superficie, démontre une évolution positive de la riziculture ces 5 dernières années. Mais nous avons tout de même une baisse des rendements en 2021-2022.

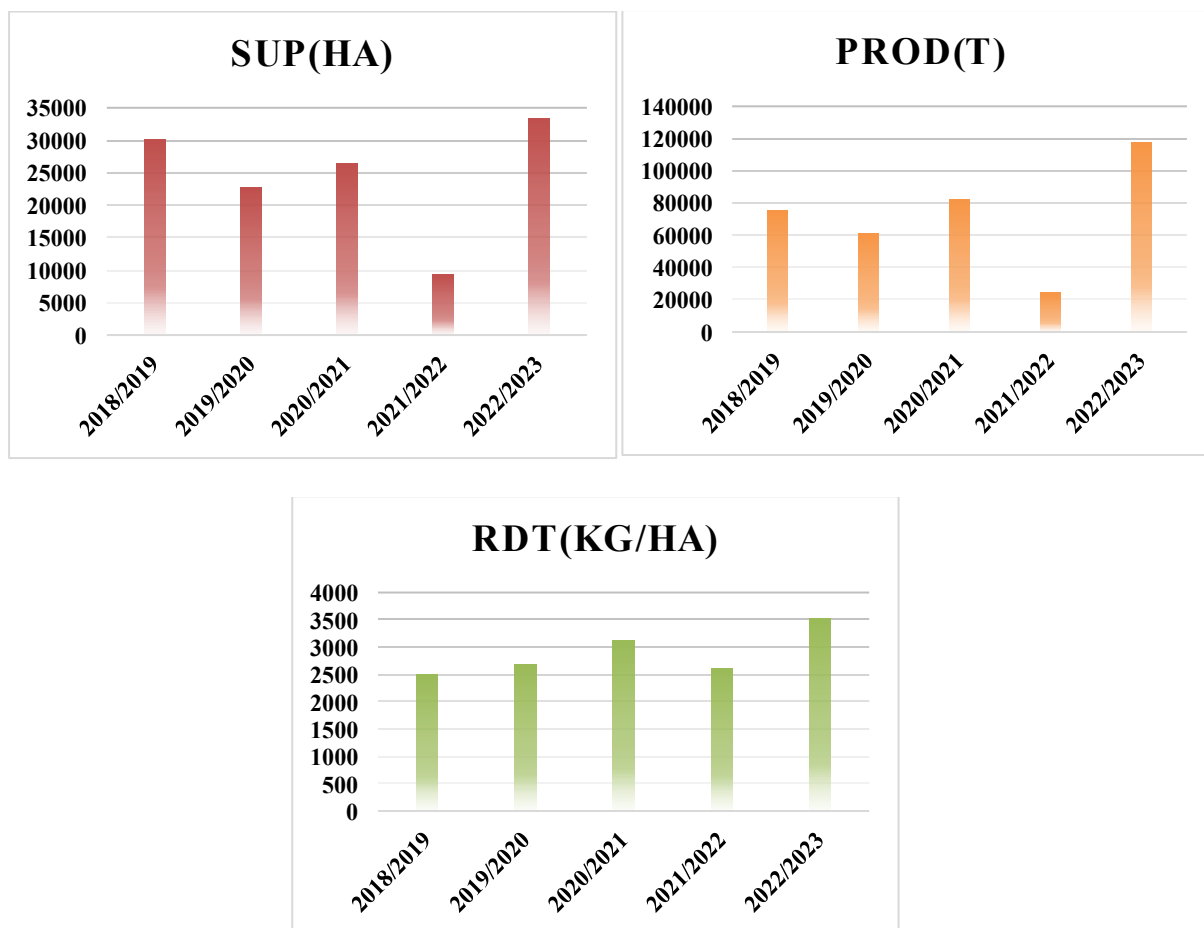


Figure 24 : Evolution des rendements, des surfaces emblavées et de la production de riz dans le département de Sédhiou de 2018 à 2023

1.1.3 Les femmes, forces motrices de la riziculture

Au Sénégal, le riz est majoritairement cultivé par les femmes qui représentent 69 % des responsables de parcelles (Diallo, 2023). Contrairement à la Basse Casamance où les hommes interviennent dans les exploitations rizicoles (Diédhiou *et al*, 2019), en Moyenne Casamance la culture du riz est l’apanage des femmes. En pays mandingue comme dans le pays Balante, ce sont les femmes qui dominent dans la production du riz (Diédhiou *et al*, 2021). Selon les données de la DAPSA, dans la région de Sédhiou en 2022 nous avons 81,92 % des parcelles de riz qui sont occupés par les femmes contre 18,08 % occupés par les hommes. La situation similaire équivaut dans le bassin du Soumboundou où dans les ménages les hommes cultivent sur le plateau et/ou la terre ferme les spéculations de rente comme le mil, le maïs, le sorgho, etc. Quant aux femmes, elles occupent les vallées où elles pratiquent la riziculture en saisons des pluies et le maraîchage en contre saison. Les femmes jouent un rôle vital dans la production et la gestion des cultures de riz. Leur expertise et leur travail acharné contribuent au développement durable de la région. Pour la plupart non alphabétisées, elles s’occupent de toute

la chaîne de production du riz du semi à la récolte. Les pratiques culturelles demeurent toujours traditionnelles, du moins pour une bonne partie des vallées visitées dans le bassin versant d'étude et rendent pénibles les activités agricoles des femmes. La migration de la main-d'œuvre constitue un frein au développement de l'agriculture dans la région de Sédhiou car les jeunes qui constituent la couche sociale la plus importante désertent peu à peu les rizières. Les jeunes filles (élèves et étudiantes) préfèrent passer leurs vacances dans les grandes villes comme Dakar ou Ziguinchor. Elles sont moins actives dans les rizières que des femmes d'une tranche d'âge de plus de 40 ans (Sané, 2017 ; Mballo *et al.*, 2019).



Photo 1 : Rizicultrice à Marandan (Source : F. Seck, Janvier 2023)

V.1.6. Activités maraîchères, alternatives pour une diversification des cultures et des revenus des populations

V.1.6.1. Activités maraîchères dans le bassin versant du Soumboundou

Dans le bassin versant du Soumboundou, le maraîchage est principalement pratiqué par les femmes. L'activité leur permet de produire des spéculations nécessaires à la consommation et à générer des revenus supplémentaires aux ménages. Ce sont les femmes qui s'activent le plus dans ce domaine et souvent les cultures sont destinées à l'autoconsommation dans les ménages. Les producteurs s'attellent aussi à la vente de pépinière (de tomate, et d'oignon). Les spéculations les plus souvent cultivées sont : l'oseille, le gombo, la laitue, l'oignon, la tomate, le piment, le Diakhatou et le chou, mais la tomate et l'oignon sont celles qui sont le plus attiré à la commercialisation à grande échelle.

Dans le terroir villageois d'Oudoucar, cette activité se fait généralement sur de petites surfaces souvent à l'arrière des maisons et est essentiellement alimentée par les eaux souterraines. Ainsi,

les productrices arrosent les plantes matin et soir en puisant l'eau à la main. Elles peuvent utiliser jusqu'à 6 barils d'eau par jour pour un rendement de 480 000 FCFA.

Hormis les producteurs individuels, nous avons quelques Associations de femmes et GIE (Groupement d'intérêt économique) qui bénéficient de projets maraîchers et de fermes communautaires financés sur fonds propres et/ou appuyés par des partenaires extérieurs. Nous avons aussi les fermes NAATANGUE de l'ANIDA sous l'hégire du ministère de l'agriculture et de l'équipement rural présent à Diannah Malary. De même à Kéréwane il existe un périmètre maraîcher de 1 ha réalisé en 2008 par le Fonds de développement local (FDLS) au profit des femmes du quartier.



Photo 2 : Périmètres maraîchers à Manconomba (Source : F. Seck, 2023)

V.1.6.2. La culture de Banane

La culture de banane (s) est une pratique vieille de plusieurs décennies dans le bassin du Soumboundou. En effet, les plantations des villages de Soumboundou et de Diannah Malary, ont été créées depuis 1988.

La plantation de banane du village de Soumboundou dispose d'un grand bassin de distribution d'eau et 5 canaux qui desservent chacun 33 parcelles. Celle de Diannah Malary compte 7 canaux arrosés en rotation de 12 à 14 jours.

« La gestion des plantations est assurée par des GIE constitués par les chefs de ménage. Les GIE compte chacun 165 membres, chaque hectare est occupé par quatre membres du GIE, ainsi chaque membre possède 8 petites parcelles dont l'entretien est à sa charge. A Diannah Malary pour prendre l'exemple de l'année 2022, ils ont récolté 423 Tonnes de banane pour une somme de 80 Millions. Les GIE tiennent aussi une caisse qu'ils alimentent avec une partie

de ces gains et cela leur permet de subvenir à leurs besoins communautaires » (entretien avec le secrétaire du GIE de la bananeraie de Diannah Malary). Ainsi dans le village de Soumboundou, les revenus ont permis aux populations d'électrifier leur village, de construire une école préscolaire et de recruter deux enseignants. Dans l'ensemble, les rendements de la plantation de bananeraie ont contribué à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté. Elle est en réalité une activité porteuse d'espoir qui permettra de fixer les jeunes et d'améliorer le revenu des populations locales.

La production de bananes est écoulee au niveau de Dakar, Kolda, Banjul (Gambie), ou dans les marchés locaux. Cependant la production de la banane irriguée s'intègre dans une filière et nécessite de ce fait, une organisation des acteurs à une échelle dépassant le niveau local (Bart, 2005). De plus, le caractère marchand de cette culture, dont les produits sont très périssables, implique la conquête de plus en plus de marchés pour sa commercialisation rapide (Chaléard, 1996).



Photo 3 : Irrigation par canaux maçonnés et régime de banane à Soumboundou (Source : F. Seck, 2023)

Conclusion du chapitre V

L'agriculture occupe une part importante de la population active et bénéficie de la conjonction de plusieurs facteurs qui lui sont favorables. Les cultures vivrières dominent dans la chaîne, et la zone comptabilise une bonne variété de spéculations, autant pour les céréales que pour les cultures de rente.

Le maraîchage constitue un complément majeur au développement de l'agriculture dans cette zone. Il est pratiqué par la majeure partie de la population, permet de se procurer des légumineuses nécessaires à la consommation domestique, et représente une source de revenu

non négligeable. Cependant, il fait face à des contraintes liées à la difficulté d'accès à l'eau et au manque de moyens.

En outre, comme autre alternative aux problèmes rencontrés par les agriculteurs, la plantation de bananes irriguées est également pratiquée sur le plateau. Elle constitue un facteur de changement dans la dynamique de production et génère des revenus considérables pour les ménages impliqués dans cette activité.

CHAPITRE VI : IMPACTS DE LA VARIABILITE HYDROCLIMATIQUE

SUR LES RESSOURCES EN EAU, LES ACTIVITES AGRICOLES ET LES STRATEGIES D'ADAPTATION

Dans ce chapitre nous étudions les impacts de la variabilité hydroclimatique, sur la ressource en eau et les activités agricoles. De plus, nous aurons à étudier des stratégies de gestion des ressources en eau pour une meilleure production agricole.

I. Les impacts de la variabilité hydroclimatique sur les ressources en eau

Dans le bassin versant du Soumboundou la variabilité hydroclimatique affecte considérablement les ressources en eau. En effet, les eaux de surface sont celles qui présentent le plus de dégâts sur la qualité et la quantité des eaux ainsi que sur le niveau d'utilisation. Les eaux de pluie reprennent petit à petit en quantité après la période sèche mais nous n'avons pas encore atteint les mm pluviométriques d'avant cette sécheresse. Les eaux du bassin ont beaucoup perdu de leur valeur sous l'influence du changement climatique et des phénomènes naturels. De ce fait, la diminution des débits d'écoulement, la salinisation et l'ensablement sont les principaux éléments cités par la population. Sur notre échantillon, 100% des personnes interrogées ont cité la diminution des débits et la salinisation comme impact du changement climatique sur les eaux de surface. L'ensablement par contre a été cité que par 16,3% de la population car son niveau d'impact varie le long du bassin.

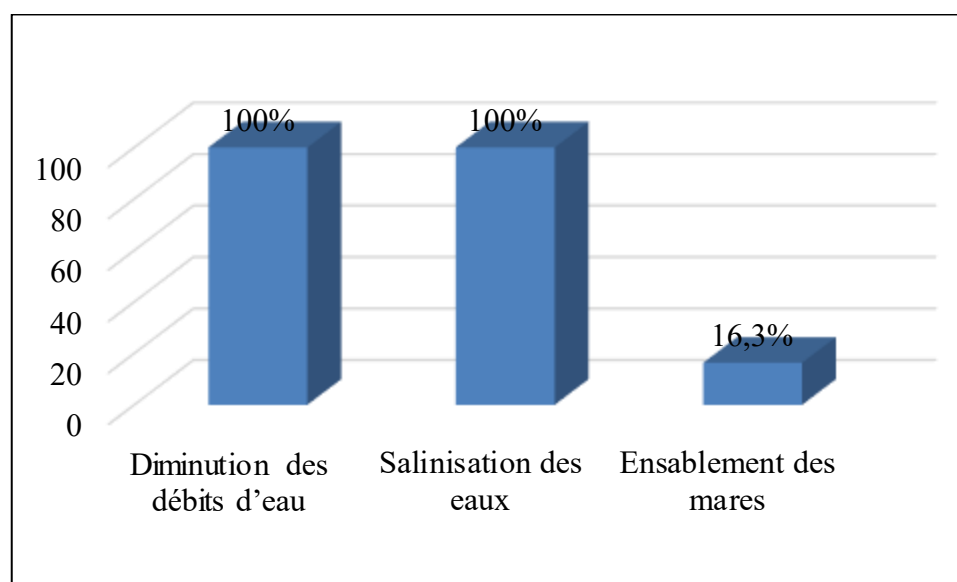


Figure 25 : Les impacts du changement climatiques sur les eaux du fleuve cités par la population

En somme, les principaux impacts dont nous pouvons faire état sur la ressource sont :

- ✓ la salinisation dû à la diminution des quantités pluviométriques qui mène à une remontée du sel ;
- ✓ l'ensablement dû à une diminution des débits qui permet un dépôt des sédiments ;
- ✓ la raréfaction des produits halieutiques.

I.1. La salinisation

Elle peut être citée comme la première cause d'abandon du fleuve par la population. A ce jour, le sel remonte dans tout le bassin avec un bon nombre de terres affectées. Ce phénomène qui s'est généralisé dans tout le bassin de la Casamance entrave lourdement la production rizicole dans les vallées. La dégradation des sols à des effets sur le rendement, et des rizières sont devenues non cultivables dans la zone. Ainsi la principale conséquence est la baisse progressive de la productivité rizicole (Diédhiou et *al.* 2021). Sur les photos...nous pouvons observer un dépôt de sel sur les rivages du cours d'eau à Manconomba et au bord du barrage de Diopcounda.

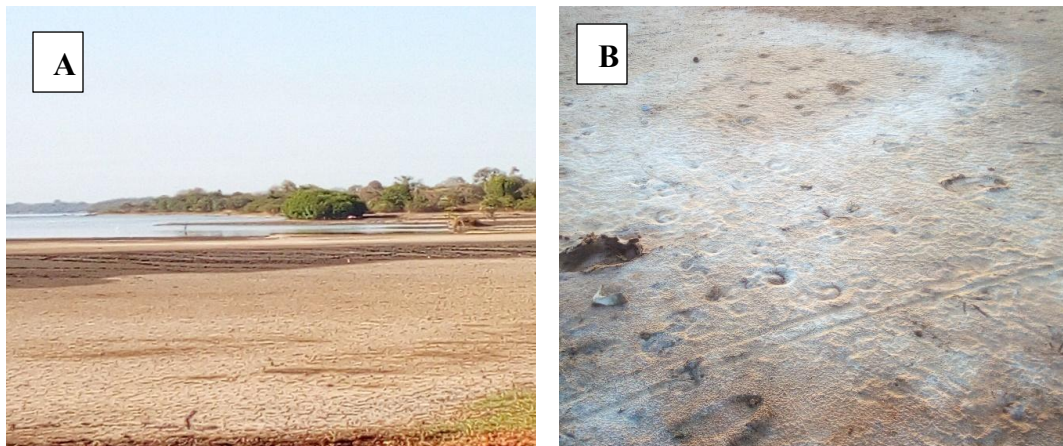


Photo 4 : Dépôt de sel sur les terres au bord du cours d'eau : (A) Rive du fleuve Soumboundou à Manconomba ; (B) Sol salé au barrage (Source : F. Seck, 2023)

I.2. L'ensablement

L'ensablement est le processus de sédimentation au niveau du lit du fleuve résultant de l'activité de ruissellement des eaux du plateau vers le fleuve (Ndiaye, 2021). Dans la zone, la profondeur du lit a diminué fortement à cause d'un dépôt de sédiments. En effet, le débit d'écoulement s'est affaibli, les faibles volumes d'eau ne peuvent pas transporter les sédiments et ce ralentissement entraîne un dépôt des grains de sel.



Photo 5 : Ensablement sur la rive gauche du cours d'eau à Manconomba (Source : F. Seck, 2023)

I.3. Raréfaction des ressources halieutiques

Les produits halieutiques sont très peu présents à ce jour dans le bassin versant du Soumboundou. La remontée du sel et les pertes de superficies de mangroves entraînent la perte d'espaces poissonneuses. De ce fait, l'activité de pêche est aussi peu présente dans la zone. Les résultats de nos enquêtes peuvent en témoigner avec seulement 0,5% des personnes enquêtées (Figure 18) qui exercent la pêche comme profession.

II. Impacts de la variabilité hydroclimatique sur les activités agricoles

Les impacts de la variabilité hydroclimatique sur les activités agricoles sont directement liés à ceux observés sur la ressource en eau. Les effets subis par cette dernière expliquent en grande partie la réalité agricole actuelle dans la zone. Comme le disait l'un d'eux, *le secteur agricole est l'un des plus impactés par la variabilité climatique dans les pays tropicaux* ; ainsi, d'une année à l'autre, les productions varient considérablement, engendrant souvent famine, insécurité alimentaire et baisse des revenus des producteurs (Collins, Étienne & Hervé, 2023). Dans le bassin, les impacts les plus marquants sont la difficulté à satisfaire la demande en consommation et l'abandon de certaines terres.

En effet, la production agricole annuelle ne suffit pas à couvrir la consommation de la population tout au long de l'année. Les ménages sont alors contraints de recourir à d'autres moyens pour subvenir à leurs besoins alimentaires. Le riz, qui est la denrée principale de leur alimentation, est celle dont l'insuffisance se remarque en premier, car la quantité cultivée est

épuisée seulement quelques mois après la récolte. Le reste de l'année est assuré par l'achat de riz importé, bien que tous les ménages ne puissent pas toujours se le permettre.

Les autres céréales cultivées sur les plateaux souffrent quant à elles de l'infertilité des sols et de l'instabilité des saisons pluvieuses, qui conditionnent entièrement le déroulement des cultures. Cette infertilité pousse à une utilisation accrue d'engrais et oblige les agriculteurs à être plus sélectifs quant aux semences utilisées.

À cela s'ajoutent les difficultés de commercialisation des produits agricoles, qui freinent davantage le secteur, largement dominé par l'informel. Après les récoltes, les producteurs peinent à obtenir un bon prix de vente. Les autorités étatiques sont souvent pointées du doigt, car elles sont responsables de la fixation des prix. Ainsi, les cultivateurs sont contraints de vendre leur production à des tarifs bas, qui ne reflètent ni les coûts engagés ni les efforts fournis durant tout le cycle de culture.

Dans le domaine du maraîchage, les méthodes rudimentaires de production, essentiellement basées sur l'utilisation des eaux souterraines, ne permettent ni une production de masse ni une diversification des espèces cultivées.

Concernant les zones de culture, les populations ont progressivement délaissé les terres salées situées en bordure du fleuve pour s'installer sur les plateaux. Les terres inondables des zones humides étaient autrefois plus fertiles grâce à la sédimentation, mais le sel est en train de neutraliser ces apports. Certaines de ces terres restent cependant exploitables en saison des pluies, lorsque les eaux douces montent. C'est ainsi qu'on observe des champs de riz à Manconomba, sur la rive, et des terres à usage maraîcher à Diannah Ba, où la nappe n'est pas encore atteinte par le sel.

Néanmoins, la majorité des paysans se sont repliés vers des terres éloignées du cours d'eau, souvent moins fertiles et entièrement tributaires des précipitations pour être humidifiées.

III. Les stratégies de valorisation des eaux de surface et des activités agricoles

Dans le bassin de Soumboundou, malgré un potentiel hydrologique conséquent, le secteur de l'eau est confronté à plusieurs contraintes qui sont en grande partie d'ordre naturelles. Après avoir relaté les impacts de ces contraintes nous avons fait une analyse sur les stratégies effectuées et celles à proposer pour une valorisation des eaux de surface et de l'activité agricole.

III.1. Stratégies de gestion des ressources en eau pour une meilleure production agricole

III.1.1. Implication des autorités étatiques

Dans le bassin de Soumboundou nous avons pu constater l'intervention de certaines structures mais aussi l'implication de la population dans la valorisation de leurs potentiels hydriques. Cependant l'ampleur de ces deux points reste à désirer. En effet sur la population enquêtée la majeure partie a soutenu ne pas avoir ressenti la main de l'état sur la gestion de l'eau. Nous avons pu constater que parfois cela est dû à une faille sur la circulation des informations mais dans certaines des localités l'absence des œuvres publiques est vérifiée. Ainsi 74,5% des personnes enquêtées répondent non à la question sur la présence d'acteurs qui œuvrent pour la valorisation des eaux et 25,5% répondent oui. Par ces derniers, les structures citées comme étant celles qui interviennent dans la zone sont : DRDR, USAID, ARD, SODRAGRI-PARIIS, ARD, Projet PARIIS avec PROVALCV Mais la participation d'autorités étatiques est estimée peu satisfaisante.

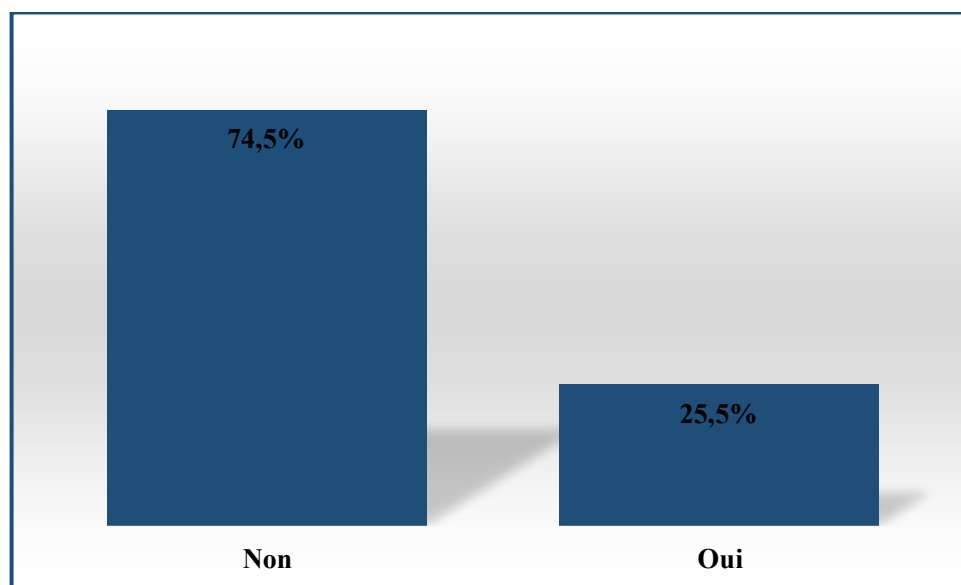


Figure 26 : Diagramme sur la présence d'acteur intervenant dans la gestion des ressources en eau (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)

III.1.2. Les stratégies communautaires

Quant à l'implication de la population elle est faible mais pas présente. Très peu de personnes enquêtées ont soutenu avoir remarqué une mobilisation des habitants pour la gestion de cette ressource. A la question sur leurs implications, 94,7% ont répondu non contre 5,3% qui soutiennent que oui. Nous avons pu constater que la plupart ont baissé les bras face à la salinisation des eaux en délaissant les activités qui lui sont tributaires et la cause citée pour cette

inaction est le manque de moyen. Par contre une partie de cette population a Manconomba ont eu a cité une digue antisel construite il y a plusieurs années avec la main d'œuvre des habitants. Cette digue aurait été construite en 1997 avec ingénieur sans frontières.

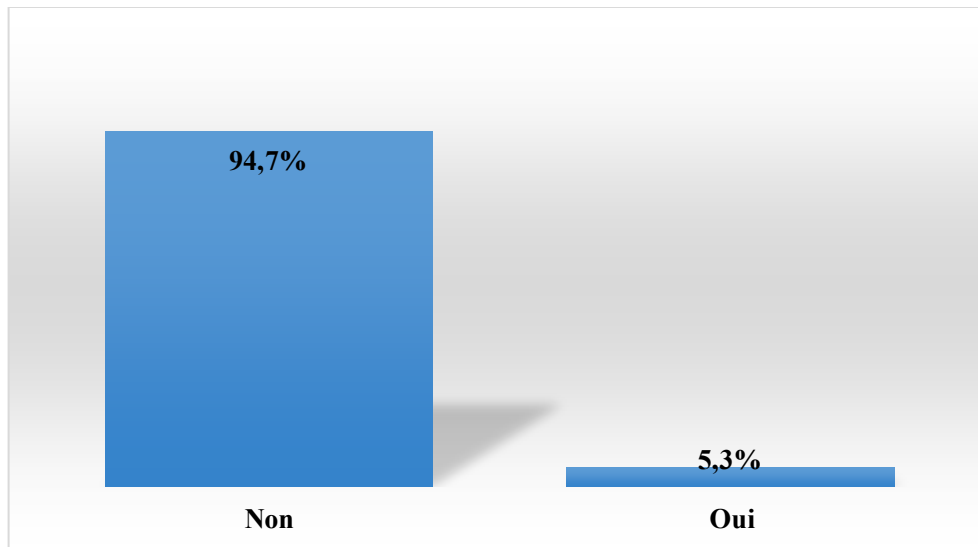


Figure 27 : Diagramme des réponses sur l'implication de la population (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)

III.1.3. Installations hydrauliques dans le bassin

Malgré le bon potentiel du bassin, les eaux de surface ne peuvent être mobilisées que par la réalisation d'ouvrages hydrauliques (barrages, canaux ou conduites) et la mise à disposition de machines telles que des groupes motopompes ou électropompes (Faye C. ; Diouf R., 2020). Face à la salinisation croissante des eaux du bassin, il est impératif de recourir à la mise en place de tels ouvrages pour espérer une réutilisation efficace des ressources en eau, notamment dans le secteur agricole. Toutefois, la mise en œuvre de ces infrastructures nécessite d'importants moyens financiers, souvent inaccessibles pour les populations locales.

Depuis plusieurs années, quelques projets ont été initiés dans ce sens, notamment le barrage de Diopcounda, construit il y a plusieurs décennies, ainsi que le projet de digue anti-sel et d'aménagement entamé à Manconomba. Le barrage de Diopcounda est né d'une initiative communautaire : les habitants de la zone se sont organisés dès 1994 pour sa réalisation (Konta, 2018). Les travaux ont été effectués entre juin 1996 et juin 1997 sous la supervision de la Division des Techniques d'Aménagement et de Gestion Hydro-agricole de SENAGROSOL CONSULT, maître d'œuvre du projet (Konta, 2018). Ce projet a bénéficié d'un soutien financier important du guide religieux Cheikh Alioune Souané, habitant de la zone, qui a personnellement contribué aux frais de réalisation.

Le barrage joue un rôle essentiel dans la maîtrise de la salinité et permet aux paysans des villages environnants de disposer de rizières cultivables pendant plusieurs mois. Cependant, il subit aujourd'hui une dégradation avancée en raison d'un manque d'entretien. Cette détérioration affecte la capacité de rétention des eaux, notamment à cause de vannes défectueuses, mais compromet également le transport des personnes et des biens. Ainsi, la réhabilitation du barrage de Diopcounda apparaît comme une nécessité vitale pour les populations locales, d'autant plus qu'il fait également office de pont de liaison entre les villages. Son entretien et sa réfection permettraient non seulement de préserver les surfaces cultivables, mais aussi de relancer durablement les activités agricoles dans la zone.

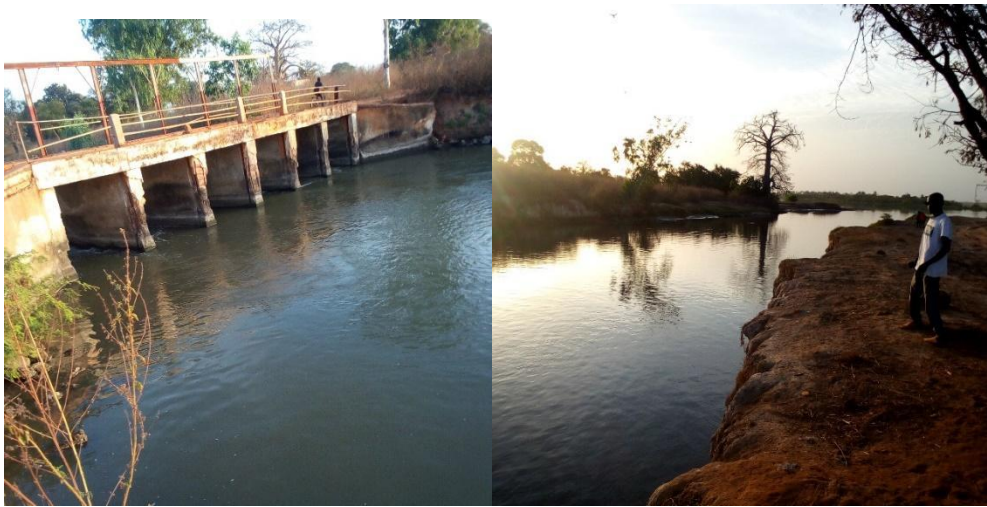


Photo 6 : Barrage de Diopcounda (Source : F. Seck, 2023)

En outre, nous avons le projet PARIIS qui arrive dans la zone en fin 2021 début 2022 avec comme programme des aménagements sur le cours d'eau. D'après les témoignages recueillis le projet vaut 13 milliards et est financé par la banque mondiale avec l'état comme partenaire. Une installation du PROVALCV est déjà en réalisation à Manconomba et nous avons assisté à une réunion sur la réalisation d'un projet d'aménagement hydro-agricole à Diannah Malary.



Photo 7 : Digue antisel à Manconomba (Source : F. Seck, 2023)

III.2. Recommandations communautaires sur les stratégies d'adaptation

La première solution proposée par la population a été la mise en place d'un barrage anti sel. Une autre stratégie notée est l'installation de plusieurs forages pour l'approvisionnement en eau potable et le maraîchage. Plus en amont du cours d'eau l'option de creuser le lit du fleuve pour une meilleure circulation des eaux a été émise. De même, la réparation du barrage de Diopcounda est citée comme un besoin urgent. Le principal frein de ces stratégies reste le manque de moyen et le manque de sensibilisation des habitants sur l'importance du fleuve et les apports qu'ils pourraient en tirer. Par rapport à la construction d'un barrage anti sel la question de l'emplacement sera très importante car pendant que la rétention du sel permet de cultiver en aval du barrage il y a un risque de salinisation accru en amont.

En outre le renforcement des systèmes d'observations des pluies et des débits au niveau des différentes stations d'un bassin de la Casamance s'avère nécessaire afin de mieux caractériser l'évolution du climat et contribuer à une meilleure adaptation aux probables effets néfastes des changements climatiques sur les écoulements de surface.

Recommandations communautaires sur les stratégies d'adaptation
Barrage anti-sel
Aménagement hydro agricole
Forage, pompe à eau

Réparation barrage de Diopcounda
Dragage du lit du fleuve
Recherche de matériels moderne pour la pêche comme filet et bateau
Digue de rétention

III.2.1. Les stratégies de développement des activités agricoles

Dans le bassin de Soumboundou, l'optimisation des rendements agricoles est étroitement liée à la valorisation des eaux de surface. L'étude de la pluviométrie a mis en évidence une période de stress hydrique, à l'origine de nombreux changements dans les systèmes agraires. Parallèlement, l'analyse de la variabilité hydrologique révèle une longue séquence de sécheresse dans le bassin de la Casamance, ce qui a également contribué à ces transformations. Ces changements ont, dans bien des cas, eu des conséquences négatives sur la productivité et les rendements agricoles. Ainsi, on observe une baisse des rendements, conséquence de la réduction des terres cultivables et de la diminution des volumes produits.

Face à cette situation, des stratégies de valorisation des ressources en eau doivent être mises en œuvre afin que les populations puissent produire des quantités suffisantes pour assurer leur propre consommation, mais également générer des profits à travers les échanges commerciaux. Il existe déjà certains programmes opérationnels dans la zone, tels que le PAPSEN (Programme d'Appui au Programme National d'Investissement Agricole) et le PAIS (Programme Agricole Italie-Sénégal), placés sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural (MAER). Ces initiatives visent la réduction de la pauvreté et la relance de la croissance économique par la valorisation du secteur agricole.

Pour utiliser efficacement les eaux de surface à des fins agricoles, la mise en place d'aménagements hydro-agricoles s'avère indispensable. Ces aménagements doivent en priorité intégrer un système de rétention du sel, qui constitue un frein majeur à la riziculture de décrue. Il est ensuite nécessaire de procéder à la parcellisation et à l'irrigation des terres. De tels aménagements permettraient d'accroître considérablement la production agricole, notamment rizicole, tout en bénéficiant également au secteur maraîcher.

Un second point essentiel pour améliorer les rendements agricoles concerne l'accès aux intrants (semences, engrais, matériel). La situation économique des agriculteurs ne leur permet pas

d'acquérir les quantités nécessaires de semences et d'engrais, et les outils utilisés restent, pour la plupart, traditionnels. Or, la croissance démographique intensifie la demande en produits agricoles, poussant les paysans à recourir à l'utilisation d'engrais chimiques pour augmenter les rendements. Une alternative viable réside dans les engrais biologiques à base d'excréments animaux, déjà utilisés par une partie des producteurs.

Plusieurs organismes, parfois en partenariat avec l'État, distribuent ces intrants aux populations, et des politiques agricoles ont été mises en place. Toutefois, ces mesures restent insuffisantes. Les engrais chimiques demeurent coûteux, tandis que les engrais bio sont soit peu disponibles, soit sous-utilisés. Il serait donc pertinent de promouvoir davantage l'usage des fertilisants biologiques, tout en revoyant à la baisse les prix des engrais chimiques, en tenant compte des besoins et des capacités financières des agriculteurs. Quant aux semences, la population ne dispose pas encore des compétences nécessaires pour faire des choix éclairés sur la qualité ou l'origine des variétés proposées. Leur accès devrait être facilité pour les agriculteurs les plus démunis, avec des prix adaptés à leur pouvoir d'achat. Enfin, face au phénomène du changement climatique, la planification agricole et les politiques publiques dans cette zone devraient être davantage fondées sur les tendances de variation des températures et sur l'instabilité croissante des régimes pluviométriques.

Conclusion du chapitre VI

Dans ce chapitre, nous avons établi une corrélation entre la variabilité climatique et hydrologique étudiée dans la deuxième partie, et la situation de l'activité agricole ainsi que de la ressource en eau, en mettant en évidence les impacts de ces variabilités. Selon notre analyse, les principaux impacts observés sur la ressource en eau sont les suivants : La salinisation, due à la diminution des précipitations, entraînant une remontée du sel ; L'ensablement, provoqué par une baisse des débits qui favorise le dépôt des sédiments ; La raréfaction des produits halieutiques ; Une exploitation accrue de la nappe phréatique ; L'abandon progressif des eaux de surface. Concernant l'activité agricole, les impacts sont parfois indirects, mais restent majoritairement liés à l'évolution de la ressource en eau. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons analysé les différentes stratégies proposées, déjà mises en œuvre ou en cours de planification, dans le but de valoriser les eaux de surface et de soutenir l'agriculture dans la zone d'étude. La problématique de la salinisation, en particulier, nécessite des moyens techniques et financiers importants pour permettre la récupération de certaines terres agricoles,

ce qui dépasse généralement les capacités des populations locales. Toutefois, nous avons observé l'installation récente de quelques dispositifs visant à répondre à ce défi. Le secteur agricole serait le principal bénéficiaire d'une politique efficace de valorisation des eaux de surface, ouvrant ainsi la voie vers une autosuffisance alimentaire durable.

CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE

L'agriculture est l'activité principale dans le bassin de Soumboundou, où 89,9 % de la population en dépend. Le riz est la culture dominante (63,5 % des répondants), suivi de l'arachide (39,4 %). Bien que l'État et plusieurs ONG apportent leur soutien aux agriculteurs, celui-ci reste insuffisant. Par ailleurs, la production agricole connaît une forte instabilité sur cinq ans, avec des rendements fluctuants. De plus, le riz, principalement cultivé par les femmes, ne suffit pas à couvrir les besoins de la population. En complément, le maraîchage et la culture de la banane contribuent à l'économie locale. Cependant, la dégradation de l'eau du fleuve, causée par la remontée du sel et l'accumulation de sédiments, complique la pratique de la pêche. En conséquence, la population se tourne massivement vers les eaux souterraines pour ses besoins en eau. De plus, l'agriculture est fortement impactée par le manque d'eau et la salinisation des terres, obligeant de nombreux paysans à se reconvertir temporairement en saison sèche. Face à ces défis, plusieurs stratégies sont mises en place, notamment la construction de barrages antisels et le développement de l'irrigation. Néanmoins, 74,5 % des habitants estiment que l'État ne maîtrise pas suffisamment ces projets. Ainsi, le développement agricole repose sur une gestion plus efficace des ressources en eau, l'extension des périmètres irrigués et un meilleur accès aux intrants

CONCLUSION GENERALE

Cette étude porte sur deux éléments essentiels : la ressource en eau et l'activité agricole. À l'échelle nationale, les questions liées à l'autosuffisance alimentaire et à la promotion de la consommation locale sont plus que jamais d'actualité. Fidèle à la réalité du territoire sénégalais, le bassin de Soumboundou présente un potentiel hydrologique non négligeable, qu'il devient crucial d'exploiter compte tenu de la situation économique de la région. Habité majoritairement par une population agricole, l'activité de cette dernière occupe une place centrale dans les objectifs de développement et d'autosuffisance alimentaire de la région du Pakao.

Cependant, la ressource en eau dont dispose cette population est fortement dégradée, notamment sous l'effet du changement climatique. Ainsi, nous avons mobilisé plusieurs indices, notamment l'IHN, l'ISD, l'ILDH, pour caractériser la sécheresse dans ce bassin. Par ailleurs, l'analyse de la pluviométrie a été menée à l'aide des tests de rupture, du test de Mann-Kendall, ainsi que de l'Indice Standardisé de Précipitation (ISP). Grâce à l'indice d'aridité de De Martonne, nous avons également pu cerner l'évolution de la température sur une période de 70 ans, avant d'aborder la variabilité de l'évaporation.

Cette étude des variables climatiques a été précédée par une caractérisation du bassin de Soumboundou, incluant l'hydrographie, le relief, les types de sols et de végétation, sans oublier les caractéristiques humaines. En ce qui concerne l'agriculture, l'analyse des données agricoles des cinq derniers hivernages, jusqu'en 2023, a permis de suivre son évolution.

La dégradation des ressources en eau, en particulier des eaux de surface, a conduit à l'abandon de nombreuses rizières. Désormais, la population se limite principalement aux cultures pratiquées durant la saison des pluies. Cette production étant insuffisante pour couvrir les besoins alimentaires, diverses stratégies sont actuellement en cours de mise en œuvre, tandis que d'autres ont été proposées en vue de revaloriser les secteurs liés à l'eau, notamment l'agriculture.

Un tel objectif se heurte toutefois à de nombreuses contraintes, d'où la nécessité d'une meilleure compréhension du fonctionnement du bassin. Cela passe par la réalisation d'études permettant d'obtenir des données géométriques et hydrologiques précises, ainsi que des informations climatiques (pluviométrie, température, évaporation). Par ailleurs, une analyse spatiale de la situation agricole, associée à une quantification des besoins, faciliterait la mise en œuvre des politiques agricoles, tout en permettant un meilleur ciblage et une organisation plus efficace des aides.

BIBLIOGRAPHIE

ANSD ; Rapport Régional Définitif, 2017, Région de Sédhiou

ANSD ; Situation Economique et Sociale du Sénégal Ed. 2017/2018

ANSD, Sédhiou, 2013 ; Situation Economique et Sociale Régionale

Ba D. D., Faye C., Diédhiou S. O. ; L'anomalie de la température minimale et maximale dans la partie sud-est du Sénégal, J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), Spécial 2019, 21(4) : 27-37

Bodian A., Bacci M., Diop M., 2015. Fleuve Casamance impact potentiels du changement climatique sur les ressources en eau de surface du bassin de la Casamance à partir des scenarios du CMIP5. PAPSEN, Rapport n° 16

Charreau CI., Fauck R., 1965. Les sols du Sénégal. P117-119. Extrait d'ÉTUDES SÉNÉGALAISES N°9 Fascicule 3.

CIAT (International Center for Tropical Agriculture) ; 2022 ; Évaluation de la vulnérabilité climatique de certaines cultures au Sénégal.

Collins E., K., Hervé, T., 2023. Évaluation de l'impact de la variabilité climatique sur la production agricole en Afrique tropicale : approches méthodologiques et écueils (p. 349-372).

Dacosta H., 1989. Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance, thèse de 3ème cycle, département géographie, FLSH, UCAD.

DAPSA ; Rapport de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) 2020-2021.

DAPSA ; Rapport de l'Enquête Agricole Annuelle (EAA) 2022-2023.

Descroix L., Djiba S., Sané T., Tarchiani V., 2015. Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance : actes de l'Atelier scientifique et du lancement de l'initiative " Casamance : un réseau scientifique au service du développement en Casamance " du 15-17 juin 2015 à Hôtel KADIANDOU MAGNE de Ziguinchor, Sénégal.

DGPRES, Décembre 2016. Rapport phase pilote du processus de renseignement des indicateurs de l'ODD 6 de l'initiative GEMI au Sénégal.

Diallo M. F., 2023. Révolutionner la riziculture au Sénégal : le potentiel inexploité des subventions aux intrants et leur impact sur la productivité des agriculteurs.

Diédhiou S. O., Thior M., Diouf A. C., Mballo I., Diallo A. K., 2021. Riziculture pluviale de bas-fonds dans la région de Sédhiou (Sénégal) : contraintes de production et stratégie d'adaptation.

Fauck R., 1955. Étude pédologique de la région de Sédhiou (Moyenne Casamance).

Faye C., Diouf R. N., Octobre 2020. Les différentes politiques de l'eau de surface au Sénégal : analyse et défi pour une gestion durable des ressources.

Faye C., 2019. Changement climatiques observés sur le littoral sénégalais (Région de Dakar) depuis 1960 : Etude de la variabilité des tendances sur les températures et la pluviométrie.

Faye C., Ba D. D., Diagne A., 2019. Changement climatique observé sur le littoral sénégalais, Région de Dakar, depuis 1960 : tendances et perception des populations de Dakar ; Afrique SCIENCE 15(4) (2019) 203 – 214 ; ISSN 1813-548X.

Faye C., 2019. Les territoires de l'eau au Sénégal, Les Éditions Chapitre.com, 2014. ISBN: 979-10-290-0928-0.

Faye C., 2017. Gestion des ressources en eau en Afrique : problèmes de disponibilité des données et incertitudes associées aux mesures hydrologiques au Sénégal.

Gning C. T., 2022. Usages et dégradations des ressources en eau dans le delta du Saloum : cas de la commune de Toubacouta.

Ionac N., Grigore E., Constantin (OPREA) D.M., 2015. Évaluation des phénomènes de dessèchement et de sécheresse dans la zone continentale du plateau de la Dobroudja du sud, XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège. Pages 269-270.

Keita B., IER, LABOSEP Octobre 2000. Les sols dominants du Mali.

Kone M., Afouda O. C., 2020. Perceptions et stratégies d'adaptation des producteurs des cultures pluviales et maraîchères dans le contexte du changement climatique à Nikki au Bénin, Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement, n°1, Page 111-Page 119.

Maignien R., 1968. Les sols ferrugineux tropicaux unités pédogénétiques.

Mballo I., Sy O., Gaye D., Sané B., 2021 ; Variabilité pluviométrique et développement de l'activité agricole dans la région de Kolda (Sénégal).

Milivoj B. Gavrilov, Wenling An, Chenxi Xu, Milica G. Radaković, Qingzhen Hao, Fan Yang, Zhengtang Guo, Zoran Perić, Gavriilo Gavrilov and Slobodan B. Marković, 2019. Independent

Aridity and Drought Pieces of Evidence Based on Meteorological Data and Tree Ring Data in South East Banat, Vojvodina, Serbia.

Ndiaye F., 2021. Dynamique et gestion des ressources en eau dans le bassin du fleuve Casamance en amont de Kolda.

N'gnessan B. V. H., Saley M. B., Oga Yeï M. S., Yapi A. F., Kouadio B. H., Biemi J., Kouadio A., Décembre 2017. Caractérisation de la sécheresse hydrologique dans la région de la Marahoué (centre-ouest de la côte d'ivoire). International Journal of Engineering Science Invention (IJESI), ISSN (Online): 2319 – 6734, ISSN (Print): 2319 – 6726, www.ijesi.org, Volume 6 Issue 12, PP. 19-27.

Pallo, F.J.P. Lamourdia T, Janvier 1989. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions du Burkina Faso : caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole.

Sané B., 2023. Fonctionnement hydrologique et sédimentaire des bassins-versants des marigots de Djibonker et d'Agnak en Basse-Casamance : mutations environnementales et socioéconomiques.

Sene S. M. K., 2021. Dynamique des ressources en eau et impacts sur les activités socio-économiques : cas du bassin versant du Niaoule (Tambacounda).

Sultan B., Lalou R., Sanni M. A., Oumarou A., Soumaré M. A., 2015. Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest, IRD Éditions Institut de recherche pour le développement, Collection Synthèses Marseille.

Tarchiani V. ; Caractérisation des systèmes de production dans la moyenne Casamance. Analyse préliminaire des dynamiques des systèmes de production agricole, 2013. PAPSEN, Rapport n° 5.

Walù C. E., 2022. Variabilité hydroclimatique : représentation, impacts et résilience des acteurs dans le terroir de Brassou et de Souna Balmadou (moyenne-Casamance).

Wesselink A. J.; Orange D.; Feizoure C. T. & Randriamiarisoa, 1996. Les régimes hydroclimatiques et hydrologiques d'un bassin versant de type tropical humide: l'Oubangui (République Centrafricaine).

WEBOGRAPHIE

<https://doi.org/10.4000/dynenviron.6013>

<http://bibnum.ucad.sn>

<http://journals.openedition.org>

<http://www.revues.org>

<http://www.memoireonline.com>

<http://www.geoconfluences.ens-lyon.fr>

ANNEXES 1 : Liste de cartes, tableaux, figures et photos

Liste des figures

Figure 1 : Courbe hypsométrique du bassin versant de Soumboundou.....	44
Figure 2 : Répartition des ethnies selon le nombre de répondant, enquêtes de terrain, janvier 2023.....	53
Figure 3 : Pyramide des âges de la population des communes de Diannah Ba, Diannah Malary et Oudoucar (Source : ANSD, 2013)	54
Figure 4 : Graphique des écarts à la moyenne de la pluviométrie à Sédhiou sur la période 1950-2021.....	59
Figure 5 : Evolution de l'indice standardisé de la précipitation à la station de sédhiou.....	60
Figure 6 : Test de Pettitt appliqué à la série pluviométrique annuelle de Sédhiou de 1950-2021 (Source : Donnée station Sédhiou).....	63
Figure 7 : Evolution interannuelle de la pluviométrie à la station de Sédhiou de 1950 à 2021	64
Figure 8 : Perceptions de la population sur la suffisance des pluies (Enquêtes de terrain, 2023)	65
Figure 9 : Courbe des températures moyennes mensuelles de la région de Sédhiou pour la période 1951- 2020.....	66
Figure 10 : Courbes des Températures moyennes, minimales et maximales annuelles de Sédhiou de 1951 à 2020	67
Figure 11 : Evolution mensuelle des volumes d'eau évaporés à la station de Kolda de 1951 à 2020.....	69
Figure 12 : Evolution de la pluviométrie de l'écoulement et du coefficient d'écoulement de la station de Kolda de 1964-65 à 2007-08	72
Figure 13 : Evolution du Débit de la station de Kolda de 1964-65 à 2007-08.....	72
Figure 14 : Evolutions de l'ISD, l'ILDH, l'IHN du bassin de la Casamance de 1964-65 à 2007-08.....	76
Figure 15 : Perception de la population sur le niveau d'accessibilité des eaux du fleuve (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023).....	78
Figure 16 : Perception de la population sur le niveau d'utilisation des eaux du fleuve (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)	79
Figure 17 : Principales occupation des populations enquêtés (Source : F. Seck, Données d'enquête, 2023).....	85
Figure 18 : Les différentes spéculations cultivées et le nombre de personnes pratiquant l'activité (Source : F. Seck, Données d'enquête, 2023)	86

Figure 19 : Sondage sur l'utilisation d'engrais (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023) .	87
Figure 20 : Evolution de la superficie emblavée en fonction des spéculations dans le département de Sédhiou (Source : DRDR Sédhiou)	88
Figure 21 : Evolution des rendements à l'hectare de quelques spéculations (Source : DRDR Sédhiou)	89
Figure 22 : Evolution de la production(T) de céréales en fonction des années (Source : DRDR Sédhiou)	91
Figure 23 : Production de quelques cultures de rente (Source : DRDR, département de Sédhiou)	93
Figure 24 : Evolution des rendements, des surfaces emblavées et de la production de riz dans le département de Sédhiou de 2018 à 2023.....	95
Figure 25 : Les impacts du changement climatiques sur les eaux du fleuve cités par la population.....	101
Figure 26 : Diagramme sur la présence d'acteur intervenant dans la gestion des ressources en eau (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)	105
Figure 27 : Diagramme des réponses sur l'implication de la population (Source : F. Seck, Donnée d'enquête, 2023)	106

Liste des cartes

Carte 1 : Représentation du bassin de Soumboundou et de la Casamance dans les limites du Sénégal	33
Carte 2 : Représentation de la classification de Strahler du bassin de Soumboundou.....	36
Carte 3 : Représentation des altitudes du bassin de Soumboundou	40
Carte 4 : Représentation des classes d'altitude du bassin versant de Soumboundou.....	42
Carte 5 : Représentation des types de sols du bassin versant de Soumboundou.....	46
Carte 6 : Distribution de la couverture végétale du bassin de Soumboundou.....	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Taille de la population et nombre de ménage pour les villages à enquêter (Source : ANSD, 2013).....	27
Tableau 2 : Répartition de l'échantillonnage par villages enquêtés	28

Tableau 3 : Nombre et longueur des cours d'eau (Source : MNT Bassin versant de Soumboundou).....	37
Tableau 4 : Récapitulatif des caractéristiques hydro-morphométriques étudiées	39
Tableau 5 : Répartition des surfaces en fonction des classes d'altitude.....	43
Tableau 6 : Superficie des types de sols répertoriés dans le bassin de Soumboundou (Source : MNT du bassin de Soumboundou).....	47
Tableau 7 : Répartition de la superficie en fonction des formations végétales du bassin (Source : MNT bassin Soumboundou).....	50
Tableau 8 : Répartition de la population de la zone d'étude en fonction des communes (Source : ANSD, 2022).....	52
Tableau 9 : Répartition du nombre de répondant par ethnie (Source : Données Enquêtes, janvier 2023)	53
Tableau 10 : Nombre absolu et pourcentage des habitants en fonction de l'âge (Source : ANSD, 2013).....	54
Tableau 11 : Statistiques des séquences des indices standardisés de précipitation à Sédhiou de 1950 à 2021	60
Tableau 12 : Résultats des tests de Man Kendall des 7 décennies de la période 1950-2021...	62
Tableau 13 : Résultat test de rupture.....	63
Tableau 14 : Interprétation de l'indice d'aridité d'E. Martonne	68
Tableau 15 : Classification des séquences de sécheresse selon l'IHN Source : N'GNESSAN et al (2017, p 22)	73
Tableau 16 : Classification des séquences de sécheresse selon l'ILD Source : N'GNESSAN et al (2017, p 22)	75
Tableau 17 : Séquences sèches et humides de la période 1964-65 ; 2007-08.....	76
Tableau 18 : Pourcentage de production en tonne en fonction des spéculations pour chaque année (Source : DRDR Sédhiou)	89
Tableau 19 : Ecarts des productions de cultures céréalières pour les 5 dernières années (Source : DRDR, département Sédhiou).....	92
Tableau 20 : Ecarts des productions de quelques cultures de rente de 2018 à 2023 (Source : DRDR, département Sédhiou).....	94

Liste des photos

Photo 1 : Rizicultrice à Marandan (Source : F. Seck, Janvier 2023)	96
--	----

Photo 2 : Périmètres maraîchers à Manconomba (Source : F. Seck, 2023)	97
Photo 3 : Irrigation par canaux maçonnés et régime de banane à Soumboundou (Source : F. Seck, 2023).....	99
Photo 4 : Dépôt de sel sur les terres au bord du cours d'eau : (A) Rive du fleuve Soumboundou à Manconomba ; (B) Sol salé au barrage (Source : F. Seck, 2023)	102
Photo 5 : Ensablement sur la rive gauche du cours d'eau à Manconomba (Source : F. Seck, 2023).....	103
Photo 6 : Barrage de Diopcounda (Source : F. Seck, 2023).....	107
Photo 7 : Digue antisel à Manconomba (Source : F. Seck, 2023).....	108

ANNEXE 2 : Guide d'entretien

Guide d'entretien destiné aux structures évoluant dans le domaine agricole

1. Présentation de la structure ?
2. Depuis quand est ce que votre structure s'active dans la zone ?
3. Quel est votre domaine d'intervention ?
4. Quel est l'état de votre connaissance sur les ressources en eau du département ?
5. Recensez-vous des données quantitatives (débits, volume) et qualitatives sur les ressources en eau ?
6. Les ressources en eau de surface sont-elles utilisées dans le domaine agricole ?
7. Description du système de production agricole ?
 - ✓ Moyens de production ?
 - ✓ Spécifications cultivées ?
 - ✓ Cultures de subsistance
 - ✓ Cultures commerciales ?
8. Quelles sont les techniques mises en œuvre pour la production ?
9. Pouvez-vous nous décrire le système de production agricole de la zone ?
10. Quelles sont les contraintes rencontrées par l'agriculture ?
11. Quelles sont les stratégies mises en œuvre pour faire face à ces contraintes ?
12. Quels sont les facteurs favorables à la production agricole ?
13. Que pouvez-vous nous dire en termes de modernisation des systèmes de culture ?
14. Les types de cultures sont-ils repartis en termes de genre ?

ANNEXE 3 : Le questionnaire

Nom de la Localité :

1. Identification de l'enquête

1. Prénom :

2. Nom :

Sexe : M F

3. Age :

- 10-30
- 30-60
- +60

4. Ethnie :

- Peulh
- Diola
- Balantes,
- Baïnounck,
- Manjacku
- Mandingues

5. Autre

.....
.....

6. Profession :

- Agriculteur
- Eleveur
- Pêcheur
- Commerçant
- Artisanat

7. Autre

.....
.....

8. Avez-vous une profession
secondaire ?

- Oui
- Non

9. Si oui laquelle ?

.....
.....

10. Originaire de la zone :

- Oui
- Non

11. Si Non depuis quand y habitez-
vous ?

- Moins de 10ans
- Entre 10 et 20ans
- Plus de 20ans

II. Ressource en eau et activité agricole

12. Quelles sont les différents types de
ressource en eau que vous disposer

- Pluviales
- Souterraines
- Superficielles

13. Le(s)quel(s) utilisez-vous le plus

- Pluviales
- Souterraines
- Superficielles

14. Quelles sont les activités pour
lesquelles vous avez besoin d'eau

- Ménagères
- Agricoles
- Maraîchères
- Autre

15. Autre

.....

16. Pratiquez-vous de la pêche ?

- Oui
- Non

17. Si oui laquelle ?

- Artisanale
- Moderne
- Autres

18. Autres (à préciser)

.....

19. Est-ce que vous utilisez des
produits pour cueillir des poissons
?

- Oui
- Non

20. Si oui les quels

.....

21. Ces produits n'ont-ils pas
d'impacts sur la qualité de l'eau ?

- Oui
- Non

A. Pluviométrie

22. La ressource en eau de pluie est-elle suffisante ?

- Oui
- Non

23. Si non, Pourquoi

.....

.....

24. Ya-t-il une diminution de la pluviométrie ?

- Oui
- Non

25. Si oui depuis quand ?

- Ya moins de 5ans
- Ya 10 ans
- Ya plus de 10 ans

26. Estimation incertaine

.....

.....

27. Quel est l'impact de la pluviométrie sur les rendements agricoles

- Positif
- Négatif

B. Les eaux de surface

28. L'utilisation que vous en faites est :

- Forte
- Moyenne
- Faible

29. Quelle est l'évolution des eaux en quantité ? On a une :

- Augmentation
- Diminution

30. Quelle est l'évolution des eaux en qualité ? On a une :

- Augmentation
- Diminution

31. En quelle période utilisez-vous le plus cette eau

- Saison de pluie
- Saison sèche
- Tout le temps

32. Pour quelle activité utilisez-vous le plus cette eau

- Agriculture
- Elevage
- Usage domestique
- Autre

33. Si autre, précisez ?

.....

34. Quelle est le niveau d'accessibilité de cette eau

- Elevé
- Moyen
- Faible

35. Quelle est le niveau d'importance de cette eau sur vos conditions de vie

- Forte
- Moyenne
- Faible

36. Quel type d'impact a-t-elle sur vos vies

- Positif
- Négatif

C. L'activité agricole

37. Est-elle votre principale activité de survie

- Oui
- Non

38. Si non laquelle est votre principale activité de survie

- Elevage
- Commerce
- Pêche
- Artisanat
- Autre

39. Autre

.....

40. Quel type de culture faite vous

- Vivrière
- Commerciale
- Les deux

41. A quelle période de préférence

- Saison de cru
- Période d'étiage

42. Quelles sont les variétés que vous cultivez

- Riz
- Arachide
- Mil
- Mais
- Sorgo
- Autre

43. Autre

.....

44. Faite vous du maraichage

- Oui
- Non

45. A quelle saison

- Pluie
- Etiage
- Sèche

46. Utilisez-vous des produits chimiques pour l'agriculture ?

- Oui
- Non

47. Si oui lesquels ?

.....

48. Ces produits ont-ils un effet négatif sur la qualité de l'eau

- Oui
- Non

III. Rôle du cours d'eau sur l'activité agricole

49. Comment appréciez-vous la quantité d'approvisionnement du fleuve

- Elevé
- Moyenne
- Faible

50. Comment appréciez-vous la qualité de l'eau sur vos cultures

- Bonne
- Moyenne
- Mauvaise

51. L'eau est-elle accessible pour vos cultures

- Oui
- Non

52. Si non pourquoi

.....

53. En saison des pluies, la remonté des eaux pose-t-elle un problème à vos cultures

- Oui
- Non

54. Si oui quels problèmes

- Cultures inondées
- Erosion
- Inaccessibilité des terres
- Autre

55. Autre

.....

56. Comment imaginez-vous vos cultures sans le fleuve. Elle serait

- Meilleure
- Pire

IV. Impact du changement climatique

57. Constatez-vous une dégradation des ressources en eau

- Oui
- Non

58. Quels sont les facteurs à l'origine

- Naturelles
- Anthropiques
- Les deux

59. Si c'est les deux quels est le plus important

- Naturels
- Anthropiques

60. Pour les facteurs naturels quelle ressource en eau est la plus vulnérable

- Pluviales
- Superficielles

61. Pour les facteurs anthropiques quelle ressource est la plus vulnérable

- Pluviales
- Superficielles

62. Quels sont les facteurs anthropiques qui rendent les ressources en eau vulnérables

- Surexploitation des ressources

- Augmentation de la population et donc des besoins
- Pauvreté (manque de moyen)
- Utilisation et gestion archaïque de la ressource
- Autre

63. Autre

.....

64. Quelles sont les conséquences de ces facteurs anthropiques sur la ressource

- Pollution
- Salinisation
- Assèchement
- Autre

65. Autre

.....

66. Apercevez-vous un changement sur ces paramètres climatiques

- Température oui
non
- Pluviométrie oui
non
- Vents oui
non
- Humidité relative oui
non

67. Dans le(s)quel(s) de ces paramètres ressentez-vous le plus ce changement

- Température
- Pluviométrie
- Vents
- Humidité relative

68. D'après vous les ressources en eau subissent-elles ces changements

- Oui
- Non

69. Si oui quels sont les impacts sur la pluie

- Diminution
- Augmentation
- Retard
- Pluies précoces

70. Si oui quels sont les impacts sur les eaux de surface

- Diminution des débits d'eau
- Augmentation des débits d'eau
- Elargissement de lits
- Salinisation des eaux
- Ensablement des mares

V. Gestion et stratégie d'adaptation

71. Avez-vous mis en place des stratégies pour une meilleure utilisation de ces eaux

- Oui
- Non

72. Si yen a quelles sont-elles

.....

.....

73. Sont-elles efficaces

- Oui
- Non

74. Ces stratégies sont-elles :

- Modernes
- Traditionnelles

75. Avez-vous les moyens pour mettre en valeur les eaux du fleuve

- Oui
- Non

76. Si oui lesquels

.....

77. Ya-t-il des acteurs intervenant dans la gestion des ressources en eau

- Oui
- Non

78. Si oui, citez-nous-en

.....

79. Les acteurs interviennent dans quels types de ressource

- Pluviales
- Souterraines
- Superficielles

80. Participez-vous à la gestion de ces ressources

- Oui
- Non

81. Si oui comment estimez-vous votre rôle

- Important
- Moyen
- Faible

82. Quels sont les problèmes liés à la gestion de l'eau ?

- Problème financier
- Manque d'expertise humaine
- Autres

83. Comment appréciez-vous la manière dont la ressource est gérée ?

- Très satisfaisante
- Satisfaisante
- Peu satisfaisante
- Pas satisfaisante

84. Existent-ils des ONG qui s'intéressent à la gestion des ressources en eau ?

- Oui
- Non

85. Si oui, comment appréciez-vous la manière dont ces ONG s'intéressent à la gestion de ces ressources ?

- Pas satisfaisante
- Peu satisfaisante
- Satisfaisante
- Très satisfaisante

86. Quelles sont les stratégies mises en place par l'Etat pour une meilleure gestion de l'eau ?

.....

87. S'il y en a sont-elles efficaces ?

- Oui
- Non

88. Si Non pourquoi ?

.....

89. Quelles stratégies durables suggérez-vous pour une meilleure gestion de l'eau ?

.....
.....

Tables des matières

SIGLES ET ABREVIATIONS.....	2
DEDICACES	4
REMERCIEMENTS.....	5
RESUME.....	7
ABSTRACT.....	8
SOMMAIRE.....	9
INTRODUCTION GENERALE.....	10
PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET PRESENTATION DU BASSIN- VERSANT	12
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE	13
I. Problématique de recherche	13
I.2. Justification.....	14
II. Analyse conceptuelle	16
III. Etat de l'art	21
IV. Questions de recherche.....	23
V. Objectifs de la recherche	23
VI. Hypothèses de la recherche	24
VII. Résultats attendus.....	24
VIII. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	25
1.1. Le questionnaire ménage	29
1.2 Les guides d'entretiens.....	29
1.3 L'acquisition des images pour la cartographie.....	29
1.4 Traitement des données.....	30
Conclusion du chapitre I	31
CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	32
I. Les caractéristiques physiques du bassin versant.....	32
I.1. Le réseau hydrographique du bassin versant	32
I.2. Caractéristiques physiographiques du bassin versant de Soumboundou.....	34
I.2.1. Forme du bassin versant.....	34
I.2.2. Largeur et longueur du rectangle équivalent	34
I.2.3. La classification de Strehler (1957) appliquée au bassin versant du Soumboundou	35
a. La densité de drainage.....	37
b. La densité hydrographique.....	38

c.	Temps de concentration	38
1.2.4.	Relief et hypsométrie du bassin	39
1.2.4.1.	Le relief	39
1.2.4.2.	L'hypsométrie du bassin.....	41
1.2.5.	Type et nature des sols	44
1.2.6.	Les formations végétales	47
1.2.7.	Les caractéristiques climatiques	50
II.	Le cadre humain du bassin	51
II.1.	Historique de peuplement	51
II.2.	Structure de la population.....	52
II.2.1.	Taille de la population	52
II.2.2.	Ethnie et religion	52
II.2.3.	Structure par âge.....	54
	Conclusion du chapitre II	55
	CONCLUSION PREMIERE PARTIE	55
	DEUXIEME PARTIE : LE BASSIN VERSANT DU SOUMBOUNDOU : VARIABILITE CLIMATIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	57
	CHAPITRE III : LA VARIABILITE CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DE SOUMBOUNDOU	58
I.	Variabilité interannuelle de la pluviométrie et perceptions communautaires sur la période de 1950 à 2021	58
I.1.	L'écart à la moyenne.....	59
I.2.	L'indice standardisé des précipitations (ISP)	59
I.3.	Le test de tendance de Mann-Kendall.....	61
I.3.1.	Le test de rupture de Pettitt	62
I.4.	Evolution interannuelle de la pluviométrie de 1950 à 2021	63
I.4.1.	Perception des populations sur l'évolution de la pluviométrie	64
I.5.	Les températures	65
I.5.1.	Évolution des températures mensuelles de 1951 à 2020	65
I.5.2.	Évolution des températures annuelles de 1951 à 2020	66
I.5.3.	L'Indice d'aridité d'Emmanuel de Martonne	67
I.6.	L'évaporation.....	68
	Conclusion du chapitre III.....	69
	CHAPITRE IV : DISPONIBILITE EN EAU ET VARIABILITE HYDROLOGIQUE DANS LE BASSIN-VERSANT DE SOUMBOUNDOU	70
I.	Les eaux de surface	70

I.1. L'hydrographie et l'hydrologie	70
I.2. Variabilité annuelle et sécheresse dans le bassin de la Casamance	70
I.3. Variabilité annuelle des éléments du bilan hydrologique du bassin de la Casamance	71
I.4. Etude des séquences de sécheresse sur la période	73
I.5. Calcul des indices	73
I.5.1. L'indice Hydrologique normalisé	73
I.5.2. Indice de sécheresse des débits	73
I.5.3. L'indice logarithme décimal des déviations hydrologiques	74
I.5.4. Interprétation des indices	75
I.5.5. Durée et fréquence des séquences de sécheresse	76
I.6. Accessibilité, utilisation et perception	77
I.6.1. Accessibilité des eaux de surface.....	77
I.6.2. Utilisation des eaux de surface	78
I.6.3. Perceptions de la population sur les eaux de surface	79
I.6.3.1. Les eaux souterraines	79
I.6.3.2. Présentation du réseau.....	80
I.6.3.3. Accessibilité et usage	81
I.7. Le type de ressource en eau le plus utilisé	81
Conclusion du chapitre IV.....	81
CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE.....	82
TROISIEME PARTIE : PRATIQUES AGRICOLES ET STRATEGIES DE GESTION DE L'EAU DANS LE BASSIN-VERSANT DE SOUMBOUNDOU	83
CHAPITRE V : LA RIZICULTURE ET LE MARAICHAGE, PRINCIPALES ACTIVITES AGRICOLES DANS LE BASSIN-VERSANT DE SOUMBOUNDOU.....	84
V.1. L'activité agricole comme principale activité de subsistance	84
V.1.1. Une population majoritairement agricole.....	84
V.1.2. Les types de cultures pratiqués.....	85
V.1.3. Le soutien aux agriculteurs : accessibilité aux matériels et produits (semences, engrais).....	86
V.1.4. Tendances des statistiques agricoles	87
V.1.5. Statistiques des rendements et des superficies des principales spéculations.....	88
a) Les cultures céréalières	90
b) Les cultures de rente	92
c) La riziculture pour une autosuffisance alimentaire	94
1.1.1 Evolution et rendement	94

1.1.2	Evolution de la production de riz de 2018 à 2023.....	94
1.1.3	Les femmes, forces motrices de la riziculture.....	95
V.1.6.	Activités maraichères, alternatives pour une diversification des cultures et des revenus des populations	96
V.1.6.1.	Activités maraichères dans le bassin versant du Soumboundou.....	96
V.1.6.2.	La culture de Banane.....	97
	Conclusion du chapitre V.....	99
	CHAPITRE VI : IMPACTS DE LA VARIABILITE HYDROCLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES EN EAU, LES ACTIVITES AGRICOLES ET LES STRATEGIES D'ADAPTATION.....	101
I.	Les impacts de la variabilité hydroclimatique sur les ressources en eau	101
I.1.	La salinisation	102
I.2.	L'ensablement.....	102
I.3.	Raréfaction des ressources halieutiques.....	103
II.	Impacts de la variabilité hydroclimatique sur les activités agricoles	103
III.	Les stratégies de valorisation des eaux de surface et des activités agricoles	104
III.1.	Stratégies de gestion des ressources en eau pour une meilleure production agricole	105
III.1.1.	Implication des autorités étatiques	105
III.1.2.	Les stratégies communautaires.....	105
III.1.3.	Installations hydrauliques dans le bassin	106
III.2.	Recommandations communautaires sur les stratégies d'adaptation	108
III.2.1.	Les stratégies de développement des activités agricoles.....	109
	Conclusion du chapitre VI.....	110
	CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE	111
	CONCLUSION GENERALE.....	112
	BIBLIOGRAPHIE.....	113
	WEBOGRAPHIE.....	116
	ANNEXES 1 : Liste de cartes, tableaux, figures et photos.....	117
	ANNEXE 2 : Guide d'entretien	121
	ANNEXE 3 : Le questionnaire.....	122
	Tables des matières	127