

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR des Sciences et Technologies

Département de Géographie

Master : Espaces, Sociétés et Développement (ESD)

Spécialité : Environnement et Développement

MEMOIRE DE MASTER

**THEME : HIVERNAGE À PLUVIOMÉTRIE EXTRÊME, QUEL IMPACT
SUR LE CALENDRIER CULTURAL DANS LE DÉPARTEMENT
D'OUSSOUYE : CAS DE L'ANNÉE 2020**

Présenté par :
El Hadji Mamadou
MANSALY

Sous la direction de :

Dr Demba GAYE
Maître-Assistant

Sous la supervision de :

Pr. Cheikh FAYE
Maitre de Conférences

Membres du Jury

Prénom (s) et Nom	Grade	Qualité	Etablissement
Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL	Maître de Conférences	Président	UASZ
Cheikh FAYE	Maître de Conférences	Rapporteur	UASZ
Cheikh Tidiane WADE	Maître-Assistant	Examineur	UASZ
Demba GAYE	Assistant	Encadrant	UASZ

Année Universitaire 2021-2022

DEDICACES

À mes très chers parents, pour leur encadrement, leurs prières et leurs affections mais aussi pour leur soutien moral et matériel tout au long de mon cursus scolaire ;

À mes frères et sœurs : Ibrahima Gilbert MANSALY, Fatou Bintou A. MANSALY, Aïssatou Angèle MANSALY, Moustapha MANSALY ;

À mes cousins et cousines pour leur constant soutien ;

Mention spéciale à Ismaïla SADIO, qui m'a toujours encouragé et soutenu dans tous les domaines ;

À mes amis et camarades d'enfance : Tapha Mané, Ibrahima Thianguou, Edaly Sadio, Sidy Amouzou, Ibrahima Diop, Pabi Sakho, Malou Dia, Abdoulaye Salla, Malang Mansaly ;

À mes « grands » frères : Mourtalla Diop, Yannick Malack, Malamine Fernandez, Cheikh Tidiane Sadio, Idy Diocou, Ansoumana Diocou, Saliou Sané, Modou Mané, Ndoubaa ;

Je dédie ce document à Monsieur Coly et Madame Henriette qui m'ont enseigné au primaire à l'école Ibou Camara de Ziguinchor;

À mes promotionnaire du primaire, du collège et du lycée, plus particulièrement à Mamadou Ampa Ndiaye, Diène Ndiaye, Massal Sow, Aminata Mbengue, Aminata Alwaly Ndiaye, Sabelle Diarra Thiam, Elimane Diatta, Hamady Baba Diédhiou, Sylvain Biagui, Lamine Sakho, Sidy Badio, Bécaye Diatta, Abdoulaye Guissé, Aïssatou K. Barry, Ismaïla Dramé, Youba Dieng, Jean de Dieu Diémé.

REMERCIEMENTS

Je rends d'abord grâce à Dieu (l'Éternel) pour m'avoir donné la force de continuer mes études, de persévérer jusqu'à ce niveau.

Ensuite, j'exprime toute ma reconnaissance à mon Directeur de mémoire Dr Demba GAYE qui malgré toutes ses charges a bien voulu encadrer ce travail. Il m'a guidé, il a toujours suivi mes travaux et s'est montré toujours disponible. Il a amélioré la qualité de ce document par ces conseils, remarques et suggestions qu'il m'adresse. Son ouverture et son humilité sont des qualités qui m'ont poussé et encouragé à travailler avec lui et à aller de l'avant. Je lui exprime ma profonde gratitude.

J'adresse également mes très sincères remerciements à l'ensemble des enseignants du département de Géographie de l'UASZ ainsi que les enseignants vacataires qui nous ont donné une formation de qualité au cours de notre parcours universitaire.

Je tiens également à remercier à tous mes camarades de promotion avec qui nous avons partagé de beau moment. Je veux nommer : Eugène Sène, Gaël Alain Manga, Modou Faye, Mor Talla Faye, Mohamadou M. K Kouyaté, David Parfait Sagna, Siaka Sadio, Kadialy Djiba, Moustapha Mané, Elisabeth Gomis, Seynabou Ly, Carlouis Mané, Rose Mendy, Kémo Coly, Ousmane Bâ

Un grand merci aux agents du SDDR d'Oussouye plus particulièrement à Habib Diédhiou et Abdoulaye Samb qui m'ont fournis les données pluviométriques et agricoles du département d'Oussouye.

Mes remerciements vont également à l'endroit de Julien Manga, le chargé des projets à la FADDO, pour ses conseils et suggestions. Il m'a également aidé dans le choix des villages à enquêter. Je remercie aussi M. Bamba de l'ISRA de Ziguinchor, Babacar Ndiaye de la Mairie d'Oussouye.

Je remercie spécialement Bouly Sané et Dr Issa Mballo qui ont grandement contribué à la réalisation de ce travail. Mention spéciale à Pascal Kotimagne Diatta notre tuteur à Effoque durant les enquêtes de terrain.

Je tiens à remercier toute ma famille surtout à mes deux parents qui ont fait beaucoup d'effort depuis mon enfance pour ma réussite.

Enfin, je dis un grand merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

SIGLES ET ACRONYMES

AGRHYMET : Centre régional d'Agro Hydro Météorologie

ANACIM : Agence Nationale de l'Avion Civile et de la Météorologie

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

CCAFS : Changement Climatique, l'Agriculture et la Sécurité Alimentaire

CCNUCC : Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

CNSC : Cadre National pour les Services Climatologiques

DAPSA : Direction d'Analyse, Prévision et des Statistiques Agricoles

DGPRES : Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau

DRDR : Direction Régionale du Développement Rural

DTGC : Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques

FADDO : Fédération d'Appui au Développement du Département d'Oussouye

GOANA : Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance

GRDR : Groupe de Recherche et de Réalisations pour le Développement Rural

GTP : Groupe de Travail Pluridisciplinaire

ISRA : Institut Sénégalais de Recherche Agricole

LGE : Laboratoire de Géomatique et d'Environnement

LOASP : Loi d'Orientation Agro-Sylvo-Pastorale

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

ONG : Organisation Non Gouvernementale

OP : Organisation Paysanne

P2RS : Programme de Renforcement de la résilience pour la sécurité alimentaire au Sahel

PANA : Programme d'Action National d'Adaptation

PDC : Plan de Développement Communal

PDD : Plan de Développement Départemental

PNA : Plan National d'Adaptation

PNIA : Plan National d'Investissement Agricole

PPDC : Programme Pôle de Développement de la Casamance

PRACAS : Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise

PRODAC : Programme des Domaines Agricoles Communautaires

PROVALE-CV : Projet de Valorisation des Eaux pour le Développement des Chaines de Valeur

PSE : Plan Sénégal Emergent

PTF : Partenaire Technique et Financier

REVA : Plan de Retour Vers l'Agriculture

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

SAP : Système d'Alerte Précoce

SDDR : Service Départemental du Développement Rural

UASZ : Université Assane Seck de Ziguinchor

URACS : Union des Radios Associatives et Communautaires du Sénégal

RÉSUMÉ

L'hivernage 2020 a été excédentaire dans la majeure partie du territoire national Sénégalais. Dans le département d'Oussouye, il a été qualifié d' « extrême » car certaines stations ont enregistré des cumuls pluviométriques annuels (plus de 2000 mm) largement supérieurs à la moyenne de ces stations. En plus, ces stations ont reçu des pluies journalières intenses voire extrêmes qui affectent fortement le calendrier agricole. L'objectif de cette étude vise à démontrer comment les extrêmes pluviométriques de l'hivernage 2020 ont affecté le calendrier cultural dans le département d'Oussouye. Cette étude fait du point de vue statistique une analyse sur les pluies extrêmes enregistrées au cours de l'hivernage 2020 en comparant cette situation avec les données de la période 1971-2020. Pour ce faire, une analyse de l'évolution des précipitations au cours de la période 1971-2020 et l'hivernage 2020 ont d'abord été effectuée. Ensuite, les pluies journalières maximales de l'hivernage 2020 ont été analysées. Enfin, les paramètres agro-climatiques ont été aussi analysés. Il ressort de ces analyses que les précipitations totales annuelles sont à la hausse sur la période 1971-2020. L'année 2020 a été caractérisée par une recrudescence du nombre de jours de pluie supérieure à 50 mm statistiquement supérieure à la moyenne de la période 1971-2020. Par ailleurs, ces pluies extrêmes de l'hivernage 2020 ont engendré une inondation des parcelles rizicoles et perturbé le calendrier cultural (retard des activités agricoles, destructions des récoltes...). En revanche, les résultats de la campagne agricole 2020 ont été jugé élevés pour toutes les cultures dans le département d'Oussouye. Face à cette situation, des stratégies d'adaptation sont développées par les autorités étatiques avec l'appui de ces partenaires et les paysans. Mais aujourd'hui, avec la recrudescence de ces phénomènes climatiques extrêmes, les stratégies développées sont inefficaces pour limiter l'impact de ces phénomènes.

Mots-clés : *Hivernage ; Pluviométrie extrême ; Calendrier cultural ; Impact ; Oussouye.*

ABSTRACT

The 2020 wintering was surplus in most of the Senegalese national territory. In the department of Oussouye, it was qualified as “extreme” because certain stations recorded annual rainfall totals (more than 2000 mm) well above the average for these stations. In addition, these stations have received intense or even extreme daily rains which strongly affect the agricultural calendar. The objective of this study is to demonstrate how the extreme rainfall of winter 2020 affected the crop calendar in the department of Oussouye. This study makes a statistical analysis of the extreme rainfall recorded during the 2020 wintering season by comparing this situation with the data for the period 1971-2020. To do this, an analysis of the evolution of precipitation during the period 1971-2020 and the 2020 wintering period was first carried out. Then, the maximum daily rainfall for wintering 2020 was analyzed. Finally, the agro-climatic parameters were also analyzed. It appears from these analyzes that the total annual precipitation is on the rise over the period 1971-2020. The year 2020 was characterized by an upsurge in the number of rainy days above 50 mm, statistically higher than the 1971-2020 average. In addition, these extreme rains of the 2020 rainy season caused the flooding of rice plots and disrupted the cropping calendar (delay in agricultural activities, crop destruction,...). On the other hand, the results of the 2020 agricultural campaign were considered high for all crops in the department of Oussouye. Faced with this situation, adaptation strategies are being developed by the state authorities with the support of these partners and the farmers. But today, with the resurgence of these extreme climatic phenomena, the strategies developed are ineffective to limit the impact of these phenomena.

Keywords: *Wintering; Extreme rainfall; Crop calendar; Impact ; Oussouye.*

SOMMAIRE

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
SIGLES ET ACRONYMES	iii
RÉSUMÉ.....	v
ABSTRACT	vi
SOMMAIRE.....	vii
I. INTRODUCTION GENERALE	1
PREMIERE PARTIE : EVOLUTION DES PRECIPITATIONS EXTREMES ET ANALYSE DE L'HIVERNAGE 2020 DANS LE DEPARTEMENT D'OUSSOUYE	30
Chapitre 1 : L'évolution des précipitations extrêmes dans le département d'Oussouye.....	31
Chapitre 2 : L'analyse des précipitations de l'hivernage 2020 dans le département d'Oussouye.....	47
DEUXIEME PARTIE : IMPACTS DES PRECIPITATIONS EXTREMES SUR LE CALENDRIER CULTURAL DANS LE DEPARTEMENT D'OUSSOUYE	64
Chapitre 3 : L'analyse des paramètres agro-climatiques dans le département d'Oussouye...	65
Chapitre 4 : Les impacts des pluies extrêmes sur le calendrier cultural dans le département d'Oussouye.....	74
TROISIEME PARTIE : LES MESURES ET STRATEGIES ADOPTEES FACE AUX CONSEQUENCES LIEES AUX PRECIPITATIONS EXTREMES DANS LE DEPARTEMENT D'OUSSOUYE.....	85
Chapitre 5 : Les acteurs intervenant dans le domaine de l'agro climatologie dans le département d'Oussouye	86
Chapitre 6 : Les mesures et stratégies d'adaptation face aux pluies extrêmes dans le département d'Oussouye	92
CONCLUSION GENERALE	99
BIBLIOGRAPHIE	101
ANNEXES	105
TABLE DES ILLUSTRATIONS	113
TABLES DES MATIERES	117

I. INTRODUCTION GENERALE

Au Sénégal, l'agriculture occupe une place importante dans l'économie nationale. Elle représente 17% du PIB en 2020 selon la Banque Mondiale. Les impacts du réchauffement climatique présentent des risques sérieux pour l'agriculture, qui est très dépendante de la pluviométrie, les ressources en eau et le littoral qui est très fragile. Le secteur agricole est très vulnérable aux aléas climatiques et a fortement subi les fluctuations pluviométriques, particulièrement la sécheresse des décennies 70 et 80. Cette crise climatique et écologique a compromis le développement économique et social du Sénégal. La production agricole a considérablement chuté, menant ainsi la vie des populations en danger.

En revanche, depuis les années 1989-1990, on observe au Sénégal, le retour des conditions pluviométriques normales (Sène et Ozer, (2002) ; Sarr et *al.* 2013 ; Faye (2015)). Les événements pluvieux intenses et extrêmes s'exacerbent de plus en plus au Sénégal en général et dans le département d'Oussouye en particulier, aboutissant souvent à des inondations des centres urbains et des parcelles agricoles. Cependant, le département d'Oussouye appartient au domaine sud-soudanien côtier caractérisé par une pluviométrie très abondante. L'hivernage de 2020 a été très pluvieux sur la majeure partie du territoire national Sénégalais. Il était même qualifié d' « extrême » dans certaines parties du pays, notamment dans le sud où des localités à l'image de Ziguinchor, Oussouye, Enampore... ont enregistré des cumuls pluviométriques annuels supérieurs à 2000 mm. Les cumuls pluviométriques de 2020 dans le département d'Oussouye sont supérieurs à la normale 1981-2010. Selon l'ANACIM (2020), l'hivernage 2020 est excédentaire au nord, au nord-ouest et sud-ouest du pays, normal sur le reste du territoire, comparé à la normale 1981-2010. En plus, un démarrage normal à précoce de la saison des pluies était noté sur une bonne partie du pays et une fin tardive sur la majeure partie du territoire.

Dans le cadre de notre étude, l'hivernage 2020 a été retenu comme année de référence.

Le climat constitue un enjeu, sa prise en compte est un impératif pour le développement économique. De ce fait, le secteur agricole a besoin de l'information agro-météorologique. La connaissance des paramètres agro-météorologiques est nécessaire pour le choix variétal, les dates propices pour le semis, les dates propices pour la récolte.

Face à cette situation, l'Etat et la population locale ont développé des stratégies pour davantage cerner les implications de la variabilité pluviométrique et des pluies extrêmes sur l'agriculture.

Ainsi, l'Etat a mis en place le Cadre National pour les Services Climatologiques (CNSC) qui vise à fournir des informations agro-météorologiques aux paysans pour une meilleure prise de décision face à des événements météorologiques extrêmes de plus en plus accrus.

1 Problématique

❖ Contexte

Le réchauffement climatique observé à l'échelle de la planète Terre est sans équivoque. On observe actuellement d'importantes modifications des paramètres climatiques, attribuées directement ou indirectement aux activités anthropiques (émission de gaz à effet de serre), qui altèrent la composition globale de l'atmosphère. Ces modifications s'ajoutent à la variabilité naturelle du climat. La variabilité climatique se caractérise par l'augmentation de la température moyenne, de la variabilité pluviométrique, de la recrudescence des phénomènes extrêmes (canicules, inondations, sécheresses...) avec des conséquences dramatiques sur les activités socio-économiques et l'environnement. La variabilité climatique est l'un des enjeux les plus cruciaux du monde et constitue un défi majeur pour l'humanité. Le GIEC qui publie des rapports récents prévoit des événements météorologiques extrêmes, notamment les inondations, les sécheresses et les tempêtes tropicales qui vont augmenter en fréquence et en intensité, surtout sur le continent africain.

La variabilité interannuelle de la pluviométrie occasionnée par le changement climatique se manifeste par une alternance d'années sèches et humides. L'Afrique de l'ouest est confrontée, depuis plus de quatre décennies, à une forte variabilité spatio-temporelle de la pluviosité (J. Sircoulon, 1976, 1989 ; E. Servat et *al*, 1997). Au cours des années 1970 et 1980, la zone a connu une forte diminution des précipitations. Une rupture nette des séries pluviométriques est observée à partir des années 1968 jusqu'au début des années 1990 (Nicholson, 2001). En effet, cette rupture des séries pluviométriques a plongé l'Afrique de l'ouest dans une grande sécheresse, observée durant les décennies 70 et 80. Ces déficits pluviométriques ont pour corollaires la variabilité des caractéristiques de la saison agricole, dont les dates de début et de fin ainsi que l'occurrence des séquences sèches (Traoré, 2000). Ces déficits pluviométriques notés ont provoqué des crises alimentaires dans la région, affectant la disponibilité de la ressource en eau et le rendement agricole. Le secteur agricole est le secteur le plus impacté par la variabilité pluviométrique dans les pays de l'Afrique de l'ouest. Dans ces pays, l'agriculture pluviale (une agriculture dépendante de la pluie) occupe une place importante dans l'économie nationale et locale, et participe grandement à la satisfaction nutritionnelle des populations.

En Afrique de l'ouest, des études pluviométriques révèlent que les précipitations annuelles connaissent une tendance générale à la baisse depuis les années 1970 (Ozer et al, 2015). En revanche, depuis les années 1990, on a observé un retour à de meilleures conditions pluviométriques au Sahel, avec toutefois une variabilité interannuelle et intra-saisonnière accrue des précipitations, notamment sur les parties centrales (Nicholson, 2001 ; Panthou, Lebel et al, 2015). Certes la pluviométrie connaît une hausse depuis les années 1990 mais elle reste inférieure à celle de la période humide 1950-1969. Cette variabilité accrue des pluies tend à rendre de plus en plus difficile la planification agricole (IPCC, 2007). Ces conditions favorables sont le plus souvent associées à des pluies intenses, de plus en plus fréquentes occasionnant des inondations et de nombreux dégâts en Afrique de l'Ouest (Sène et Ozer, 2002 ; Sarr, 2011). En effet, la recrudescence des précipitations extrêmes provoque de graves inondations et détruit les cultures. L'AGRHYMET, dans son rapport de 2010, indique que les dommages et pertes liés à ces événements hydro climatiques extrêmes ont été évalués à plusieurs centaines de milliards de francs. En outre, ces événements ont mis à mal les systèmes humains (pertes humaines et matérielles), les systèmes agricoles (cultures englouties) et les infrastructures économiques (routes, ponts, barrages détruits). Ceci entravant la disponibilité, l'accessibilité, l'approvisionnement des produits alimentaires et entraînant la hausse des prix sur les marchés. Ces événements seront de plus en plus intenses et surtout de plus en plus variables d'une année à l'autre.

Cependant, le Sénégal n'est pas épargné par cette situation. La grande sécheresse des années 70, s'est progressivement étendue vers les zones soudaniennes notamment en Basse Casamance, et qui s'est traduite par une diminution de la pluviométrie, un affaiblissement des écoulements, une baisse des nappes phréatiques, un tarissement des puits, un assèchement des mares très recherchées par les éleveurs, une modification importante des pratiques culturelles notamment avec la salinisation des rizières, et par une dégradation considérable du couvert végétal, le Sénégal, comme beaucoup d'autres pays de l'Afrique occidentale, peine à se relever de cette « crise » climatique et environnementale qui plombe les activités économiques, la lutte contre la pauvreté, en somme le développement du pays (Leroux, 1995). En effet, l'agriculture sénégalaise est tributaire à la pluviométrie, et est vulnérable face aux aléas climatiques. Depuis les années 1990, on observe une augmentation significative des événements pluvieux extrêmes en termes de fréquence et d'intensité. Effectivement, ces précipitations extrêmes se sont manifestées au Sénégal, en 2005, entre le 16 et le 22 août, Dakar a enregistré 367 mm de pluie, soit plus de la moitié du cumul pluviométrique moyen annuel. Il s'en est suivi l'inondation de

nombreuses habitations en banlieue et celle de la route nationale 1 (Sarr B. 2009). En plus, l'hivernage 2012 s'est surtout illustré par ses fortes précipitations journalières intervenues en août et septembre. Dakar, dans la zone sahélienne, enregistre 160,8 mm le 26 août, Bambey, dans la zone nord soudanienne, se retrouve avec 102 mm, et Kolda, dans la zone sud-soudanienne reçoit 125,8 mm le 6 septembre. Plusieurs autres villes et localités du Sénégal ont dépassé aussi les 100mm (Sagna et *al.* 2015). En effet, ces fortes précipitations ont causé de graves inondations dans les centres urbains et les terres de culture en zone rurale. Le caractère excédentaire et déficitaire peut impacter fortement sur la saison culturale. Selon Gaye (2019), au Sénégal, les dates de début et de fin des pluies restent très aléatoires. Il ajoute que le retard et/ou la fin précoce des précipitations affectent fortement la saison agronomique et les rendements agricoles. En effet, l'hivernage dure 2 à 3 mois au nord, 3 à 4 mois au centre et 5 à 6 mois au sud. En ce qui concerne la saison des pluies 2020, elle était très pluvieuse sur l'ensemble du territoire national. Au sud du pays, en Basse Casamance, des localités à l'image de Ziguinchor, Oussouye, Enampore, Loudia wolof ont enregistré des cumuls pluviométriques annuels (cumuls saisonniers) supérieurs à 2000mm. Des pluies exceptionnelles ont été aussi enregistrées dans beaucoup de localités de la Basse Casamance occasionnant ainsi des inondations et débordements des rizières déjà pleines.

❖ **Justification**

La partie sud-ouest du pays notamment le département d'Oussouye, est l'une des parties les plus pluvieuses du Sénégal. Le département d'Oussouye appartient au domaine climatique sud-soudanien côtier et qui a fortement subi les effets de la fluctuation pluviométrique observées dans la plupart des pays de l'Afrique de l'ouest. L'agriculture est l'activité dominante des populations, notamment la riziculture qui est très développée dans la zone. Le département d'Oussouye a un atout de poids : une pluviométrie abondante et un réseau hydrographique relativement dense avec ses ramifications (bolongs). Mais, le département fait face à la salinisation, à l'acidification et à l'ensablement des terres à cause des déficits pluviométriques notés dans la zone depuis les années 70, entraînant la perte des terres cultivables et réduisant les rendements. Cependant, la saison des pluies 2020 est marquée par des épisodes de pluie extrême dans le département d'Oussouye. Les précipitations s'étalent de juin en octobre avec une intensité maximale (pic pluviométrique) en août. La présence des pluies intenses est l'un des facteurs qui influencent la production agricole. En effet, des événements de pluies extrêmes dans le mois de septembre peuvent provoquer la submersion des plantes. Or dans cette zone, on enregistre des pluies jusqu'à la deuxième décennie du mois d'octobre. Le prolongement de la

saison des pluies vers le mois de novembre (période de récolte pour certaines cultures) peut entraîner des problèmes liés au stockage de la production agricole. Cela peut donc perturber la récolte des produits. Cette situation, justifie le choix du thème « hivernage à pluviométrie extrême, quel impact sur le calendrier cultural ? », il est très important d'étudier ces paramètres tels que les pluies intenses, le nombre de jours de pluies intenses, la date de début et de fin de l'hivernage (longueur de la saison des pluies), etc. pour permettre aux décideurs politiques de mettre en place des stratégies d'adaptation et d'élaborer un système agricole résilient face à la variabilité climatique. En plus, nous avons constaté qu'au Sénégal en général et dans le département d'Oussouye en particulier, très peu d'études ont été consacrées à l'analyse des extrêmes pluviométriques et à la détection des tendances des pluies extrêmes. Les études pluviométriques se concentrent généralement sur les cumuls pluviométriques annuels ou mensuels.

1.1 Questions de recherche

Notre problématique de recherche tourne autour d'un certain nombre d'interrogations pour une meilleure compréhension de notre thème de recherche. La question de recherche principale de cette étude est : comment les extrêmes pluviométriques à l'image de ceux de l'hivernage 2020 entraînent-ils des incidences sur le calendrier cultural dans le département d'Oussouye ? Ainsi trois questions de recherches ont été posées pour aborder cette étude :

- Comment évoluent les précipitations extrêmes de 1971 à 2020 et comment se caractérise l'hivernage 2020 dans le département d'Oussouye ?
- Comment, à l'image de l'hivernage 2020, les pluies extrêmes affectent-elles le calendrier cultural dans le département d'Oussouye ?
- Quelles sont les mesures et stratégies adoptées par les populations locales et les autorités pour faire à ces aléas d'extrêmes pluviométries dans le département d'Oussouye ?

1.2 Objectifs de recherche

- **Objectif général**

L'objectif général de cette étude consiste à analyser comment les extrêmes pluviométriques de l'hivernage 2020 ont affecté le calendrier cultural dans le département d'Oussouye.

- Objectifs spécifiques

- Analyser l'évolution des précipitations extrêmes de 1971 à 2020 et de l'hivernage 2020 dans le département d'Oussouye ;

- Evaluer l'impact des extrêmes pluviométriques (avec comme exemple l'hivernage 2020) sur le calendrier cultural dans le département d'Oussouye ;
- Identifier les mesures et stratégies adoptées par les populations et les autorités pour faire face aux conséquences liées à ces pluies extrêmes dans le département d'Oussouye.

1.3 Hypothèses de recherche

- **Hypothèse générale**

Les extrêmes pluviométriques entraînent l'inondation des terres agricoles et perturbent le calendrier cultural dans le département d'Oussouye.

- Hypothèses spécifiques

- L'évolution des précipitations extrêmes est marquée par une tendance à la hausse et l'hivernage 2020 était qualifié d' « extrême » dans le département d'Oussouye ;
- Les événements d'extrêmes pluviométriques à l'image de l'hivernage 2020 affectent fortement le calendrier cultural dans le département d'Oussouye ;
- Les mesures et stratégies de lutte contre les extrêmes pluviométriques sont inefficaces dans le département d'Oussouye.

1.4 Etat de l'art

Les évènements pluviométriques extrêmes ne sont pas des phénomènes nouveaux. Cependant, en Afrique, les études ne sont pas très tôt s'intéressées sur les pluies extrêmes et leurs conséquences sur le calendrier cultural. Ainsi, l'accentuation et l'amplification des phénomènes extrêmes ces dernières décennies a motivé les chercheurs à mener des études. Des études ont été menées sur le territoire national et au niveau de la sous-région. A l'échelle nationale, la plupart des études se focalisent les changements climatiques, la variabilité des précipitations annuelles ou mensuelles et leurs effets sur les activités agricoles en général. Ainsi, dans le département d'Oussouye, on peut citer les travaux de **Sané B.M. (2013)** : « *Distribution spatio-temporelle des précipitations de 1951 à 2012 et ses effets sur l'agriculture : cas du département d'Oussouye* », *Mémoire de Master, UCAD, 112 pages*. Dans ce mémoire, l'auteur aborde les conséquences de la distribution spatio-temporelle des précipitations sur l'agriculture. Selon lui, dans le département d'Oussouye, la répartition des précipitations est inégale et irrégulière pour toutes les stations étudiées. Le nombre de jours de pluie diminue comme le nombre de mois pluvieux et des années pluvieuses. Il a aussi évoqué le début tardif et la fin précoce de la saison des pluies ces dernières décennies à Oussouye. Enfin, nous pouvons retenir dans son étude que la variabilité des précipitations a entraîné la baisse de la production agricole dans le département

d'Oussouye. Dans le même sens, on peut évoquer l'étude de **Diatta J.P.M. (2015)** dans « *Impacts de la variabilité pluviométrique sur l'agriculture en basse Casamance : exemple de la commune de Mlomp/Loudia-wolof (département d'Oussouye)* », *Mémoire de Master II, UCAD, 143 pages*. L'auteur s'intéresse à l'évolution de la pluviométrie et ses incidences sur la riziculture. Les analyses ont indiqué dans son étude, qu'il y'a une bonne corrélation entre le nombre de jours de pluies et le volume des pluies annuelles. Il évoque aussi dans son étude que les pluies journalières faibles de 1.1 à 10 mm et les pluies moyennes de 10.1 à 30 mm prédominent dans sa série, les pluies supérieures à 50 mm sont faiblement représentées. Aussi **Ndiaye T.N.M. (2020)** a traité la question dans son article intitulé : « *Variabilité pluviométrique et impacts : sur la culture du riz à Oussouye* ». Les résultats de son étude indiquent qu'il est devenu difficile voire impossible pour les exploitants de se nourrir toute l'année à partir de leur propre production. On peut retenir le Mémoire de **Manga S. (2014)** intitulé : « *Vulnérabilité de la commune de Kolda face aux fortes pluies de 2012* ». Dans ce mémoire, l'auteur soutient également que les inondations de 2012 sont causées par les fortes pluies enregistrées mais aussi par le manque de réseau d'assainissement et d'évacuation des eaux pluviales. Nous pouvons aussi évoquer **Fall E.A.A. (2009)** dans son Mémoire intitulé : « *Impacts des fortes pluies des 21, 23 et 24 Août 2009 et les stratégies développées par les acteurs dans la commune de Birkelane (région de Kaffrine)* ». Il évoque l'impact des fortes pluies sur la commune qui entraînent la destruction des cases et bâtiments en banco, celle des champs de culture et la mort de bétail. La commune n'était pas confrontée à ces phénomènes extrêmes dans les années précédentes. Selon lui, ces dégâts sont causés par les fortes pluies de 2 à 3 jours consécutifs avec de rares intensités.

A l'échelle continentale, des études ont été également menées sur les précipitations extrêmes en Afrique de l'Ouest notamment dans le sahel. Cependant, on peut citer **Sarr B. et al (2009)** dans leur article intitulé : « *Les fortes pluies enregistrées au Sahel au cours de l'hivernage 2007 : variabilité et/ou changement climatique* ». Cet article fait du point de vue statistique une analyse sur les pluies extrêmes enregistrées dans de nombreux pays du Sahel au cours de l'hivernage 2007 en comparant cette situation avec les données de la période 1951-2006. L'article cherche à faire comprendre pour le cas de l'Afrique de l'Ouest, pourquoi les dégâts ont été plus importants au Burkina Faso. Les résultats montrent que les inondations sont le fait des pluies extrêmes au Burkina Faso (supérieures au 90ème percentile). En outre, l'année 2007 a été caractérisée par recrudescence de nombre de jours de pluie supérieure à 50 mm statistiquement supérieure à la moyenne de la période 1950-2006. Enfin, nous pouvons retenir

que l'article s'est focalisé uniquement sur les précipitations extrêmes qui sont les causes principales des crues et des inondations. Dans la même lancée, l'article de **Hangnon H. et al. (2015)** : « *Précipitations extrêmes et inondations à Ouagadougou : quand le développement urbain est mal maîtrisé...* », vise à analyser les événements pluviométriques journaliers de la série chronologique de 1950 à 2012 de la station synoptique de l'aéroport international de Ouagadougou, afin de tester l'hypothèse que les inondations sont plus liées aux défaillances dans l'aménagement urbain qu'aux précipitations extrêmes. Ces résultats s révèlent que les précipitations engendrant des inondations sont souvent normales, avec une période de retour inférieure à 6 ans. Les inondations survenues à Ouagadougou résultent donc plus de la croissance urbaine non planifiée que d'une quelconque modification de la fréquence ou de l'intensité des pluies extrêmes. De même que le Mémoire de **Kabore (2016)**, qui évalue le niveau d'implication des événements pluvieux dans l'apparition de ces catastrophes sur l'espace « Grand Ouaga ». Il ressort de ces analyses que les précipitations totales annuelles sont à la baisse sur la période 1961-2014, tandis que la fréquence des jours extrêmement humides connaît une très légère hausse sur cette même période. Selon lui, il y'a l'existence d'autres facteurs déterminants qui, associés aux fortes précipitations, conduisent aux inondations. Nous pouvons évoquer l'article de **Kouassi et al. (2018)** intitulée : « *Analyse de la durée de la saison pluvieuse en fonction de la date de démarrage des pluies en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant Bandama en Côte d'Ivoire* ». Il est question dans cet article les relations entre la durée et la date de démarrage des saisons pluvieuses dans le bassin versant du Bandama (Côte d'Ivoire). Il apparaît que la variabilité des dates de démarrage est plus forte que celle des dates de fin. En plus, **Sarr B. et al. (2011)** dans l'article intitulé : « *Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso* ». Il ressort des résultats que le maïs est confronté à deux risques agro climatiques majeurs. Il s'agit, dans la zone soudano-sahélienne, des déficits hydriques imputables à des séquences sèches au cours du développement du maïs. Tandis que les excès d'eau liés à des fortes pluies ou des successions d'épisodes secs et d'excès d'eau constituent les risques en zone soudanienne. Donc on retient dans cet étude que la période d'installation, le cumul pluviométrique, la longueur de la saison ne semblent pas constituer de risques agro climatiques majeurs pour le maïs.

1.5 Analyse conceptuelle

La définition de ces concepts nous permettra de mieux comprendre notre thème d'étude.

➤ Hivernage :

L'hivernage correspond à la saison des pluies dans les pays de l'Afrique de l'Ouest. C'est une période humide et pluvieuse mais aussi marquée par une forte chaleur. La durée de l'hivernage est variable selon les zones climatiques. Au Sénégal, en général, l'hivernage dure de 2 à 3 mois dans la zone sahélienne, de 3 à 4 mois dans la zone nord-soudanienne et de 5 à 6 mois dans la zone sud-soudanienne.

➤ **Pluviométrie extrême :**

Les pluies extrêmes sont caractérisées par l'apport d'une importante quantité d'eau sur une courte durée (d'une heure à une journée). Cette quantité peut égaler celle reçue habituellement en un mois, voire en plusieurs mois. (Météo France)

A notre avis, les pluies extrêmes sont des précipitations de fortes intensités enregistrées dans une zone, qui sont supérieures à 50mm. L'hivernage est qualifié « extrême » si le cumul annuel est largement supérieur à la moyenne pluviométrique de la zone considérée. Le dépassement de ce seuil peut provoquer de graves inondations et perturber le calendrier cultural.

➤ **Calendrier cultural :**

Selon la définition de FAO, le calendrier cultural est un outil qui met à disposition à temps une information sur les semences, pour la promotion de la production agricole locale. Les informations contenues ont trait aux périodes de semis, de plantation et de récolte des cultures dans des zones agro-écologiques spécifiques, ainsi qu'aux doses de semis, au matériel de propagation, et aux principales pratiques agricoles.

Cet outil a été conçu pour appuyer les agriculteurs ainsi que les vulgarisateurs agricoles dans le monde, dans le choix des cultures et des périodes de semis, en respectant les caractéristiques agro-écologiques. Il fournit aussi une information essentielle lors de la planification en cas d'urgence, notamment pour les opérations de reconstruction de systèmes agricoles après des catastrophes.

➤ **Changement climatique :**

Variation de l'état du climat, que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels, à des forçages externes ou à des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres. On notera que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements

climatiques (CCNUCC, 1992), dans son article premier, définit les changements climatiques comme des «changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables». La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles.

➤ **Variabilité climatique :**

Quant à la variabilité climatique, c'est les variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà de la variabilité propre à des phénomènes climatiques particuliers. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations des forçages externes anthropiques ou naturels (variabilité externe).

➤ **Evènement extrême :**

Évènement rare en un endroit et à un moment de l'année particuliers. Si les définitions du mot «rare» varient considérablement, un évènement météorologique extrême devrait normalement être aussi rare, sinon plus, que le dixième ou le quatre-vingt dixième percentile de la fonction de densité de probabilité observée. Par définition, les caractéristiques de ce qu'on appelle évènements météorologiques extrêmes peuvent, dans l'absolu, varier d'un endroit à un autre. Des évènements extrêmes isolés ne peuvent pas être imputés purement et simplement à un changement climatique anthropique, car il existe toujours une éventualité infime pour que l'évènement en question soit dû à des causes naturelles. Lorsque des conditions météorologiques extrêmes se prolongent pendant un certain temps, l'espace d'une saison par exemple, elles peuvent être considérées comme un évènement climatique extrême, en particulier si elles correspondent à une moyenne ou à un total en lui-même extrême (par exemple une sécheresse ou de fortes pluies pendant toute une saison).

➤ **Variabilité pluviométrique :**

Un des éléments intégrateurs de la variabilité climatique, l'expression «variabilité pluviométrique» a été définie par plusieurs auteurs dont Boko (1988), cité par Beltrando (1995) et Brou (2005). Elle fait pressentir la mobilité ou la variation du schéma pluviométrique moyen

et l'accentuation des valeurs extrêmes à toutes les échelles temporelles et spatiales. Autant que possible, la variabilité pluviométrique est analysée par rapport aux valeurs centrales ou médianes des séries plutôt que par rapport aux valeurs moyennes ou normales, qui sous-entendent l'idée de fixité du climat. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique ou à des variations du forçage externe anthropique.

A notre avis, la variabilité pluviométrique est la variation du régime pluviométrique dans le temps et dans l'espace, amplifiée ou accentuée par le changement climatique, et qui se manifeste par des sécheresses sévères ou des inondations récurrentes. En d'autre terme, des années déficitaires qui alternent avec des années exceptionnellement excédentaires.

➤ **Impact :**

Selon le petit robert, l'impact est un « effet produit, une action exercée sur quelque chose... ». Elle peut désigner aussi la conséquence, l'influence, la répercussion d'un phénomène, d'une activité ou d'une action.

Le GIEC dans son cinquième rapport, le terme « impact » est principalement utilisé pour désigner les conséquences sur les systèmes naturels et humains des événements météorologiques et climatiques extrêmes. Les impacts désignent généralement les conséquences sur les vies, les moyens de subsistance, la santé, les écosystèmes, les économies, les sociétés, les cultures, les services et les infrastructures dues à l'interaction des changements climatiques ou des événements climatiques dangereux, se produisant à une période donnée, et la vulnérabilité d'une société ou d'un système exposé. Elles sont également appelées conséquences et résultats. Les impacts du changement climatique sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses, et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble des impacts appelés impacts physiques.

Dans le cadre de notre étude, l'impact est défini comme la mesure des conséquences de la manifestation des pluies extrêmes sur le calendrier cultural dans le département d'oussouye.

➤ **Stratégie :**

C'est la manière d'organiser un travail, une action pour aboutir à un résultat selon le grand robert. Les mots de la géographie définissent la stratégie comme l'art de parvenir à un but par un système de dispositions adaptées. Etymologiquement, elle vient du mot grec *Stratos* qui signifie armée, implique un plan et passe par des tactiques du lieu ou de l'instant.

Dans notre étude, la stratégie désigne l'ensemble des actions et mesures mises en place par les autorités ou par les populations visant à limiter les dommages potentiels induits par les pluies extrêmes.

2 Méthodologie

La méthodologie adoptée nous a permis de mieux aborder le thème d'étude et de répondre aux objectifs de recherche fixés. Elle s'articule autour de trois parties : la recherche documentaire, la collecte des données, le traitement et l'analyse des données.

2.1 La revue documentaire

Elle constitue une étape importante dans la compréhension d'un thème. Elle nous a permis d'avoir des idées sur le thème et d'améliorer nos objectifs et hypothèses de recherche. Nous avons consulté des ouvrages généraux, des thèses, des mémoires, des articles scientifiques, des revues scientifiques, des rapports d'étude, des journaux, la webographie etc. relatifs à notre thème de recherche. Pour réaliser cette étape, nous nous sommes rendus dans les différents centres de documentation tels que :

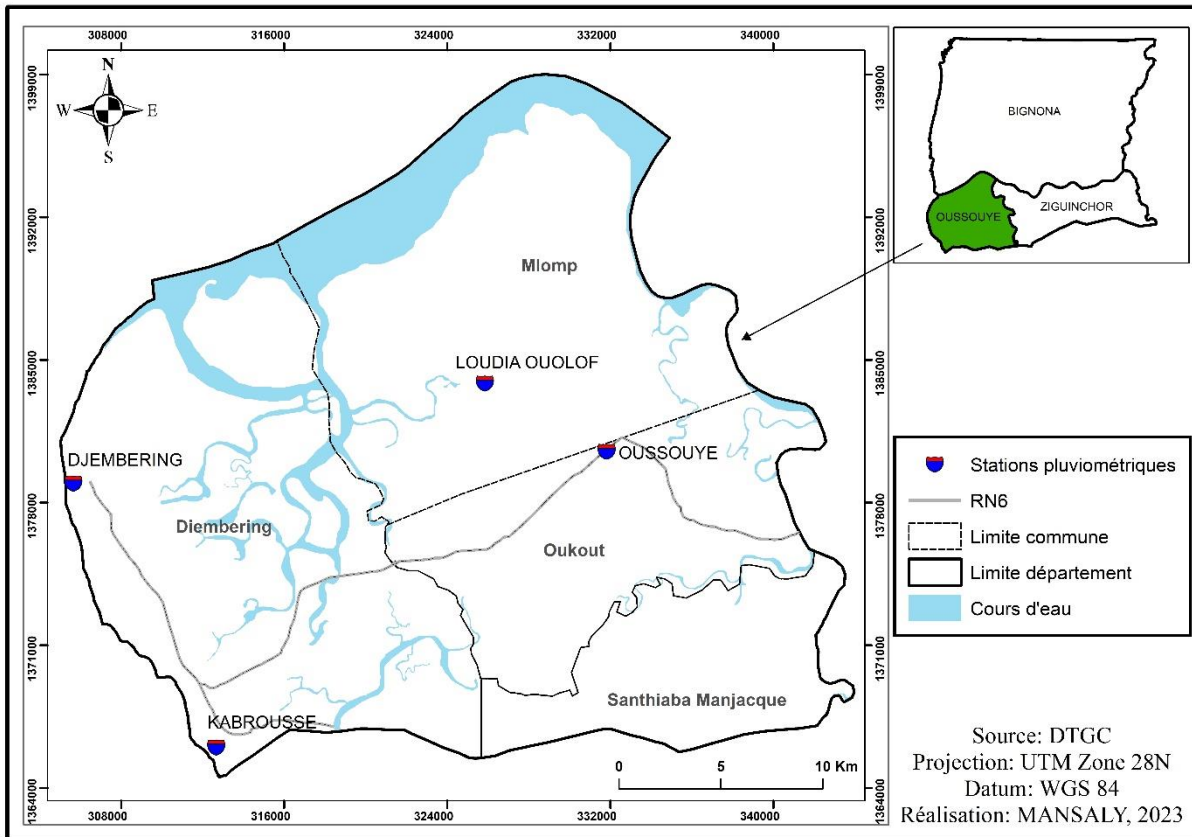
- La bibliothèque de l'Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ) ;
- La bibliothèque du département de géographie de l'UASZ ;
- Le Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE) ;
- Les services de documentation de l'ISRA, de la DRDR, du SDDR

2.2 La collecte de données

Elle comprend les données climatiques et agricoles, les enquêtes de terrain, ainsi que les guides d'entretien au niveau des structures.

❖ Les données climatiques et agricoles

Les données climatiques sont collectées au niveau de la station météorologique de Ziguinchor et du Service Départemental du Développement Rural (SDDR) d'Oussouye (données pluviométriques). Il s'agit des données de pluies journalières de quatre (04) stations à savoir Oussouye (1971-2020), Loudia Ouolof (1981-2020), Kabrousse (1986-2020) et Diémbéring (2020). Quant aux données agricoles, elles sont collectées au niveau du SDDR d'Oussouye. Il s'agit des données sur la production agricole, les rendements agricoles et superficies cultivables du département d'Oussouye de 2010 à 2020.



Carte 1: Localisation des stations pluviométriques étudiées du département d’Oussouye

❖ Les enquêtes de terrain

Nous avons décidé d’orienter notre travail sur la population rurale, car le département d’Oussouye est plus rural qu’urbain, en plus les activités agricoles sont plus pratiquées en milieu rural qu’en milieu urbain. Nous avons choisi de mener nos enquêtes dans les localités où on a implanté les postes pluviométriques et les villages environnants.

En ce qui concerne les enquêtes de terrain, nous avons effectué une première phase d’exploration (pré-enquête) dans certaines localités du département. Cette phase nous avait permis de bien orienter nos questions mais aussi d’identifier les outils de recherche les plus adaptés. De ce fait, nous avons élaboré des questionnaires et des guides d’entretien. Les enquêtes nous ont permis d’avoir un aperçu large sur le déroulement des activités agricoles, les impacts des pluies extrêmes et les stratégies développées par les populations et les autorités.

• Méthode d’échantillonnage

Pour les enquêtes ménages, nous avons utilisé les données de l’ANSD de 2013 pour déterminer l’effectif à enquêter dans chaque village. Sur les 81 villages que compte le département

d'Oussouye, nous avons choisi de dérouler nos enquêtes dans six (06) villages. Le choix des villages est motivé par l'importance de l'activité agricole en l'occurrence la riziculture d'une part, et de la position sur la topo séquence d'autre part. Pour faire notre échantillon, nous avons retenu un taux de sondage de 15%. De ce fait, 142 ménages ont été enquêtés : 49 à Kabrousse Nialou, 18 à Diémbéring Kaoute, 33 à Effoc, 8 à Loudia diola, 18 à Boukitingho et 16 à Emaye. Notre unité d'échantillonnage est le ménage.

Tableau 1: Tableau de synthèse de la méthode d'échantillonnage

Villages enquêtés	Communes	Nombre de ménages	Nombre de ménages à enquêter
Kabrousse Nialou	Diémbéring	328	49
Diémbéring Kaoute	Diémbéring	121	18
Effoc	Santhiaba Manjacque	220	33
Loudia Diola	Mlomp	53	08
Boukitingo	Oukout	123	18
Emaye	Oukout	104	16
Total		949	142

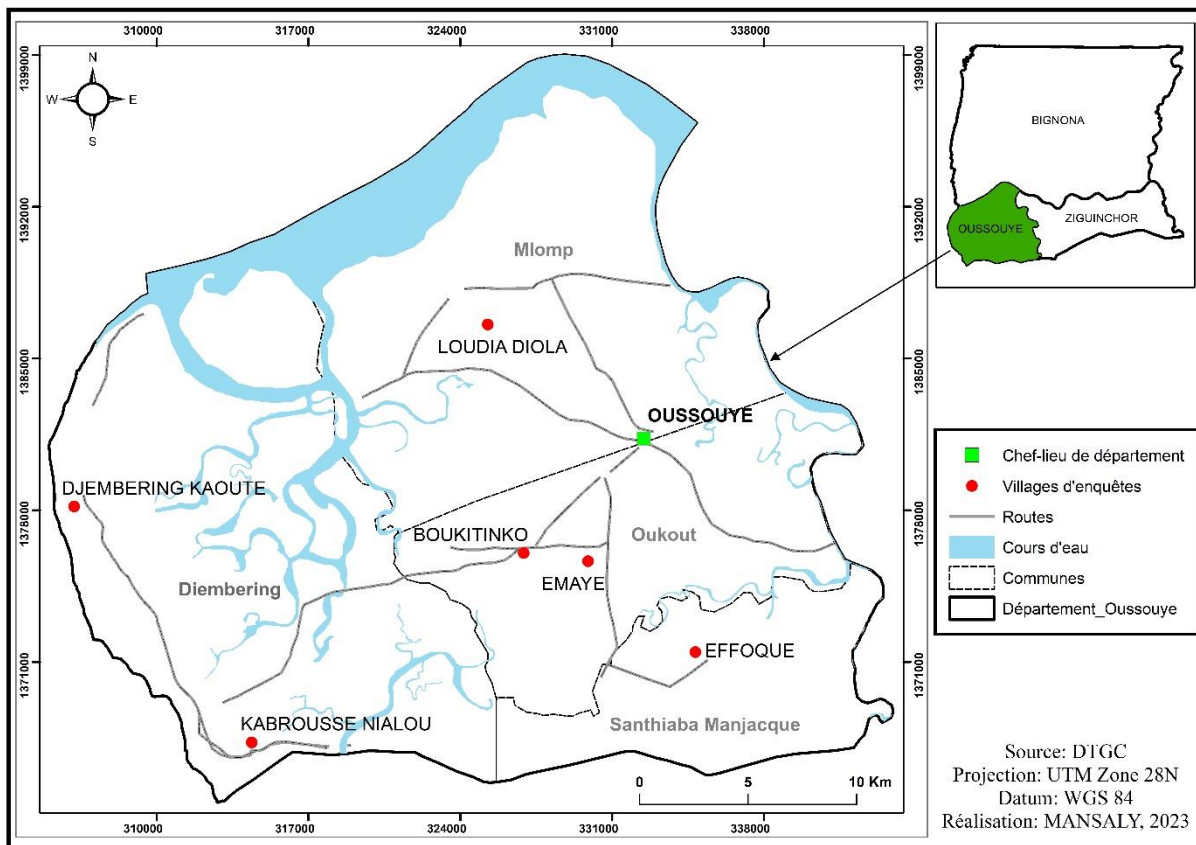
Source : ANSD, 2013

La formule ci-dessous permet de déterminer le nombre de ménages à interroger.

$$\text{nombre de ménages des 6 villages} \times \text{taux de représentativité}/100$$

Et pour connaître le nombre de ménages à enquêter dans chaque village, on utilise la formule ci-dessous : échantillonnage par quota

$$\text{nombre de ménages du village} \times \frac{142}{\text{nombre de ménages des 6 villages}}$$



Carte 2: Localisation du département d’Oussouye et des sites d’étude

2.3 Le traitement et l’analyse des données

C’est la dernière étape de la méthodologie. Elle consiste au traitement et à l’analyse des données recueillies. Le traitement permet à partir des données collectées, d’élaborer des séries statistiques et représenter graphiquement des données quantitatives (diagrammes, histogrammes, courbes,.....). Dans le cadre de ce travail, le traitement des données s’est fait à l’aide de divers logiciels notamment Microsoft Office Word pour la saisie des textes et les tableaux, KoboCollect pour l’élaboration et le traitement des questionnaires, Excel et XLSTAT pour les calculs (indices, moyennes, écart-types...) et les graphiques. Nous avons utilisé le logiciel de cartographie Arc Gis 10.3 pour réaliser des cartes de localisation de notre zone d’étude.

Nous avons d’abord analysé l’évolution des pluies annuelles sur la période 1971-2020, afin de mettre en évidence les périodes déficitaires et les périodes excédentaires. Pour ce faire, nous avons utilisé l’indice standardisé des précipitations : $ISP = \frac{P_i - P_m}{S}$

P_i : pluie du mois ou de l’année ; P_m : la pluie moyenne de la série ; S : écart-type

Nous avons ensuite analysé les pluies extrêmes et enfin les paramètres agro climatique.

- **Analyse des extrêmes pluviométriques**

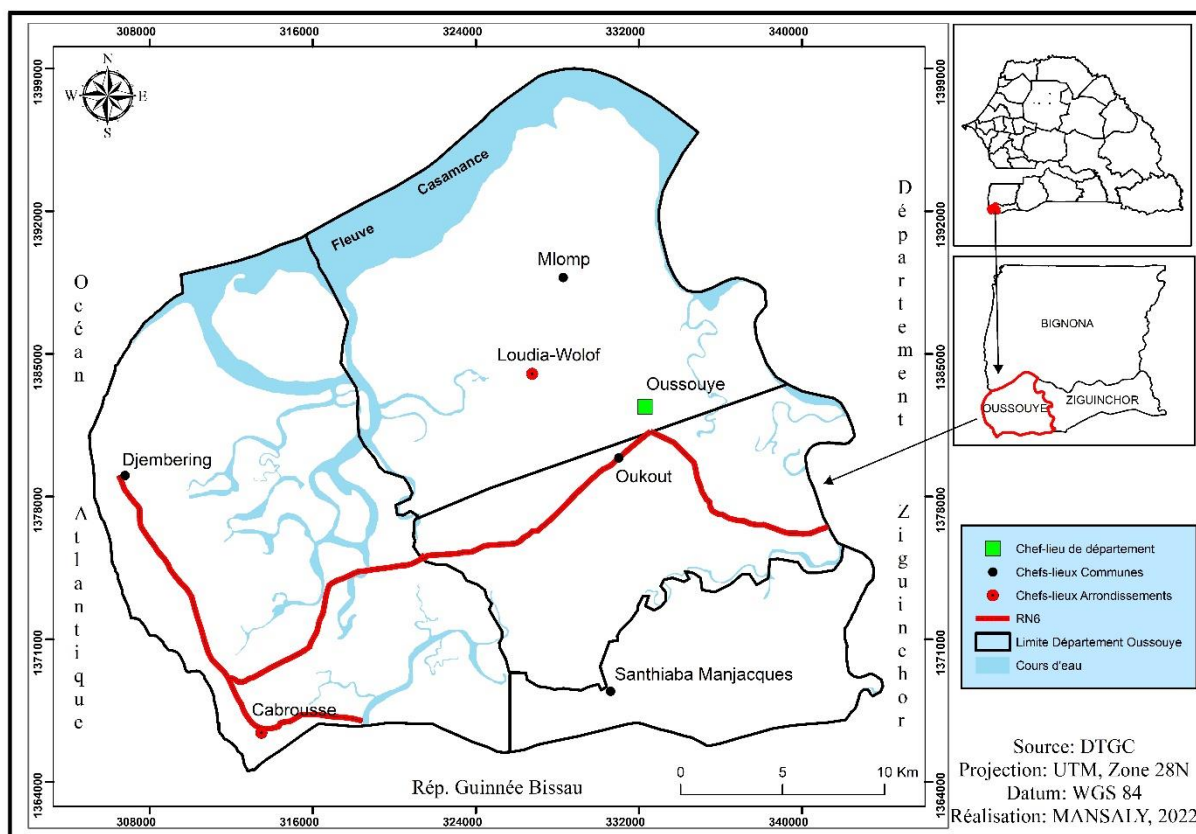
L'analyse des extrêmes pluviométriques s'est basée sur les indices suivants : le nombre de jours pluies supérieures ou égales à 50mm, la fréquence des pluies intenses (pluies supérieures ou égales à 50mm), l'analyse des pluies maximales journalières de 2020. Nous considérons qu'une pluie est intense, lorsqu'elle est supérieure ou égale à 50mm, lorsqu'elle atteint 75mm, elle est considérée comme très intense et lorsqu'elle supérieure ou égale 100mm, elle est considérée comme pluie extrême.

- **Analyse des paramètres agro climatiques**

Pour faire une bonne analyse, il est nécessaire de déterminer les indices suivants : la date de démarrage et de fin de l'hivernage, la longueur de l'hivernage et les pauses pluviométriques (pause de 1 à 3 jours, de 4 à 7 jours et de 8 à 14 jours).

I. Présentation de la zone d'étude

Le département d'Oussouye, situé au sud-ouest du Sénégal, avec une superficie de 891Km² est l'une des plus petites circonscriptions administratives du Sénégal. Le département d'Oussouye est limité à l'est par le département de Ziguinchor, au sud par la Guinée Bissau, au nord par le fleuve Casamance et à l'ouest par l'Océan Atlantique. Il compte deux arrondissements et une population de 48.331 habitants. Les communes rurales de Diémbéring, Oukout, Mlomp et Santhiaba Manjacque et la commune urbaine d'Oussouye sont les différentes collectivités territoriales du département. Avec 517 Km², Loudia Ouolof reste l'arrondissement le plus peuplé du département. La densité se chiffre à 50 habitants au Km² sur le territoire départemental, qui concentre plus de 70 villages. Le département d'Oussouye se caractérise par la diversité de son peuplement. Les Diolas représentent 80 % de la population, les Mandingues 5 %, le groupe Haal pulaar 12 %, les Manjacques et les Balantes 2 % pour chaque groupe. Quant aux autres ethnies, elles représentent 7 % de la population. Cette diversité se vérifie également dans le domaine de la religion avec la présence de trois confessions. Les Animistes restent majoritaires. Le Christianisme vient en seconde position avec 12 % et l'Islam se classe en troisième position avec 9.4 %. Au plan économique, l'agriculture pluviale notamment la riziculture reste l'activité la plus pratiquée. Le secteur touristique est en pleine expansion avec la station balnéaire de Cap Skirring où sont concentrés de nombreux hôtels et campements.



Carte 3: Carte administrative du département d'Oussouye

A. Les aspects physiques du département d'Oussouye

Le département d'Oussouye, comme la Basse Casamance présente généralement les mêmes traits physiques. Avec sa position géographique, le département d'Oussouye possède le climat le plus humide, la végétation la plus luxuriante et l'un des réseaux hydrographiques les plus denses du Sénégal. Ce milieu naturel regorge d'importantes potentialités agricoles appréciables.

1 Le climat

A l'instar du territoire sénégalais, les grands traits climatiques de la Basse Casamance sont le résultat conjoint des facteurs géographiques et aérologiques (Sagna, 2007). Les facteurs géographiques renvoient à la position latitudinale du territoire. Quant aux facteurs aérologiques, qui se traduisent par les apports, c'est-à-dire la dynamique des flux issus des centres d'action atmosphérique que sont l'Alizé maritime issue de l'anticyclone des Açores, l'Alizé continentale (Harmattan) issue de l'anticyclone Saharo-libyen et la Mousson issue de l'anticyclone de Sainte Hélène. Le département d'Oussouye appartient au domaine climatique sud-soudanien côtier. Ce climat est marqué par l'alternance d'une saison sèche longue (Novembre à Mai) où on note une prédominance des vents d'Alizé (maritime et continental) et d'une saison des pluies courte

avec une prédominance des vents de Mousson. C'est aussi la zone la plus pluvieuse du Sénégal. Les précipitations moyennes annuelles varient entre 1000 et 1500 mm, avec aussi des températures qui varient en fonction des saisons et de la proximité ou de l'éloignement de l'océan.

1.1 La pluviométrie

Dans cette étude, les indices standardisés des précipitations (ISP) ont été calculés pour les stations de Ziguinchor et d'Oussouye sur une période de 50 ans (1971-2020). Il ressort de l'analyse de la figure 1 qui présente l'évolution interannuelle des précipitations de 1971 à 2020 par rapport à la normale pluviométrique 1991- 2020 une tendance générale à la hausse des précipitations sur l'ensemble des deux stations.

Pour l'ensemble des stations étudiées référant à la série de 50 années analysées, 34% des cumuls pluviométriques annuels sont supérieurs et 66 % des cumuls pluviométriques annuels sont inférieurs à la normale pluviométrique 1991-2020. Les années les plus déficitaires sont 1980 (745,6 mm) à Ziguinchor et 1983 (642,9 mm) à Oussouye. Et l'année 2020 est la plus excédentaire sur les stations de Ziguinchor et d'Oussouye, et on a respectivement des cumuls annuels de 2169,1 mm et 2088,3 mm.

L'analyse des histogrammes des indices standardisés des précipitations montre une variabilité interannuelle des précipitations. Deux phases apparaissent dans l'analyse de ces figures :

- La période 1971-2007, caractérisée par un fort déficit pluviométrique qui constitue le prolongement de la sécheresse notée depuis 1968 au niveau des deux stations. Cette période sèche affiche quelques années excédentaires à l'image de 1991.
- La période 2008-2020, est marquée par des excédents pluviométriques. Cette période indique une tendance globale à la hausse, autrement dit c'est une sorte de retour à la situation de la période 1950-1967. Cependant ce retour est plus noté à Ziguinchor où la moyenne de cette période est proche de la moyenne de la période 1950-1967.

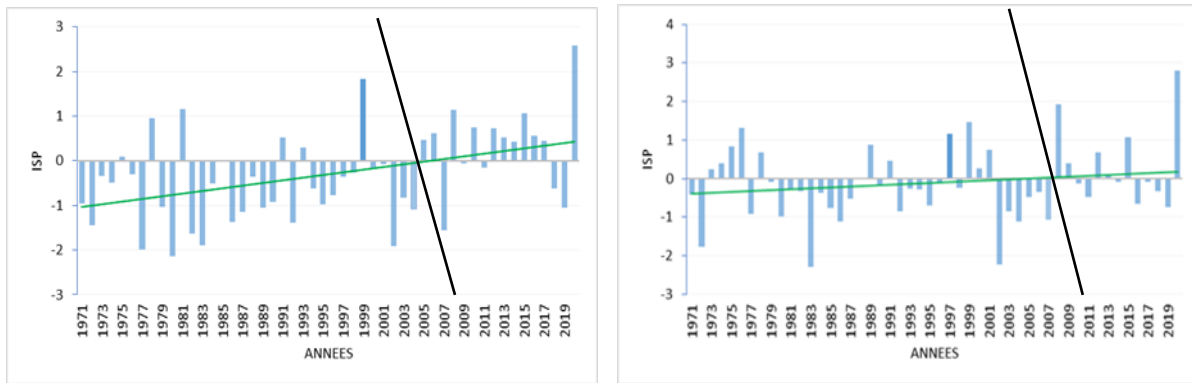


Figure 1: Evolution temporelle des indices standardisés des précipitations à la station de Ziguinchor et à la station d'Oussouye de 1971 à 2020

1.2 La température

Au-delà de la pluviométrie, la température est aussi considérée comme un facteur qui influence les activités agricoles. La température varie dans le temps (variation journalière, mensuelle et interannuelle) et dans l'espace. La répartition spatiale de la température est en grande partie tributaire des apports énergétiques et des transferts par les fluides, mais d'autres facteurs interviennent, notamment la disposition des masses continentales et océaniques et bien évidemment l'altitude.

Nous avons utilisé les données de température de la station synoptique de Ziguinchor qui dispose de la longue série de 1971 à 2020.

L'analyse de la figure 2 permet de distinguer deux maxima et deux minima. Les maxima sont observés d'une part de mars à mai et d'autre part, en octobre-novembre alors que les minima sont observés en décembre-janvier et pendant l'hivernage entre juillet et septembre.

En ce qui concerne les températures maximales moyennes, le maximum principal est observé au mois d'avril et le second principal maximum en novembre ($34,3^{\circ}\text{C}$). Les températures maximales moyennes les plus élevées sont $37,8^{\circ}\text{C}$, 38°C et $36,8^{\circ}\text{C}$ respectivement observées en mars, avril et mai. Ces valeurs sont supérieures à la moyenne de la période 1971-2020 qui est de $34,7^{\circ}\text{C}$. L'analyse du graphique 2 montre qu'à partir de janvier, les températures maximales augmentent progressivement pour atteindre le pic au mois d'avril avant de connaître une baisse progressive à partir du mois de mai jusqu'à l'hivernage et augmente à nouveau à partir d'octobre.

La variation des températures minimales est différente de celles maximales. Les valeurs les plus élevées sont notées pendant l'hivernage, entre juin ($23,9^{\circ}\text{C}$), juillet ($23,7^{\circ}\text{C}$), août ($23,5^{\circ}\text{C}$), septembre ($23,3^{\circ}\text{C}$) et octobre ($23,4^{\circ}\text{C}$). La moyenne des températures minimales de la série

est de 21,1°C. Les valeurs les plus faibles des températures minimales moyennes sont observées en décembre et en janvier avec respectivement 17,9°C et 17,1°C.

Les températures moyennes sont similaires à celle des températures maximales. Le maximum principal est observé au mois de juin (29,4°C) et le second principal maximum en octobre (28,7°C). La moyenne globale est de 27,1°C sur la période 1971-2020.

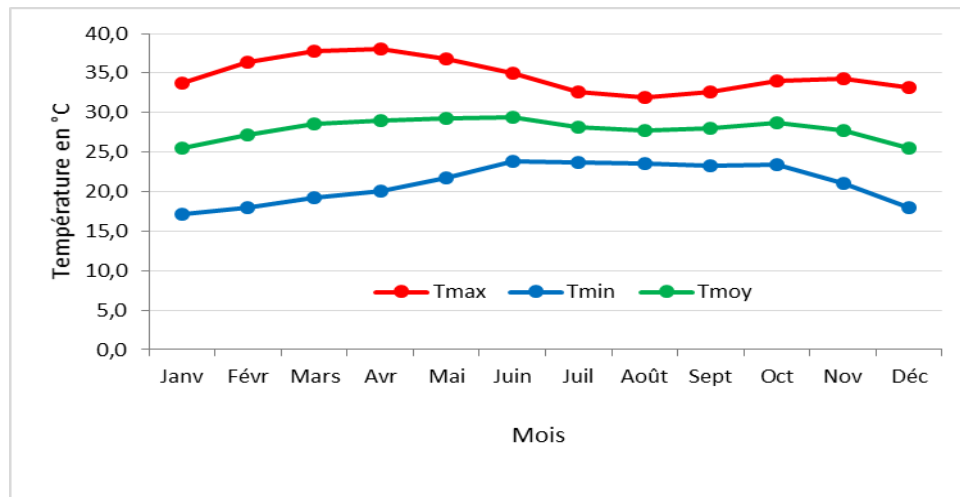


Figure 2: Evolution mensuelle de la température à la station de Ziguinchor de 1971 à 2020

1.3 L'humidité relative

L'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans une particule d'air. Elle est présente en permanence dans l'atmosphère. Les variations moyennes mensuelles de l'humidité relative sont soumises à l'installation de la saison des pluies ou de la saison sèche. L'humidité relative est importante en saison des pluies et faible en saison sèche.

Les valeurs les plus élevées de l'humidité relative à la station de Ziguinchor sont observées entre juin et octobre. Cette période correspond à la saison des pluies (présence de mousson forte à très forte) en Basse Casamance. Le mois d'août enregistre le maximum principal de l'humidité maximale (99%), le maximum de l'humidité minimale (70%) et le maximum de l'humidité moyenne (85%). Le minimum de l'humidité maximale (81%) intervient en janvier tandis que le minimum de l'humidité minimale (22%) et de l'humidité moyenne (52%) interviennent en février.

Les valeurs de l'humidité maximale sont très élevées. Elles varient entre 81% en janvier et 99% en août. Les valeurs de l'humidité minimale sont comprises entre 22% en février et 70% en août. L'humidité moyenne est importante pour toute l'année. Ces valeurs sont supérieures à

50% pour tous les mois. Seuls les mois de janvier, février, mars, avril, mai et décembre sont inférieurs à la moyenne qui est de 68%.

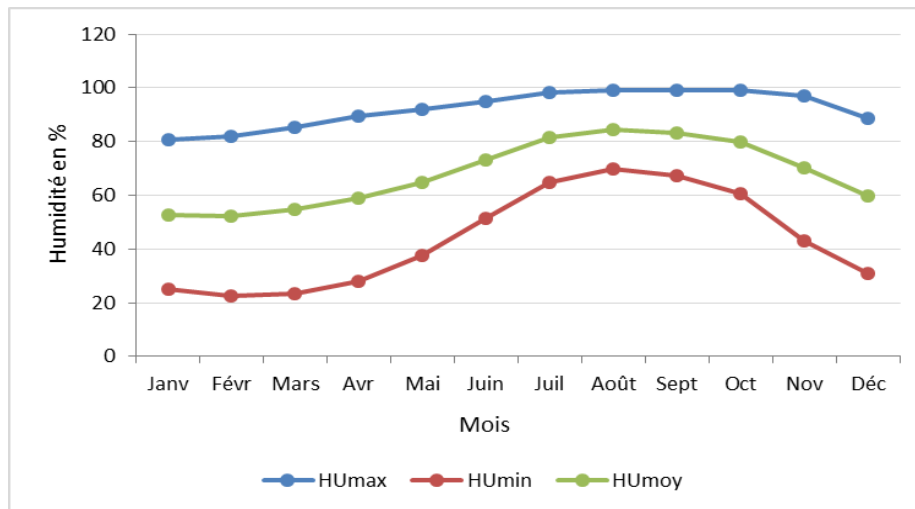


Figure 3: Evolution mensuelle de l'humidité relative à Ziguinchor de 1971 à 2020

1.4 L'évaporation

L'analyse de la figure 4 montre que la variation mensuelle de l'évaporation à la station de Ziguinchor de 1971 à 2020 est uni modale. Les valeurs les plus élevées de l'évaporation sont observées entre décembre et mai, et sont supérieures à 90 mm. Cette période correspond à la saison sèche. Le maximum est observé au mois de mars avec 137,87 mm. Les valeurs les plus faibles de l'évaporation interviennent pendant la saison des pluies entre juin et novembre, et le minimum est observé au mois d'août (32,22 mm). La valeur moyenne de l'évaporation à la station de Ziguinchor de 1971-2020 est de 82 mm.

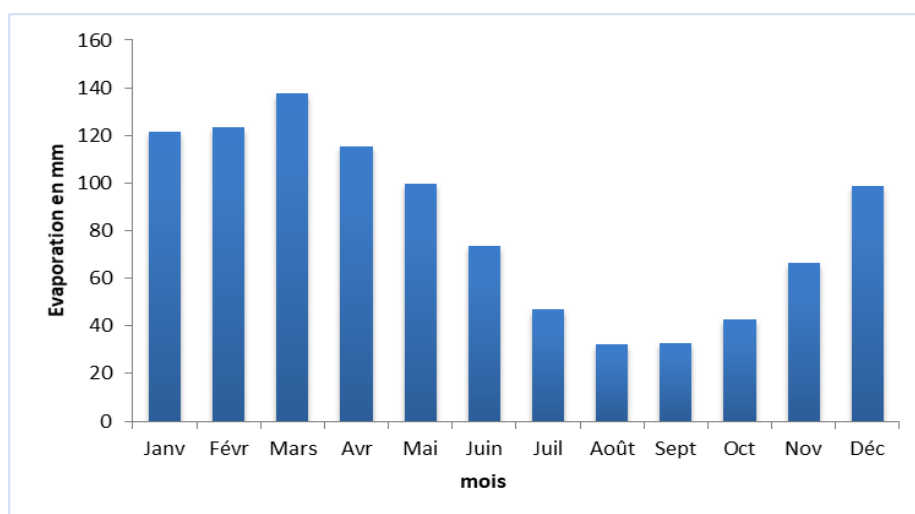
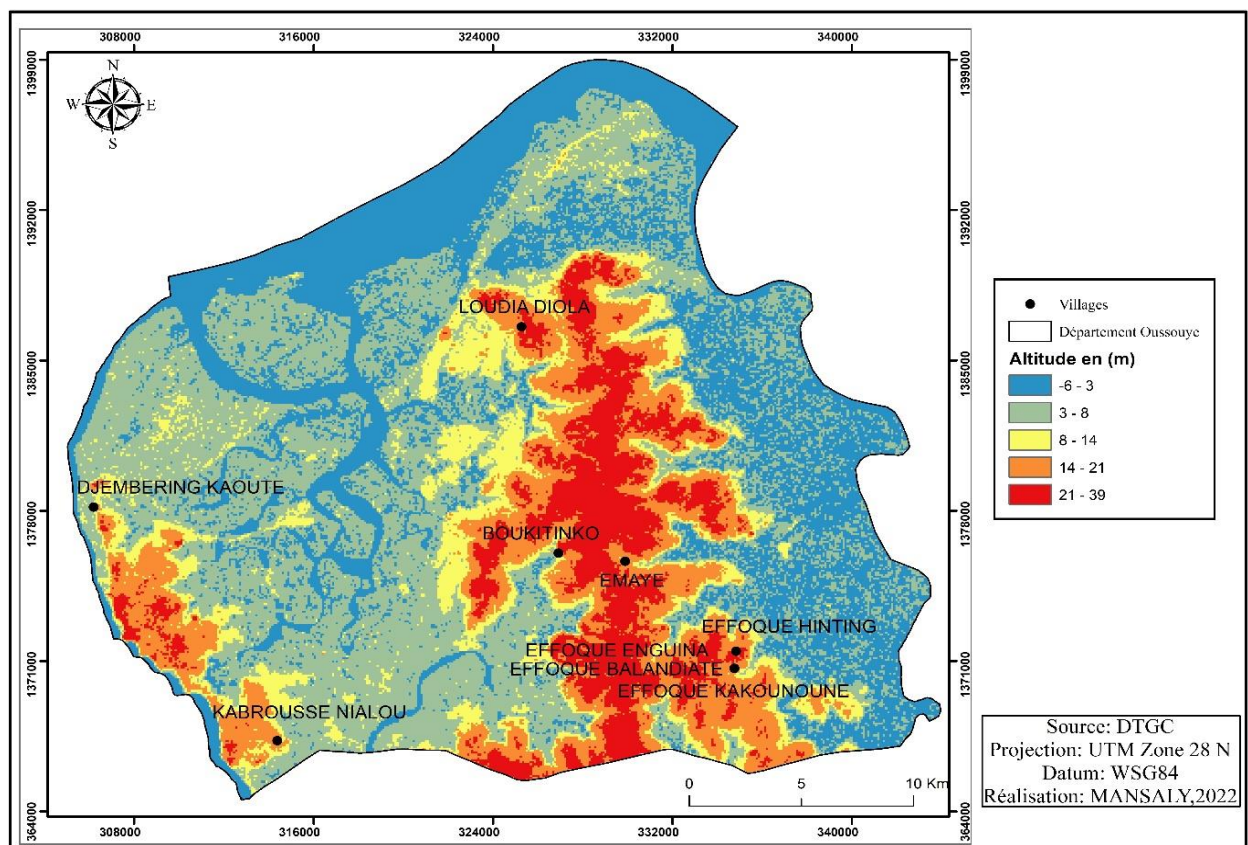


Figure 4: Evolution mensuelle de l'évaporation à Ziguinchor de 1971 à 2020

2 Le relief

La Basse Casamance appartient au vaste ensemble du bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien. Le département d'Oussouye, à l'image de la Basse Casamance est caractérisé par un relief relativement faible. Son altitude varie entre 15 et 40 mm en moyenne. Le relief de la zone peut être subdivisé en deux parties : une partie basse caractérisée par la présence des bas-fonds, des mares et des marigots et une partie relativement élevée constituée de versants, de terrasses et de plateaux. Ces caractéristiques géomorphologiques actuelles sont le résultat des différentes régressions et transgressions marines, et des variations climatiques subies par la région au cours du Quaternaire récent (Diop, 1990 ; Sané, 2017 et Mendy, 2017). La platitude du milieu et la faiblesse des pentes ont favorisé l'intrusion des eaux marines jusqu'à l'intérieur des terres.



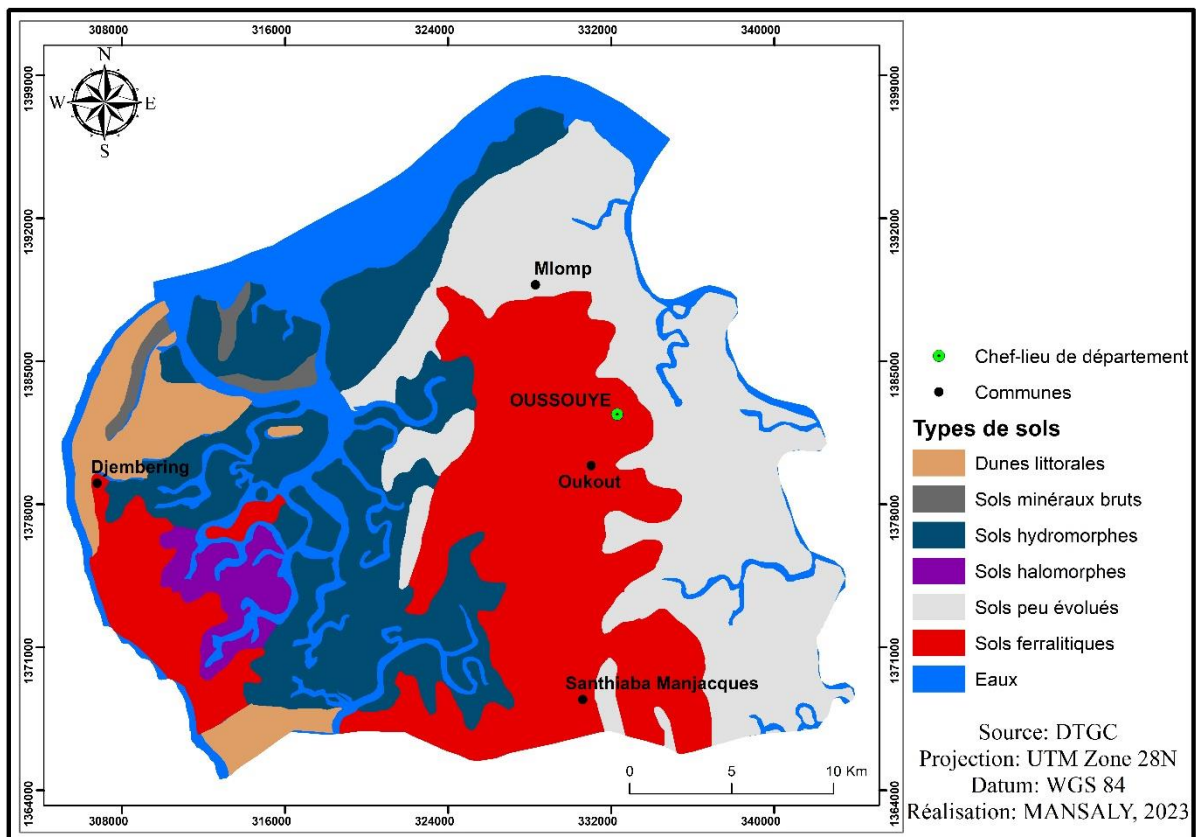
Carte 4 : Le modèle numérique de terrain du département d'Oussouye

3 Les sols

Les sols varient en fonction du climat, de la nature de la roche mère et du relief. En Basse Casamance, on retrouve six (06) grandes familles de sols : les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols ferrugineux tropicaux, les sols ferralitiques, les sols hydro morphes et les sols

halomorphes, et cela a été mis en évidence par des études réalisées dans la zone (Montoroi, 1996 ; Sané, 2017).

La nature des sols dans le département d'Oussouye dépend de la position sur la topo séquence. Sur le plateau, les sols sont de nature argileux-sableux et sableuse en surface. On note la prédominance des sols ferralitiques et des sols ferrugineux tropicaux. Ces sols sont favorables et sont essentiellement exploités pour les cultures céréalières (riz, mil, maïs...) et arboricoles. En bordure du fleuve Casamance (bolongs) ou de la mer, on rencontre des sols halomorphes et aussi les sols minéraux bruts à l'arrière du littoral (sur l'axe Gnikine-Diémbering-Kabrousse). Les sols hydro morphes sont propices au développement de la riziculture. Les sols halomorphes (tannes) sont, dans les conditions environnementales actuelles, impropres à l'agriculture (Sané, 2017). Dans le département d'Oussouye les sols sont affectés. Les facteurs naturels de dégradation des sols dans le département sont la salinisation, l'ensablement et l'acidification. Il y a aussi les facteurs anthropiques qui participent à cette dégradation comme les mauvaises pratiques agricoles. Cela entraîne la perte des terres agricoles et la baisse significative de la production agricole.

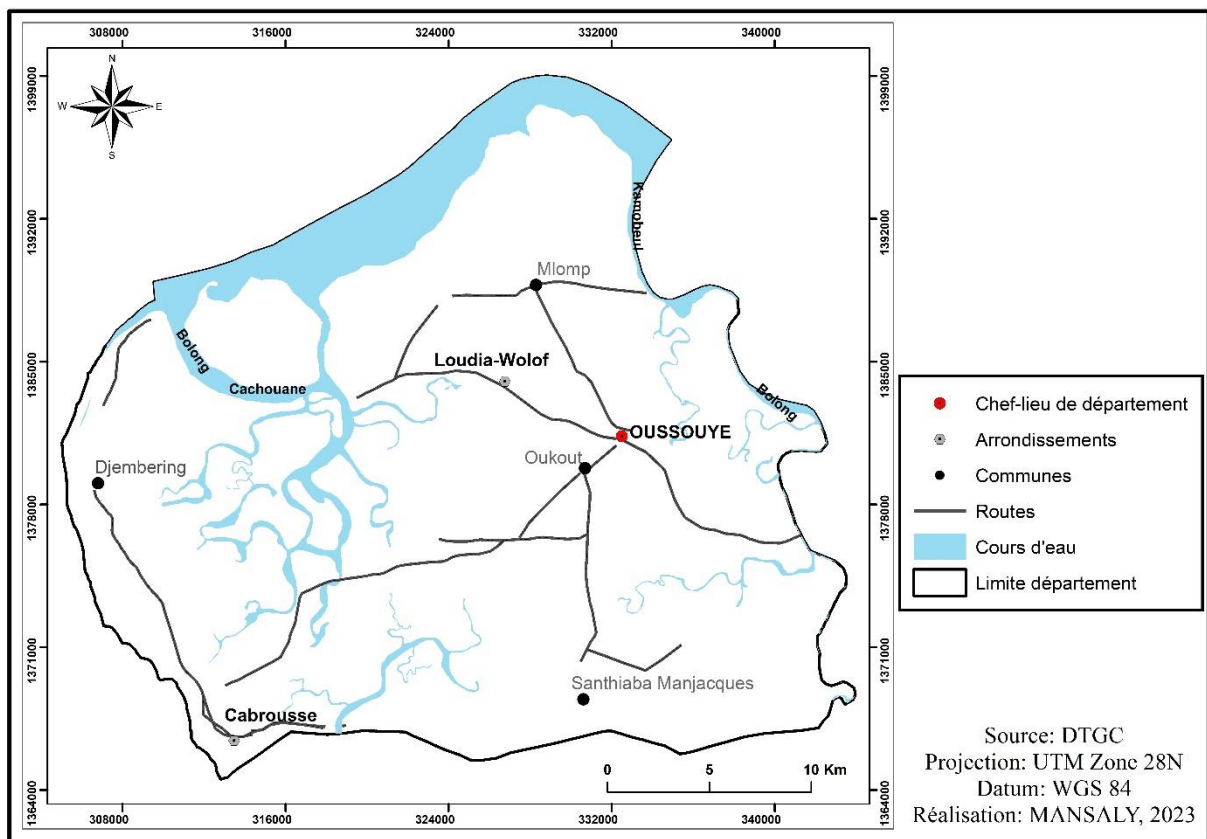


Carte 5: Distribution spatiale des sols dans le département d'Oussouye

4 Le réseau hydrographique

La Basse Casamance dispose d'un réseau hydrographique dense, drainé par le fleuve Casamance et ses affluents. Il prend sa source dans la zone de Vélingara à Fafacourou à 50 m d'altitude. Il est drainé sur une longueur de près de 300km, entièrement situé en territoire sénégalais. . Il est le cours d'eau principal et le plus important de la zone. Son bassin versant couvre une superficie de 300 000 ha.

Le fleuve Casamance constitue la limite septentrionale du département d'Oussouye. Le Kamobeul bolong, seul affluent du fleuve Casamance sur sa rive gauche, assure le drainage dans toute la zone couverte par le Département d'Oussouye (Vieillefon 1975). Le bolong de Kamobeul arrose une bonne partie du département d'Oussouye avec ses nombreuses ramifications : le bolong de Djiramaït et celui de Youtou sur sa rive gauche. Ce Département est ainsi sillonné par plusieurs marigots secondaires et bolongs (le bolong de Kachouane au Nord-ouest, le bolong d'Essoukoudiak au Sud-ouest) qui incisent les plateaux et forment un réseau anastomosé créant des îles ou îlots comme Carabane ou Pointe Saint-Georges.



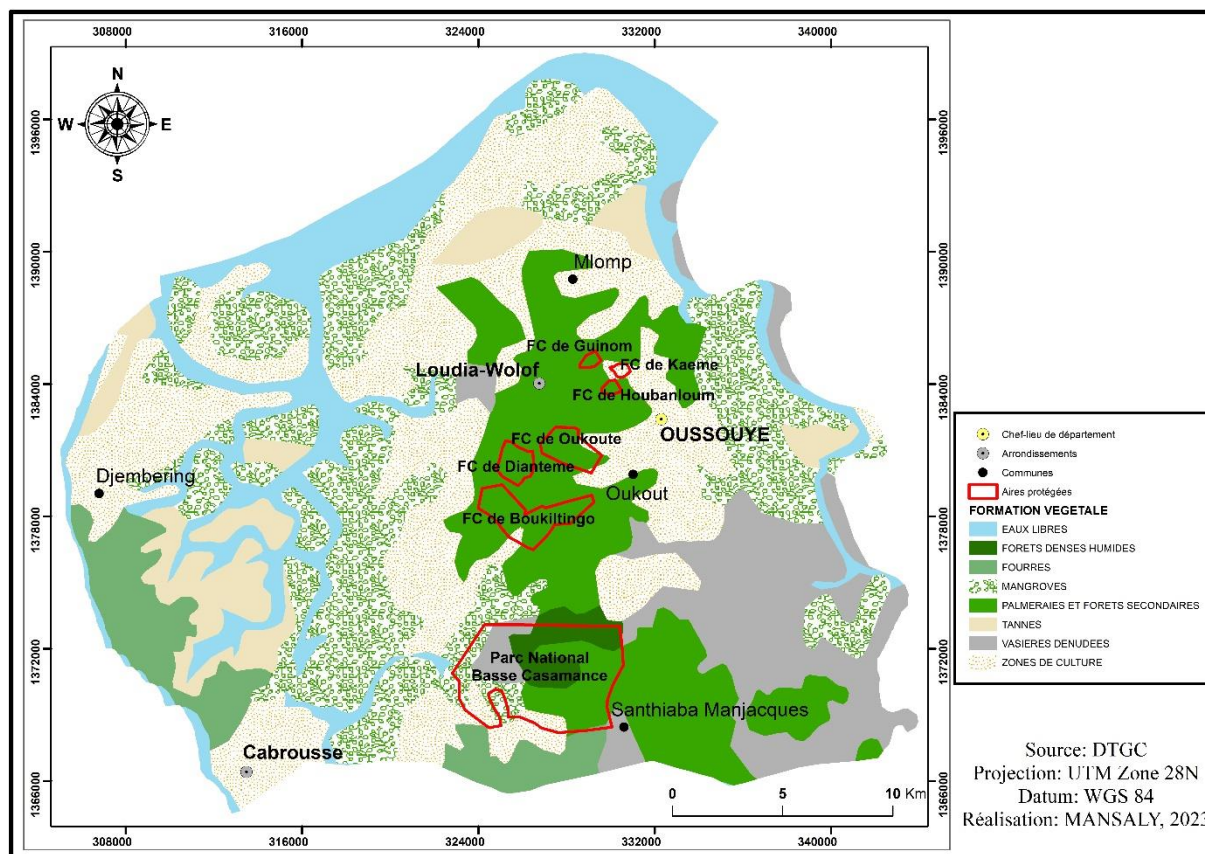
Carte 6: Le réseau hydrographique du département d'Oussouye

5 La végétation

Le département d'Oussouye appartient à la zone éco-géographique forestière dont les ressources ligneuses sont les plus riches et constituent les réserves forestières les plus importantes du pays. Le couvert végétal est potentiellement dominé par les espèces guinéennes telles que *Khaya senegalensis*, *Azelia africana*, *Ceiba pentandra*. Les peuplements de palmiers à huile (*Elaeis guinéensis*) localisés sur les rives de la Casamance, constituent des établissements homogènes à la lisière de plateaux, aux abords des villages et au niveau des versants, des dépressions et des vallées.

La mangrove aussi forme d'importants peuplements le long des affluents du fleuve Casamance et des bolongs. Ce sont des formations de zones humides et des eaux saumâtres situées dans les formations halomorphes, c'est-à-dire les populations d'*Avicenia* dans les tannes ; les *Avicenia nitida* au niveau des vasières et enfin les populations de *Rhizophora mangle* aussi bien dans les tannes que dans les vasières. En Casamance, les palétuviers sont de trois espèces : *Rhizophora mangle* ou *Rhizophora racemosa* (palétuvier rouge), *Conocarpus erectus* (palétuvier gris) et *Avicennia germinans* ou *Avicennia africana* (palétuvier blanc). Ils servent d'abri aux poissons et de zone de reproduction pour les espèces tant terrestres qu'aquatiques (Plan Départemental de Développement d'Oussouye, 2016).

La Basse Casamance semble retrouver ses formations forestières d'avant la période de sécheresse. En effet, les superficies de forêt dense sont redevenues importantes notamment dans le département d'Oussouye sur l'axe Mlomp-Oussouye-Santhiaba Manjacque (Sané, 2017). Le département compte un parc national (Parc National de Basse Casamance) situé dans la Commune de Santhiaba Manjacque, cinq (06) forêts classées (Boukitingo, Oukout, Diakène, Kahème, Guimone et Houbanloum) qu'on retrouve dans les communes d'Oukout et Mlomp et plusieurs bosquets sacrés jonchant les zones d'habitation (PDD Oussouye, 2016).



Carte 7: Répartition des formations végétales du département d’Oussouye

B. Les aspects humains du département d’Oussouye

Le département d’Oussouye regorge d’importantes potentialités économiques. Il est l’une des zones les plus riches du pays sur le plan environnemental du fait de ses énormes potentialités naturelles. L’agriculture occupe la première place, le département d’Oussouye à une vocation agricole. En plus, il profite de ces potentialités naturelles pour développer le tourisme avec la station balnéaire de Cap Skiring dans la commune de Diémbéring. Pour cette section, les données de l’ANSD (2013) ont été utilisées pour la caractérisation de la situation socio-économique du Département.

1 La population

La population du département d’Oussouye est estimée à 48 331 habitants en 2013 (ANSD, 2013). La population du département d’Oussouye est le moins peuplé, soit 9 % de la population totale de la région de Ziguinchor. La population est passée de 35 429 hbts en 2002 à 48 331 hbts en 2013, soit un taux de croissance de 36 %. Entre les deux recensements (2002 et 2013), la population du département d’Oussouye a connu une augmentation de 12 902 habitants. La projection démographique de 2013-2025 montre une évolution progressive de la population,

soit un taux de croissance annuel de 4 %. Selon les projections, la population du département d'Oussouye serait estimée à 70 809 habitants en 2025.

La population du département d'Oussouye est à majorité rurale (90 %). Le taux d'urbanisation est faible, il est de l'ordre de 10 % (ANSD, 2013) dont la majeure partie de la population vit en milieu rural. La proportion entre les hommes et les femmes montre une prédominance des hommes avec 24 949 hommes contre 23 382 femmes, seul dans les communes d'Oukout et de Santhiaba Manjacque où la population féminine est supérieure à celle masculine. La proportion de la population étrangère est plus élevée dans le département d'Oussouye (3,3%) comparée aux départements de Ziguinchor et Bignona. Cela s'explique en grande partie par le développement de la pêche ainsi que le tourisme avec notamment la station balnéaire de Cap Skirring.

Dans le département d'Oussouye, la commune de Diémbéring est la plus peuplée avec l'attraction de la station balnéaire de Cap Skirring, suivi de la commune de Mlomp. La commune de Santhiaba Manjacque est la moins peuplée du département. Cela s'explique par la crise politico-militaire qui prévaut dans cette zone occasionnant ainsi le déplacement des populations.

2 L'agriculture

L'agriculture reste la principale activité économique des populations du département d'Oussouye. Dans toutes les communes, l'agriculture reste l'activité dominante. La population vit plus en milieu rural qu'en milieu urbain, 90 % de la population du département vit en milieu rural. Cependant, la culture pluviale est la principale grande culture pratiquée dans le département avec 55,31% des ménages agricoles (ANSD, 2013). Le riz est la principale spéculacion cultivée dans le département. On retrouve aussi d'autres cultures telles que le maïs, le mil, le niébé, l'arachide, le manioc, etc.

Le riz est fondamental chez les joolas et constitue l'alimentation de base. La riziculture est une culture qui nécessite beaucoup d'eau et d'une pluviométrie abondante pendant l'hivernage. Dans le département d'Oussouye, le système de production agricole reste jusque-là traditionnel et l'agriculture dépend fortement des conditions pluviométriques. Cette dépendance est peu favorable au développement de l'agriculture du fait de la variabilité hydro-pluviométrique de ces dernières années. Les superficies cultivables sont bien appréciables mais une infime partie du potentiel est exploitée. Elles dépendent en grande partie des quantités et durée de pluies, de la main d'œuvre, du niveau d'équipement, de la disponibilité des semences et engrais. Seul 41%

des vallées rizicoles sont exploitées du fait de la salinité des sols et seulement 15% des plateaux sont exploités par les cultures de montagnes (PDD Oussouye. 2016).

A côté des cultures céréalières, on a l'arboriculture fruitière qui est pratiquée par 32,09% des ménages agricoles dans le département Elle est plus développée dans la commune de Santhiaba Manjacque. Il y a aussi le maraîchage qui est développé dans le département et est une activité génératrice de revenu et est essentiellement réservée aux femmes.

L'activité agricole dans le Département d'Oussouye est confrontée à plusieurs problèmes :

- La salinisation des terres, l'ensablement, l'acidification et l'érosion qui affectent l'aptitude et la fertilité des sols.
- Le sous équipement des agricultures avec l'utilisation des matériels rudimentaires.
- Manque de main d'œuvre
- L'irrégularité de la pluviométrie et le raccourcissement de l'hivernage
- La mauvaise qualité des semences et l'indisponibilité de semences adaptées

Il faut cependant noter des structures comme la FADDO qui participe à la vulgarisation des pratiques agricoles améliorées. Elle joue un rôle important pour le développement de l'agriculture à travers l'organisation de formations, de conseils et suivis des agriculteurs.

3 La pêche

Dans le Département, la pêche dite commerciale est en plein essor. Elle est concentrée surtout sur les sites d'Elinkine et Cap Skirring. Il attire en effet de nombreux pêcheurs venant d'autres villes du Sénégal (Saint-Louis, Mbour, Kayar,) voire d'autres pays d'Afrique de l'ouest (Guinée Bissau, Guinée Conakry,) (PDD Oussouye, 2016). La pêche traditionnelle est pratiquée aussi par la population dans les différents bolongs du département. Le poisson est très utilisé pour l'alimentation des populations et se fait de plus en plus rare en raison de la surexploitation des bolongs. Dans les villages où la pêche continue d'être une activité destinée à l'autoconsommation, la raréfaction des ressources est aujourd'hui vécue comme un drame, à la base de tensions qui minent ce secteur. Le secteur de la pêche rencontre plusieurs problèmes dans le département d'Oussouye :

- La surexploitation des bolongs ;
- Le problème de conservation des produits ;
- Manque de claies de séchage ;

- Faible disponibilités des produits halieutiques pour la consommation des populations autochtones.

4 Le tourisme

Le département d'Oussouye dispose d'un fort potentiel touristique. Ces forêts denses (parc national de Basse Casamance, nombreux forêts classées), sa façade maritime avec ses larges et belles plages de sable fin, ses nombreux bolongs bordés de forêts de mangrove, font du département d'Oussouye l'une des plus belles destinations touristiques du Sénégal. Le village de Cap Skirring est devenu une véritable station balnéaire garnie d'hôtels et d'activités nautiques. En effet, cette zone est l'une des plus attractives de la région en raison du développement du tourisme, des activités de pêche et de la douceur relative des conditions thermiques (Sané, 2017). La station balnéaire de Cap accueille beaucoup de touristes qui viennent de plusieurs pays d'Europe, notamment la France mais aussi de la sous-région.

Il faut aussi noter les sites historiques au niveau des îles, la culture locale à l'image du Bukut, le patrimoine culturel composé des bois sacrés, des fétiches, des monuments (Eglise de Carabane) des sites historiques (les lieux de passage du saint EL Hadji Omar TALL) qui sont à protéger d'abord et à valoriser de plus en plus à travers les offres éco touristique, Les musées à ciel ouvert de Diembéring et Boucotte Diola, etc. Toutefois, avec ces potentialités naturelles et culturelles, le secteur touristique rencontre d'énormes difficultés dans le département :

- Difficultés de promouvoir davantage le tourisme ;
- Difficultés de mise à niveau des établissements touristiques ;
- Dégradations trop avancées de certains hôtels fermés depuis des années ;
- Manque d'organisation et de formalisation des structures en termes de catégorie et de statut juridiques.

PREMIERE PARTIE : EVOLUTION DES PRECIPITATIONS EXTREMES ET ANALYSE DE L'HIVERNAGE 2020

Dans cette partie, l'objectif est d'analyser d'abord l'évolution des précipitations extrêmes de trois (03) stations pluviométriques retenues (Oussouye, Loudia et Kabrousse). Ensuite, d'analyser les précipitations de l'hivernage 2020 des quatre (04) stations du département d'oussouye. Ainsi, l'analyse de ces paramètres permet de déterminer les caractéristiques pluviométriques et de voir la particularité de l'hivernage 2020 par rapport à la moyenne pluviométrique de la zone d'étude.

Chapitre 1 : L'évolution des précipitations extrêmes dans le département d'Oussouye

Dans ce chapitre, nous avons analysé le nombre de jours de pluies, le nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$, la fréquence des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ et l'évolution décennale des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$.

La série d'observation est définie pour chaque station. Elle va de 1971 à 2020 pour la station d'Oussouye, de 1981 à 2020 pour la station de Loudia Ouolof et de 1986 à 2020 pour la station de Kabrousse.

1 Nombre de jours de pluies dans le département d'Oussouye

❖ Station d'Oussouye

La figure 5 montre l'évolution interannuelle du nombre de jours pluvieux à la station d'Oussouye sur la période de 1971-2020. L'analyse de ce graphique montre une légère tendance à la hausse des jours pluvieux à Oussouye durant la période 1971-2020. Le nombre de jours de pluies varie de 49 jours en 2002 à 91 jours en 1999, avec un nombre moyen de jours pluvieux qui s'élève à 72 jours sur la même période. En effet, sur les 50 années analysées, 25 années connaissent un nombre de jours pluvieux supérieurs à la moyenne de la série, soit 50% des années observées, 22 années sont supérieures à la normale pluviométrique 1991-2020 (73 jours) et 24 années ont un nombre de jours pluvieux inférieur à la moyenne de la série, soit 48% des observations. Une seule année (1991) présente un nombre de jours de pluies égal à la moyenne de la série. L'analyse de ce graphique nous montre deux phases de l'évolution annuelle du nombre de jours de pluies :

- Sur la période 1971-1992, le nombre d'années où le nombre de jours pluvieux est inférieur à la moyenne de la série est plus élevé que le nombre d'années où le nombre de jours pluvieux est supérieur à la moyenne. 15 années présentent un nombre de jours de pluies supérieur à la moyenne de la série contre 7 années où le nombre de jours pluvieux est inférieur à la moyenne.
- La période 1993-2020 est marquée par la prédominance des années ayant enregistré un nombre de jours de pluies supérieur à la moyenne de la série. 18 années enregistrent un nombre de jours pluvieux supérieur à la moyenne et 10 années présentent un nombre de jours de pluies inférieur à la moyenne. C'est durant cette période qu'on a enregistré le nombre de jours de pluies le plus élevé (91 jours en 1999) de la période 1971-2020.

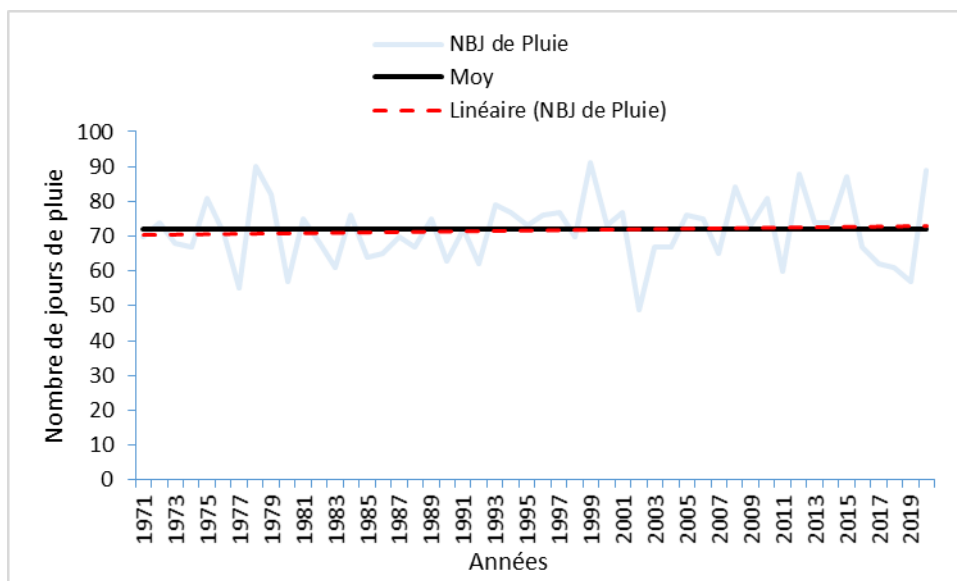


Figure 5 : Evolution annuelle du nombre de jours de pluies à Oussouye de 1971 à 2020

Le graphique 6 met en exergue l'évolution mensuelle du nombre de jours pluvieux à la station d'Oussouye de 1971 à 2020. Le nombre de jours de pluies a été étudié à l'échelle mensuelle, il varie d'un mois à l'autre. Cette figure nous montre que durant la période 1971-2020, les mois de juin et octobre ont tous enregistré en moyenne moins de 10 jours de pluies. En revanche, les mois de juillet, août et septembre dépassent en moyenne 15 jours de pluies. Sur la période allant de 1971 à 2020, le mois d'août enregistre le nombre de jours de pluies le plus élevé avec 21 jours de pluies en moyenne, juillet et septembre ont chacun enregistré 18 jours de pluies en moyenne. Les mois de juin et octobre ont enregistré respectivement 6 et 8 jours de pluies en moyenne.

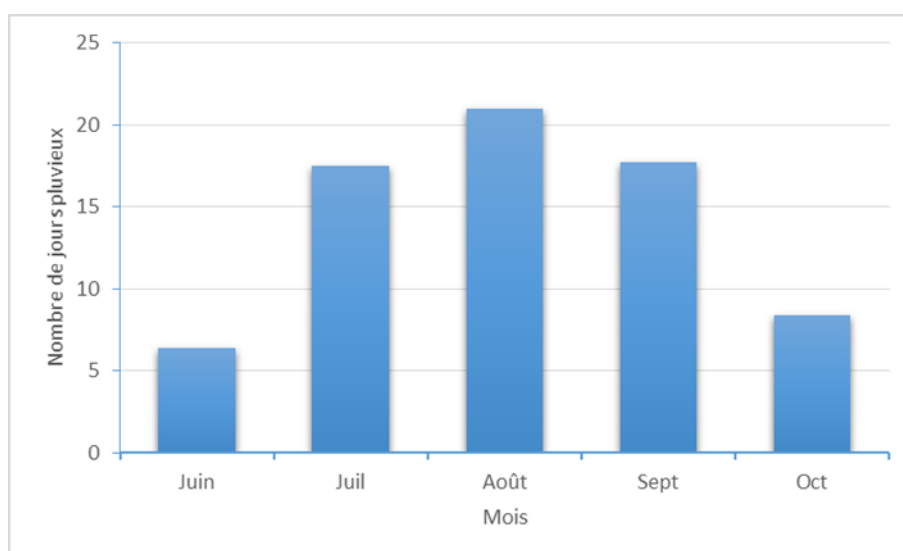


Figure 6: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Oussouye de 1971 à 2020

❖ Station de Kabrousse

La courbe 7 met en relief l'évolution interannuelle du nombre de jours de pluies à la station de Kabrousse sur la période allant de 1971 à 2020. On constate tout d'abord une légère tendance à la baisse du nombre de jours de pluies à Kabrousse entre 1986 et 2020. Les chiffres nous montrent que le nombre de jours de pluies va de 44 jours en 2002 à 93 jours en 2012. Le nombre moyen de jours pluvieux à Kabrousse s'élève à 70 jours entre 1986 et 2020. La normale pluviométrique 1991-2020 affiche aussi 70 jours de pluies à la station de Kabrousse. Toutefois, sur les 35 années d'observation, 17 années ont un nombre de jours de pluies supérieur à la moyenne de la série, soit 49% des années étudiées, 16 années connaissent un nombre de jours pluvieux inférieur par rapport à la moyenne de la série, soit 46% des observations et 2 années ont un nombre de jours pluvieux égal à la moyenne de la série d'étude. On constate deux phases dans l'évolution annuelle du nombre de jours pluvieux à Kabrousse :

- De 1986 à 2001, 9 années présentent un nombre de jours de pluies supérieur à la moyenne de la série contre 7 années qui ont un nombre de jours pluvieux inférieur à la moyenne. Donc cette période est marquée par la prédominance des années ayant enregistré un nombre de jours pluvieux supérieur par rapport à la moyenne de la série. Cette période a enregistré 91 jours de pluies en 1991, qui constitue le second maximum de nombre de jours pluvieux de la période d'étude (1986-2020) à Kabrousse.
- De 2002 à 2020, le nombre d'années où le nombre de jours pluvieux (11 jours) est inférieur à la moyenne de la série est plus élevé que le nombre d'années où le nombre de jours pluvieux (8 jours) est supérieur à la moyenne. C'est durant cette période qu'on a enregistré le minimum (44 jours en 2002) mais aussi le maximum (93 jours en 2012) du nombre de jours de pluies de 1986 à 2020.

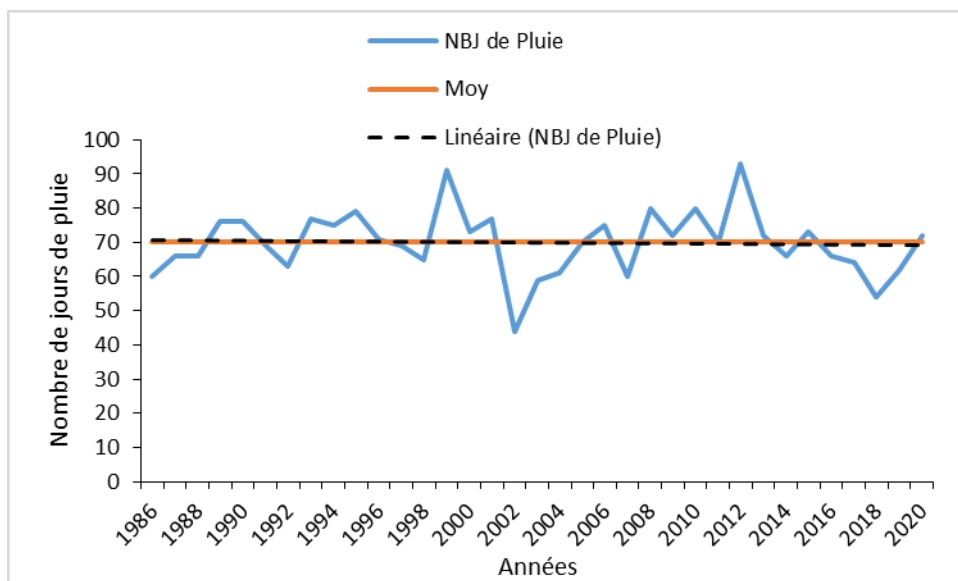


Figure 7: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies à Kabrousse de 1986 à 2020

L'évolution mensuelle du nombre de jours pluvieux à la station de Kabrousse de 1986 à 2020 illustrée à travers l'histogramme 7 montre que, le nombre de jours pluvieux varie d'un mois à l'autre à Kabrousse comme partout dans le département. Les mois de juin et octobre ont tous compté moins de 10 jours de précipitation. Ils ont enregistré respectivement 6 et 8 jours de pluies en moyenne durant la période 1986-2020. Sur la période allant de 1986 à 2020, le mois d'août compte en moyenne 21 jours de pluies. Les mois de juillet et septembre dépassent 15 jours de pluies en moyenne. Ils comptent respectivement 17 et 18 jours de pluies en moyenne.

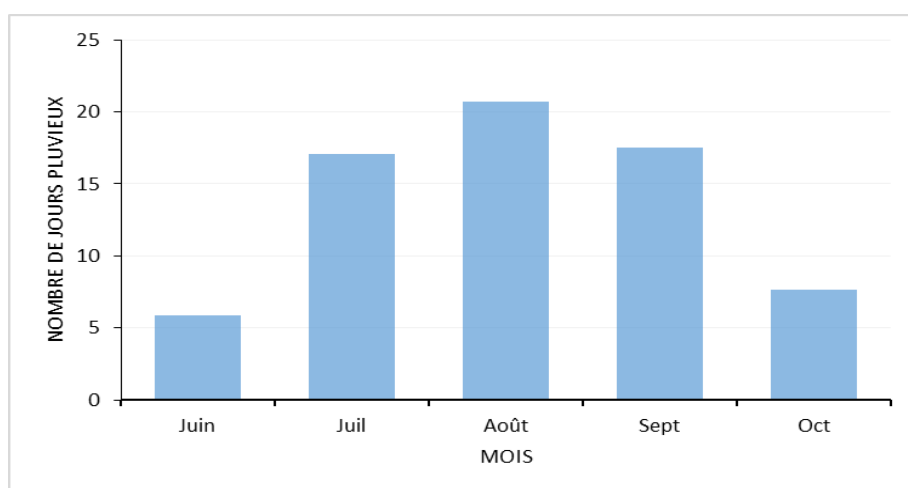


Figure 8 : Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Kabrousse de 1986 à 2020

❖ **Station de Loudia Ouolof**

Le graphique 9 illustre l'évolution interannuelle du nombre de jours pluvieux à la station de Loudia Ouolof de 1981 à 2020. L'analyse de ce graphique montre une légère tendance à la baisse du nombre de jours pluvieux à Loudia. Le nombre moyen de jours pluvieux s'élève à 67 jours avec un minimum de 49 jours en 2002 et un maximum de 85 jours en 2020. La normale pluviométrique 1991-2020 est aussi de 67 jours de pluies. En effet, sur les 40 années analysées, 21 années connaissent un nombre de jours de pluies supérieur à la moyenne de la série, soit 53% des années analysées, 17 années présentent un nombre de jours pluvieux inférieur à la moyenne, soit 43% des observations et 2 années ont un nombre de jours de pluies égal à la moyenne de la série. L'analyse de cette courbe nous montre deux phases dans l'évolution :

- La première phase va de 1981 à 1994 : 8 années présentent un nombre de jours de pluies supérieur à la moyenne de la série contre 6 années qui ont un nombre de jours pluvieux inférieur à la moyenne. Le second maximum du nombre de jours de pluies a été enregistré durant cette période (83 jours en 1994).
- De 1995 à 2020, le nombre d'années où le nombre de jours pluvieux (15 jours) est inférieur à la moyenne de la série est plus élevé que le nombre d'années où le nombre de jours pluvieux (13 jours) est supérieur à la moyenne. C'est durant cette période qu'on a enregistré le minimum (49 jours en 2002) mais aussi le maximum (85 jours en 2020) du nombre de jours de pluies de la période d'étude (1981-2020).

Cela traduit la légère baisse du nombre de jours de pluies à la station de Loudia sur la période 1981-2020.

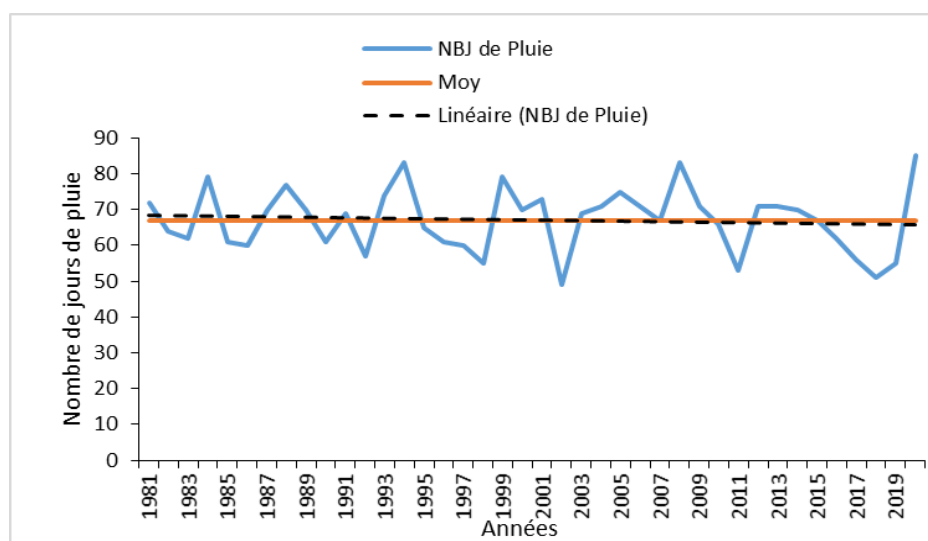


Figure 9: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies à Loudia Ouolof de 1981 à 2020

La figure 10 présente l'évolution mensuelle du nombre de jours de pluies à la station de Loudia Ouolof de 1981 à 2020. Cette figure nous montre comme pour les stations précédentes que les mois de juin et octobre comptent moins de 10 jours de précipitation en moyenne. En revanche, les mois de juillet, août et septembre dépassent en moyenne 15 jours de pluies sur la période 1981-2020. Le mois d'août compte 20 jours de pluies en moyenne, reste le mois qui compte le plus de jours de pluies. Les mois de juillet et septembre ont compté chacun 17 jours de pluies en moyenne.

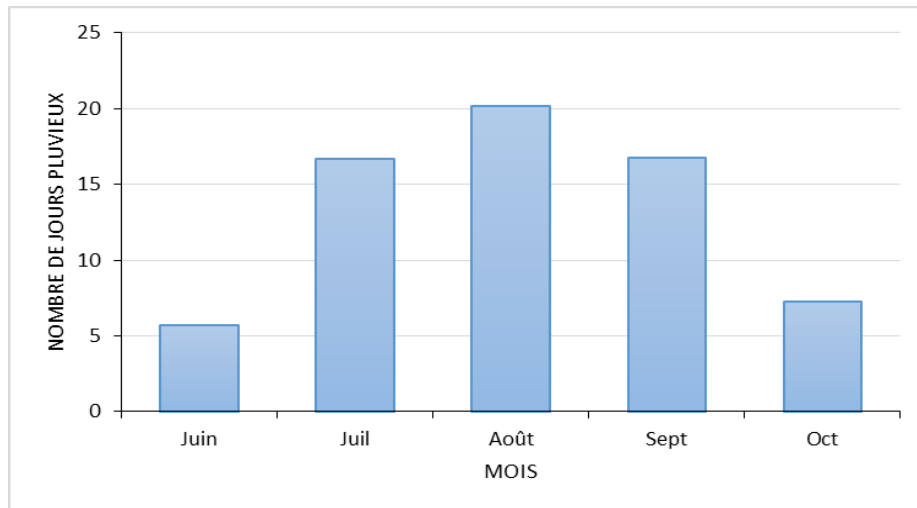


Figure 10: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Loudia de 1981 à 2020

2 Le nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ dans le département d'Oussouye

❖ Station d'Oussouye

La figure 11 met en exergue l'évolution interannuelle du nombre de jours de pluie journalière supérieure ou égale à 50 mm à la station d'Oussouye sur la période allant de 1971 à 2020. L'analyse de la courbe 11 nous permet d'observer une légère tendance à la hausse du nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ à la station d'Oussouye. Le nombre moyen de jours pluvieux $\geq 50\text{mm}$ s'élève à 5 jours, avec un minimum de 2 jours en 2016, 2007, 1983,... et un maximum 14 jour en 2020. Sur les 50 années d'observation, 19 années connaissent un nombre de jours pluvieux $\geq 50\text{mm}$ supérieur à la moyenne de la série, soit 38% des années étudiées, 18 années comptent un nombre de jours pluvieux $\geq 50\text{mm}$ inférieur à la moyenne, soit 36% des observations et 13 années présentent un nombre de jours pluvieux $\geq 50\text{mm}$ égal à la moyenne de la série. Deux phases apparaissent dans l'analyse de cette courbe :

- La période 1971-1997 est marquée par une faible apparition des jours pluvieux $\geq 50\text{mm}$. 20 années sont inférieures à la moyenne contre 7 années supérieures à la moyenne.
- La période 1998-2020 est caractérisée par une augmentation de nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$. 12 années sont supérieures à la moyenne contre 7 années inférieures à la moyenne. Durant cette période, on a observé le nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ le plus élevé (14 jours en 2020).

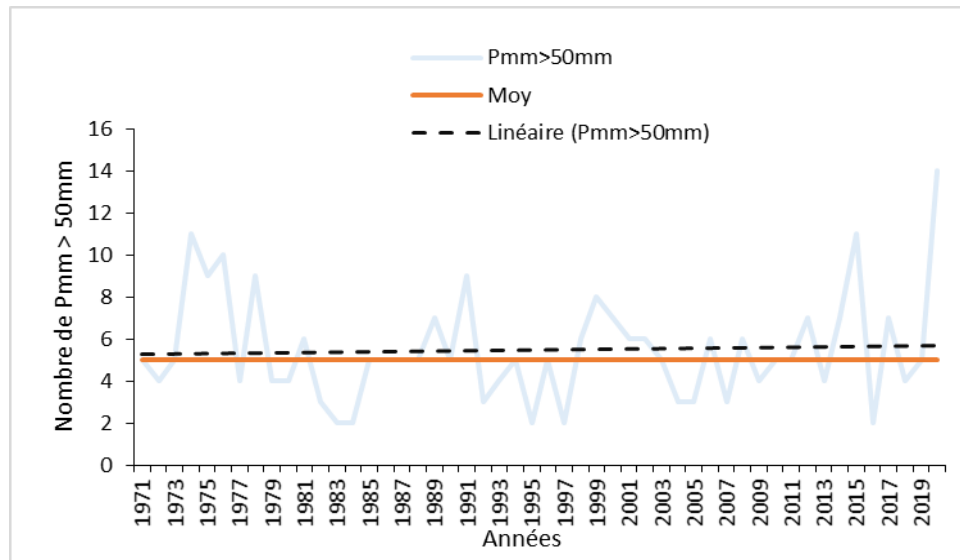


Figure 11: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ à Oussouye de 1971 à 2020

L'observation de la figure 12 nous permet voire que les pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ ont été enregistrées sur 5 mois mais avec plus d'occurrence pour les mois de juillet, août et septembre. D'abord, le mois d'août a enregistré 118 jours de pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ sur la période 1971-2020, soit 43% du nombre total, ensuite, le mois juillet compte à son tour 76 jours, soit 28% du total, suivi du mois de septembre avec 57 jours de pluies journalières $\geq 50\text{mm}$, soit 21% du nombre total de la période 1971-2020. Les mois de juin et octobre ont compté moins de 20 jours de pluies journalières $\geq 50\text{mm}$. Ils ont enregistré respectivement 9 et 13 jours, soit 3 et 5% du nombre total de la période d'étude.

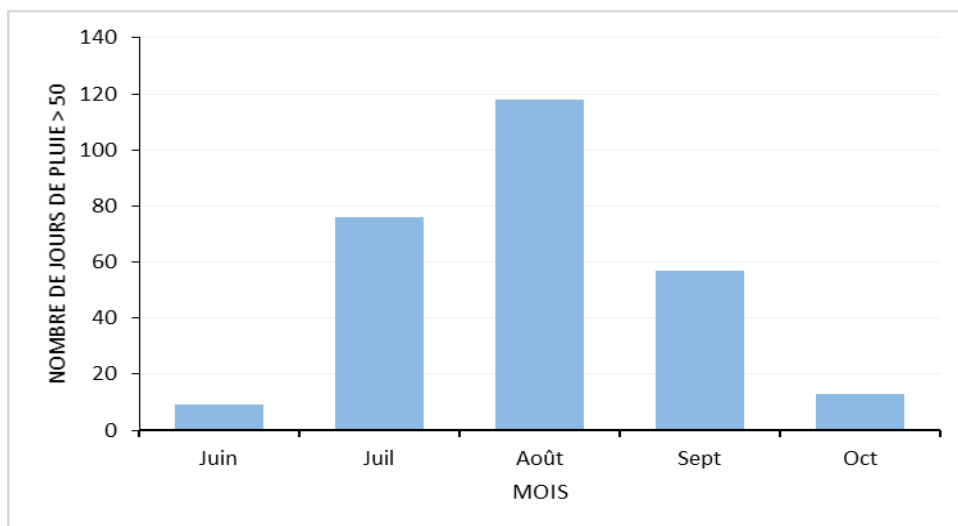


Figure 12: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ à Oussouye de 1971 à 2020

❖ Station de Kabrousse

La figure 13 présente l'évolution interannuelle du nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ de 1986 à 2020 à la station de Kabrousse. On observe à partir de la courbe 13 une légère tendance à la hausse du nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$. La moyenne interannuelle de la période 1986-2020 est de 6 jours de pluies, avec un minimum de 1 jour en 1986 et 2003 et un maximum de 14 jours en 2020. Sur les 35 années d'observation, 31% des années ont une valeur supérieure à la moyenne, 46% des années ont une valeur inférieure et 23% des années présentent une valeur égale à la moyenne de la série. Deux phases apparaissent :

- Sur la période 1986-2008, le nombre d'années où le nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ (19 jours) est inférieur à la moyenne de la série est plus élevé que le nombre d'années où le nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ (4 jours) est supérieur à la moyenne.
- Sur la période 2009-2020, 7 années ont une valeur supérieure à la moyenne contre 5 années. On note une recrudescence du nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ sur cette période à la station de Kabrousse.

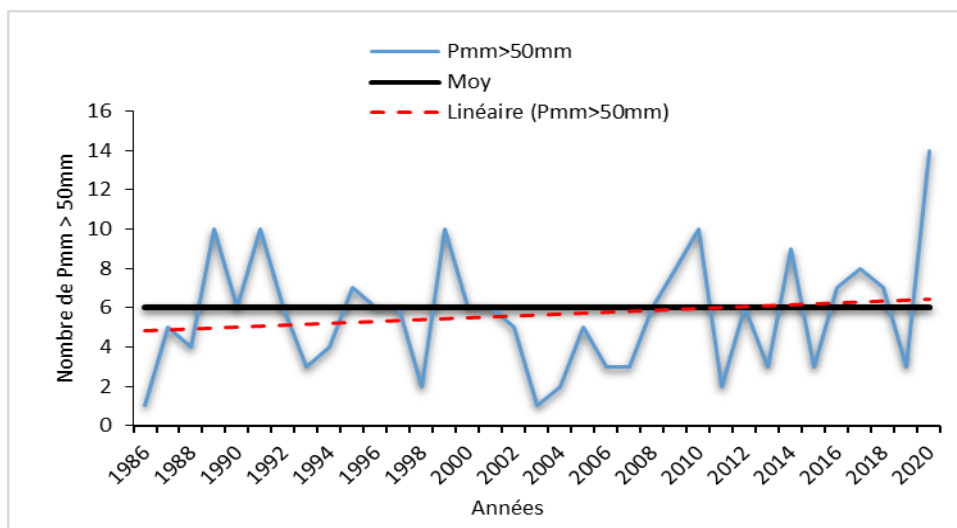


Figure 13: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ à Kabrousse de 1986 à 2020

L'analyse de la figure 14 montre que l'essentiel des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ est répartie en trois (03) mois : Juillet, août et septembre. Le mois d'août reste le mois qui compte le nombre pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ le plus élevé sur la période 1986-2020, avec 85 jours de pluie, soit 43% du total. Les mois de juillet et septembre ont compté respectivement 51 et 49 jours, soit 26 et 25% du nombre total des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ sur la période d'étude. Le mois d'octobre a compté 11 jours et le mois de juin a enregistré la valeur la plus faible avec 2 jours de pluie sur la période 1986-2020.

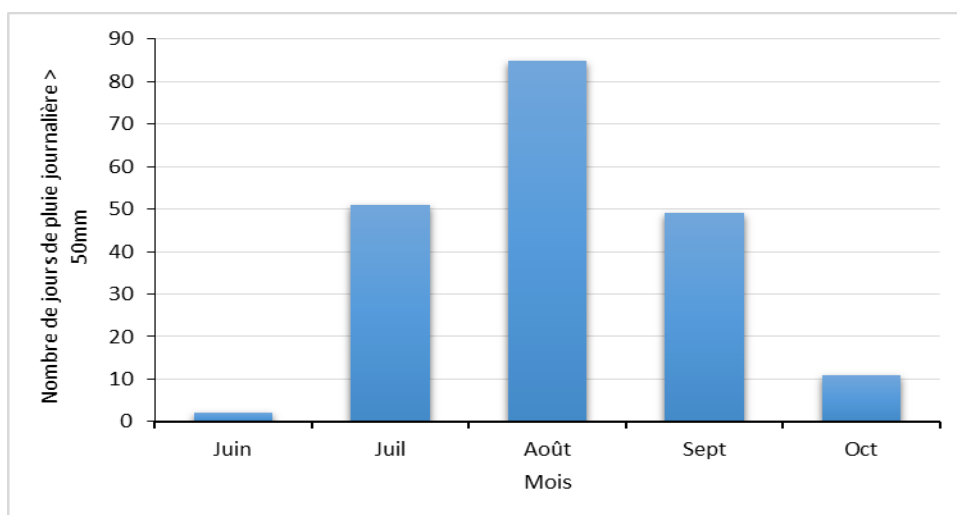


Figure 14: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ à Kabrousse de 1986 à 2020

❖ Station de Loudia Ouolof

La figure 15 met en relief l'évolution interannuelle du nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ à la station de Loudia de 1981 à 2020. Une tendance à la hausse du nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ a été observée à partir de cette courbe d'évolution. Le nombre moyen de jours pluvieux $\geq 50\text{mm}$ s'élève à 6 jours, avec un minimum de 1 jour en 1984 et 1998 et un maximum de 12 jours en 1999. Sur les 40 années analysées, 45% des années ont une valeur supérieure à la moyenne, 40% des années ont une valeur inférieure à la moyenne et 15% des années ont une valeur égale à la moyenne de la série. On observe deux phases dans l'analyse de cette courbe :

- De 1981 à 2004, le nombre d'années de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ (16 jours) est inférieur à la moyenne de la série est plus élevé que le nombre d'années où le nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ (8 jours) est supérieur à la moyenne.
- De 2005 à 2020, on observe une augmentation du nombre de jours de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$. , 10 années ont une valeur supérieure à la moyenne contre 6 années sur la même période.

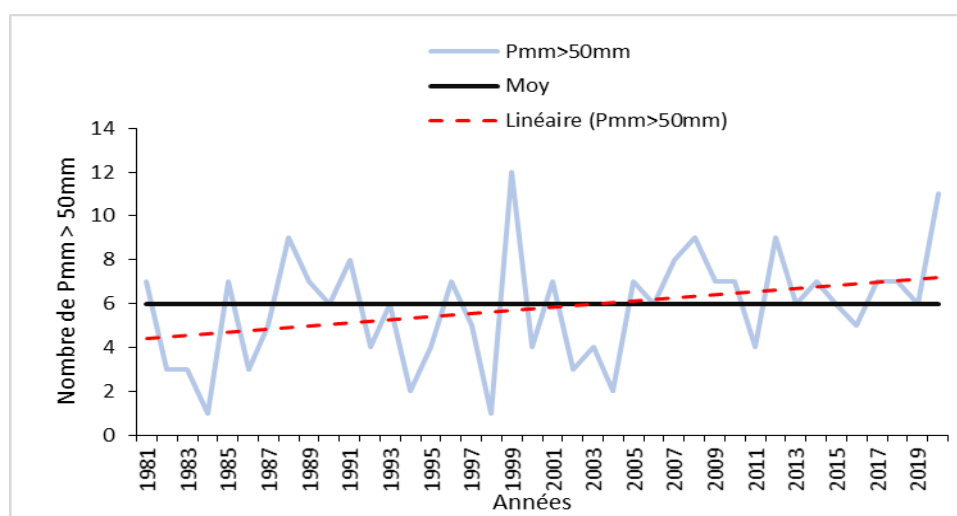


Figure 15: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ à Loudia Ouolof de 1981 à 2020

L'analyse de la figure 16 démontre que les pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ interviennent majoritairement aux mois de juillet, août et septembre, avec plus d'occurrence au mois d'août. Le mois d'août a compté 100 jours de pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ entre 1981-2020, soit 43% du nombre total. Suivi des mois de juillet et septembre qui ont enregistré respectivement 60 et 47 jours, soit 26 et 20% du nombre total de pluies journalières $\geq 50\text{mm}$. Les mois de juin et octobre ont compté moins de 20 jours de pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ entre 1981 et 2020.

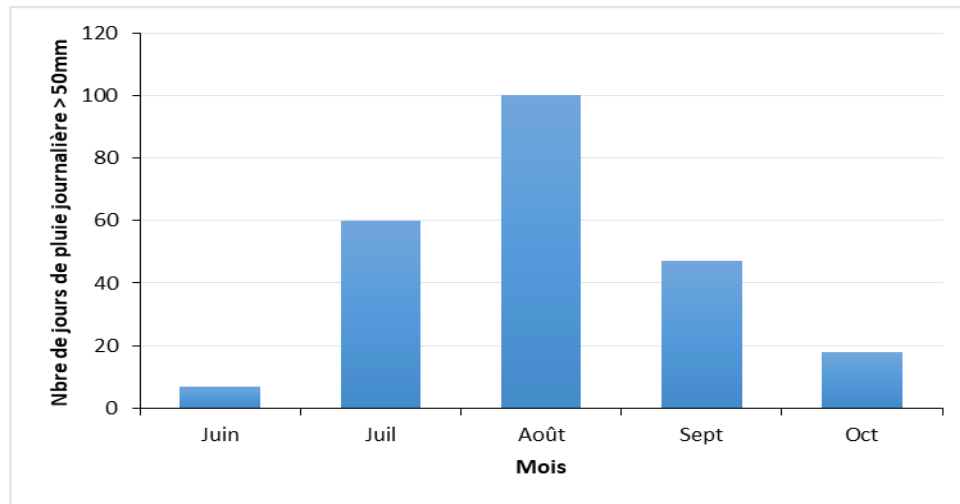


Figure 16: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ à Loudia de 1981 à 2020

3 Analyse des fréquences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ dans le département d'Oussouye

Les analyses précédentes démontrent que le département d'Oussouye connaît une augmentation en nombre des jours de pluies journalières $\geq 50\text{mm}$. Le mois d'août est celui qui enregistre les plus importantes occurrences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ dans le département. L'analyse des fréquences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ permet de connaître les différents types de pluie et d'apprécier l'ampleur de ces pluies. Pour cela, nous avons définis trois (03) classes de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ pour toutes les stations retenues du département. Il s'agit des classes suivantes :

- Pluie intense : [50-75mm [
- Pluie très intense : [75-100mm [
- Pluie extrême : [100mm et + [

La quantité de pluie considérée comme intense varie selon les zones. Donc, ces classes de pluies définies ne s'appliquent pas dans tout le pays. Les stations n'ont pas les mêmes intervalles de temps d'étude à cause de l'indisponibilité des données. De ce fait, nous avons définis la période d'étude de chaque station.

❖ Station d'Oussouye

L'analyse des classes de pluie journalière $\geq 50\text{mm}$ montre durant la période 1971-2020 à la station d'Oussouye, que les pluies intenses sont fréquentes, les pluies très intenses sont moins fréquentes et pluies extrêmes sont relativement faibles. Sur la période 1971-2020, Les pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ varient entre 50mm et 209.6mm.

Durant ces 50 années, on a répertorié 169 pluies intenses, 60 pluies très intenses et 44 pluies extrêmes. 62% des pluies sont comprises entre [50-75mm [et 22% entre [75-100mm [, donc 84% des occurrences sont inférieures à 100mm. Sur les 50 années, une seule fois les pluies ont dépassé 200mm à la station d'Oussouye. Il s'agit de la pluie extrême du 26 août 1997 avec 209,6mm, qui est le meilleur cumul journalier rencontré sur la période 1971-2020.

Tableau 2: Fréquences des pluies journalières ≥ 50 mm à Oussouye de 1971 à 2020

<i>PMJ de 71-20</i>	<i>Nombre</i>	<i>Fréquence %</i>
[50-75mm [	169	62
[75-100mm [	60	22
100mm et +	44	16
Total	273	100

❖ **Station de Kabrousse**

Ce tableau montre au cours de la période 1986-2020 à la station de Kabrousse, une prédominance des pluies intenses. Les pluies très intenses et les pluies extrêmes sont moins fréquentes. Au cours de la période 1986-2020, 118 pluies intenses ont été identifiées avec une fréquence de 60% et les pluies très intenses et les pluies extrêmes ont compté chacune 40, soit 20% du nombre total des pluies journalières ≥ 50 mm. Globalement, les pluies sont à 80% des occurrences inférieures à 100mm.

Tout comme à la station d'Oussouye, seulement une seule fois les pluies ont excédé 200mm à la station de Kabrousse. Il s'agit des 247,1mm enregistrées le 07 septembre 2018. Cette quantité représente le cumul journalier le plus important de la période 1986-2020.

Tableau 3: Fréquences des pluies journalières ≥ 50 mm à Kabrousse de 1986 à 2020

<i>PMJ de 86-20</i>	<i>Nombre</i>	<i>Fréquence %</i>
[50-75mm [	118	60
[75-100mm [	40	20
100mm et +	40	20
Total	198	100

❖ Station de Loudia Ouolof

L'analyse des données des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à la station de Loudia Ouolof sur la période allant de 1981 à 2020 montre que, la station est marquée par la prédominance des pluies intenses [50-75mm [. En revanche, les pluies très intenses [75-100mm [et les pluies extrêmes $\geq 100\text{mm}$ ont une occurrence faible.

On peut retenir durant cette période, que 65% des pluies sont comprises entre [50-75mm [et donc, 83% des occurrences sont inférieures à 100mm. Les pluies extrêmes $\geq 100\text{mm}$ représentent 17% du total des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$. Les pluies journalières qui ont dépassé le seuil des 200mm sont au nombre de quatre (04) à la station de Loudia sur la période 1981-2020. Le meilleur cumul journalier de cette période est de 251mm, enregistré le 26 août 1997.

Tableau 4: Fréquences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à Loudia Ouolof de 1981 à 2020

<i>PMJ de 80-20</i>	<i>Nombre</i>	<i>Fréquence %</i>
[50-75mm [	155	65
[75-100mm [	42	18
100mm et +	40	17
Total	237	100

4 Evolution décennale des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ dans le département d'Oussouye

Dans cette section, nous avons analysé les moyennes décennales des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ pour chaque station. Nous allons aussi comparer les moyennes décennales par rapport à la normale (1991-2020) des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ et à la moyenne de la série étudiée. L'intervalle de temps sera défini pour chaque station.

❖ Station d'Oussouye

L'analyse de l'évolution des pluies moyennes décennales journalières $\geq 50\text{mm}$ à la station d'Oussouye de 1971 à 2020 montre que les moyennes décennales connaissent une évolution décroissante de la première décennie (1971-1980) à la deuxième décennie (1981-1990), suivi d'une forte hausse (1991-2000), à partir de là, les moyennes décennales connaissent à nouveau

une chute (2001-2010) avant d'observer une augmentation à la dernière décennies (2011-2020). En effet, les moyennes décennales varient de 70mm (1981-1990) à 84mm (1991-2000). La moyenne de la série (1971-2020) est de 76mm et celle de la normale pluviométrique 1991-2020 qui est de 79mm.

On observe à partir de ce graphique que la moyenne de la décennie 1991-2000 (84mm) est la plus importante de la période 1971-2020. En plus, elle est supérieure à la moyenne de la série et à la normale 1991-2020. La décennie 1991-2000 a enregistré des quantités journalières très importantes, et 14 jours pluies journalières supérieures à 100mm ont été enregistrés dont 1 qui dépasse la barre des 200mm. Elle est suivie par la décennie (2011-2020) dont la moyenne est de 78mm, qui est la deuxième la plus importante. Elle est supérieure à la moyenne de la série mais inférieure à la normale 1991-2020. Elle enregistre 10 jours de pluie journalière supérieure à 100mm. Quant à la décennie 2001-2010, avec une moyenne de 75mm, compte 8 jours de pluie journalière supérieure à 100mm. La décennie 1981-1990 est la moins importante avec une moyenne de 70mm. Elle a enregistré moins de pluie journalière ≥ 50 mm et n'a reçu que 4 jours de pluies supérieures à 100mm.

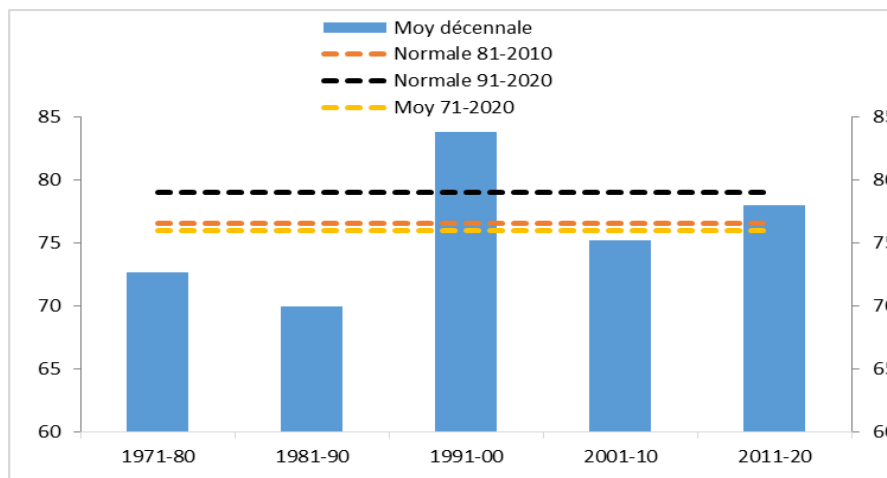


Figure 17: Histogramme des moyennes décennales des pluies journalières ≥ 50 mm à Oussouye

❖ Station de Kabrousse

Ce graphique présente l'évolution des pluies moyennes décennales journalières ≥ 50 mm entre 1986 et 2020 à la station de Kabrousse. On constate que les moyennes décennales varient de manière décroissante de la première décennie (1991-2000) avec une moyenne de 83mm à la deuxième décennie avec 71mm. Une forte augmentation de la moyenne est observée durant la décennie 2011-2020 avec 81mm.

Les moyennes des décennies 1991-2000 et 2011-2020 sont supérieures à la moyenne de la série (80mm) et à la normale pluviométrique 1991-2020 qui est égale à 79mm. En revanche, la moyenne décennale 2001-2010 est inférieure à la moyenne de la série et à la normale 1991-2020. Tout comme à la station d'Oussouye, la décennie 1991-2000 est la plus importante car elle a compté 16 jours de pluies supérieures à 100mm, suivie de la décennie 2011-2020 qui a reçu 11 jours de pluies supérieures à 100mm dont 1 qui dépasse les 200mm. La décennie 2001-2010 est la moins importante avec 6 jours de pluies supérieures à 100mm.

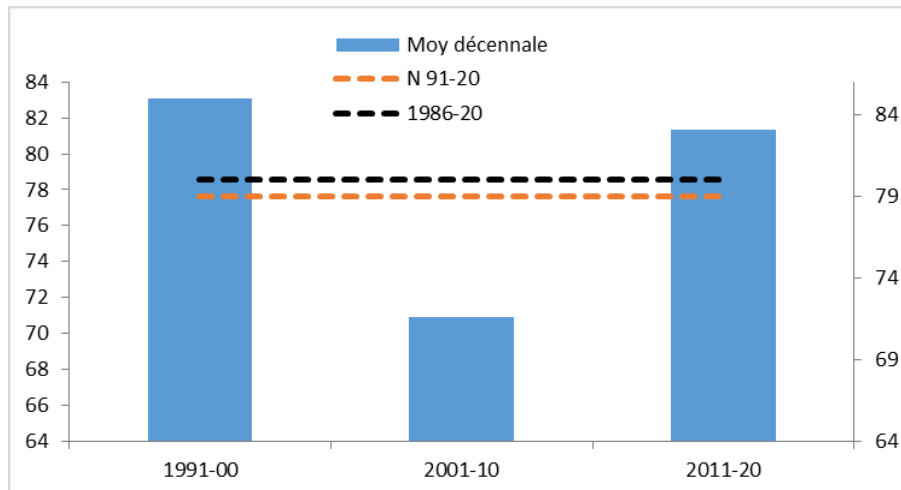


Figure 18: Histogramme des moyennes décennales des pluies journalières ≥ 50 mm à Kabrousse

❖ Station de Loudia Ouolof

Ce diagramme illustre l'évolution des pluies moyennes décennales journalières ≥ 50 mm à la station de Loudia Ouolof de 1981 à 2020. On observe à partir de ce graphique une évolution croissante des moyennes décennales de la première décennie (1981-1990) à la deuxième décennie. On observe une diminution de la moyenne durant la décennie 2001-2010, avant de connaître à nouveau une augmentation lors de la dernière décennie (2011-2020).

La moyenne de la série entière (77mm) est supérieure aux décennies 1981-1990 et 2001-2010 mais inférieure à la décennie 1991-2000 (85mm), à la normale 1991-2020, et égale à la décennie 2011-2020. La décennie 1991-2000 est la plus importante avec 12 jours de pluies supérieures à 100mm dont 2 jours de pluies qui dépassent le barème des 200mm, suivi de la décennie 2011-2020 qui compte aussi 12 jours de pluies supérieures à 100mm dont 1 qui excède le seuil des 200mm. La décennie 2001-2010 est aussi la moins importante à la station de Loudia.

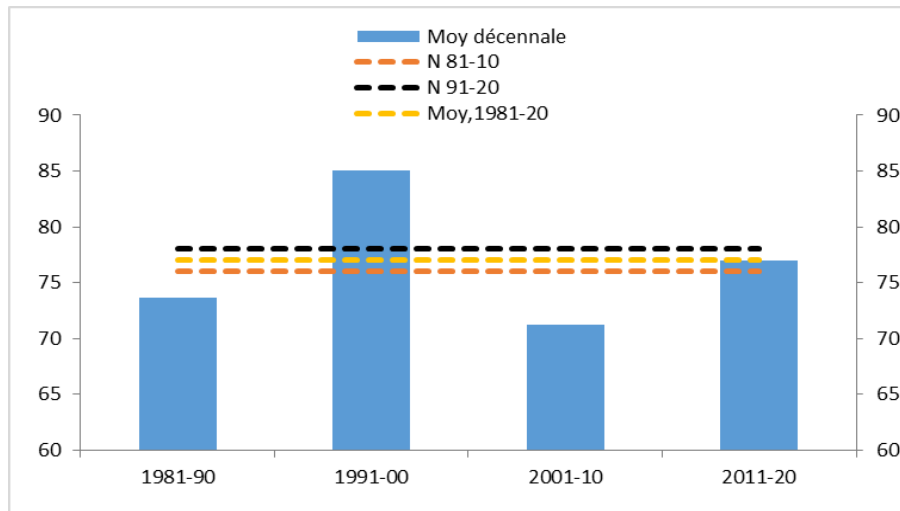


Figure 19: Histogramme des moyennes décennales des pluies journalières ≥ 50 mm à Loudia

En conclusion, nous pouvons dire que les précipitations extrêmes connaissent une augmentation dans le département d'Oussouye depuis la décennie 2000. Pour ce qui est du nombre de jours de pluie, sur les trois (03) stations étudiées, quelle que soit la période étudiée, excepté la station d'Oussouye qui présente une légère tendance à la hausse du nombre de jours de pluies, les deux autres à savoir Kabrousse et Loudia présentent tous une baisse du nombre de jours de pluies. En ce qui concerne le nombre de jours de pluie ≥ 50 mm, le département d'Oussouye connaît une augmentation du nombre de jours de pluie journalière ≥ 50 mm, quelle que soit la période d'étude. Cette augmentation est observée généralement à partir des années 2000. L'année 2020 compte le nombre de jours de pluie journalière ≥ 50 mm le plus élevé des stations étudiées, excepté la station de Loudia, quelle que soit la période étudiée. Cela confirme le caractère extrême de l'hivernage 2020. Quant à l'analyse de la fréquence des pluies journalières ≥ 50 mm, le département d'Oussouye est marqué par la prédominance des pluies intenses [50-75mm [quelle que soit la période d'étude. Suivi des pluies très intenses qui sont faibles et des pluies extrêmes qui sont très faibles. Enfin, pour ce qui est de l'évolution décennale des pluies journalières ≥ 50 mm, nous pouvons retenir globalement dans notre zone d'étude, que la décennie 1991-2000 a enregistré les quantités de pluie journalière les plus importantes mais elle a compté le nombre de jours de pluie extrême le plus élevé, suivi de la dernière décennie 2011-2020 qui aussi enregistre un nombre important de pluie journalière extrême. Cela confirme les observations faites sur l'évolution du nombre de jours de pluie journalière ≥ 50 mm où on observe une augmentation des pluies journalière ≥ 50 mm.

Chapitre 2 : Analyse des précipitations de l'hivernage 2020

Dans ce chapitre, nous avons analysé la répartition de la pluviométrie à travers l'évolution mensuelle, décadaire et journalière. Nous avons aussi analysé le nombre de jours de pluies, les pluies journalières maximales et les séquences sèches.

1 Evolution mensuelle de la pluviométrie

❖ Station d'Oussouye

On observe à partir de la figure 20 cinq (05) mois pluvieux à la station d'Oussouye en 2020. La station a reçu un cumul pluviométrique de 2088,3 mm en 2020. L'essentiel des précipitations est enregistré pendant les mois de juillet, août et septembre. Le mois d'août est le plus pluvieux de l'année et a enregistré un cumul de 858,6 mm, soit 41% du total pluviométrique annuel. C'est le meilleur cumul mensuel sur la période allant de 1971 à 2020. Le mois de septembre est le second mois le plus pluvieux avec 547,7 mm (soit 26%), suivi du mois de Juillet avec un cumul de 480,3 mm soit 23%. Ces trois (03) mois représentent 90% du cumul pluviométrique annuel. Les mois de juin et octobre sont les moins pluvieux de l'année. Le mois de Juin (94,3 mm) correspond au début de l'hivernage et le mois d'octobre (107,4 mm) à la fin de la saison pluvieuse. Ils représentent respectivement 10% du cumul pluviométrique annuel.

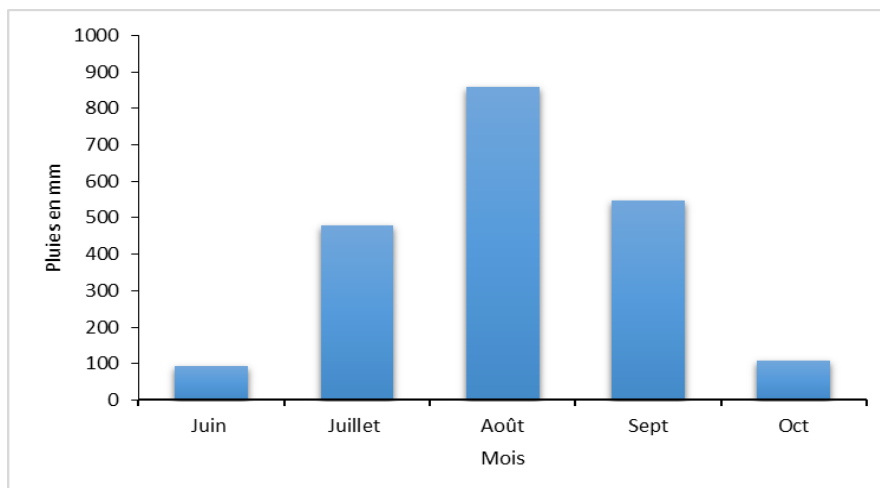


Figure 20: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station d'Oussouye

La comparaison à la normale 1991-2020, montre une situation pluviométrique excédentaire à la station d'Oussouye en 2020 (figure 21). Cependant, les cumuls pluviométriques mensuels de 2020, comparés à la normale présentent une situation pluviométrique excédentaire sur tous les mois ; excepté le mois d'octobre où il est observé une situation pluviométrique déficitaire. En effet, le cumul d'août est passé de 462,2 mm pour la normale 1991-2020 à 858,6 mm en 2020,

avec un écart de 396,4 mm soit une hausse de 86%. Le mois d'août présente une situation pluviométrique très fortement excédentaire par rapport à la normale, et a enregistré la hausse la plus significative. Les cumuls de juin (94,3mm), juillet (480,3mm) et septembre (547,7mm) sont supérieurs à la normale pluviométrique 1991-2020, affichant respectivement un excédent de 34% (faiblement excédentaire), 48% (moyennement excédentaire) et 69% (fortement excédentaire).

En revanche, le mois d'octobre est le seul mois où le cumul mensuel est inférieur à la normale pluviométrique 1991-2020. Il est passé de 107.4 mm en 2020 à 116 mm pour la normale 1991-2020, affichant un faible écart de 8,6 mm, soit un déficit de 7% par rapport à la normale. Il est important de préciser qu'à la normale pluviométrique 1991-2020, la moyenne pluviométrique de juillet est égale à la moyenne pluviométrique de Septembre (323,7 mm) à la station d'Oussouye.

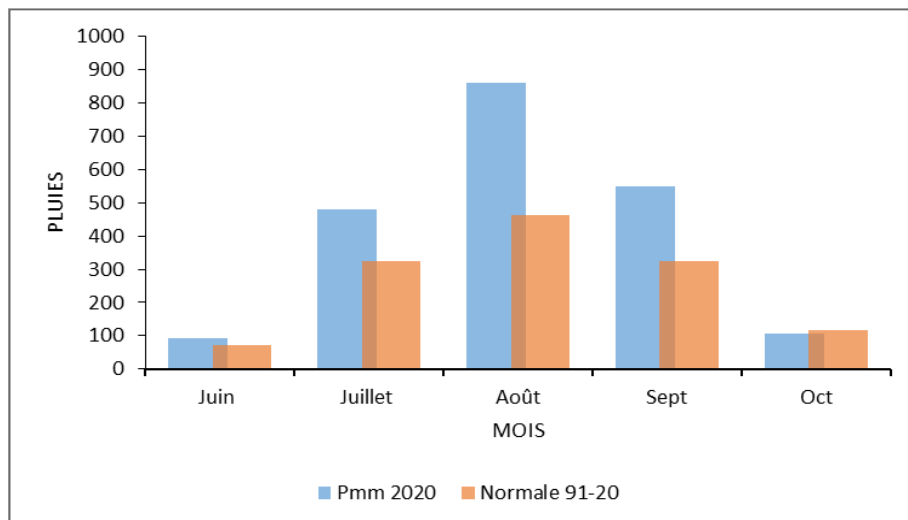


Figure 21: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 par rapport à la normale 1991-2020 à Oussouye

❖ Station de Kabrousse

L'analyse de la figure montre qu'en 2020, le poste de Kabrousse présente les mêmes évolutions que celle d'Oussouye. Les cumuls mensuels font de 100,6 mm en juin à 636 mm en août, avec une moyenne annuelle de 404,5 mm. Le mois d'août est le mois le plus abondant à Kabrousse tout comme à Oussouye. En effet, l'évolution mensuelle de la pluviométrie montre que l'essentiel des précipitations est reçu en trois (03) mois : juillet, août et septembre, soit respectivement 549,9 mm, 636 mm et 623,3 mm. Ils représentent 89% du total pluviométrique annuel. Le mois d'août est légèrement supérieur au mois de septembre soit une différence de

12,7 mm. Les mois de juin et octobre, moins pluvieux, ont reçu respectivement 100,6 mm et 112,6 mm.

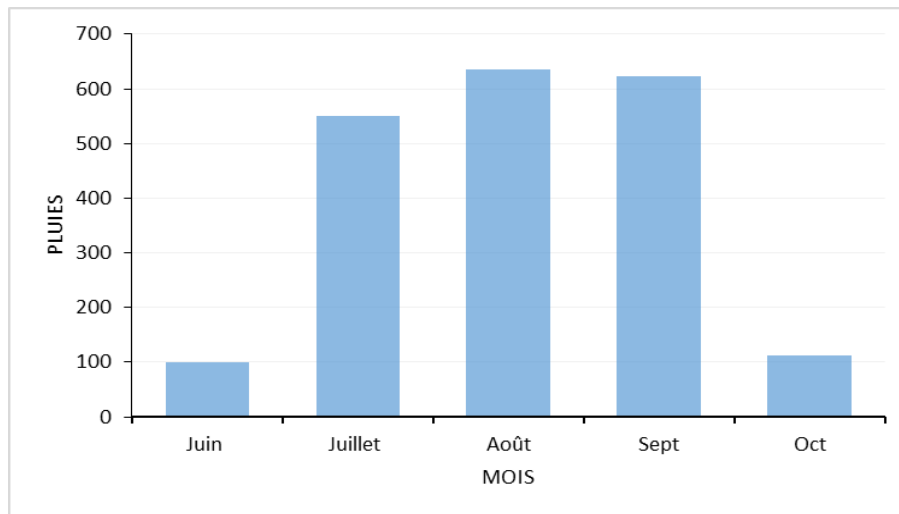


Figure 22: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station de Kabrousse

❖ Station de Loudia Ouolof

L'analyse de la figure 23 montre cinq (05) mois de précipitation au poste pluviométrique de Loudia en 2020. Le poste de Loudia a enregistré un cumul annuel de 2094,7 mm. L'essentiel de la pluviométrie est répartie en trois (03) mois : juillet, août et septembre. Le mois d'août reste le plus pluvieux, affichant un cumul de 821,9 mm soit 39% du total annuel. Le mois de juillet est le second mois le plus pluvieux avec 562,4 mm (27% du total annuel) contrairement aux postes d'Oussouye et de Kabrousse où le mois de Septembre est le second mois le plus pluvieux de l'année. Le mois de septembre a reçu 449 mm soit 21%. Ces trois (03) mois représentent 87% du cumul pluviométrique annuel.

Les mois de juin et octobre représentent des mois de transition (début et fin de l'hivernage). Ils enregistrent respectivement 94 mm et 166,4 mm. Ce sont les mois les moins arrosés, avec le mois de juin qui enregistre le cumul le plus faible de l'année.

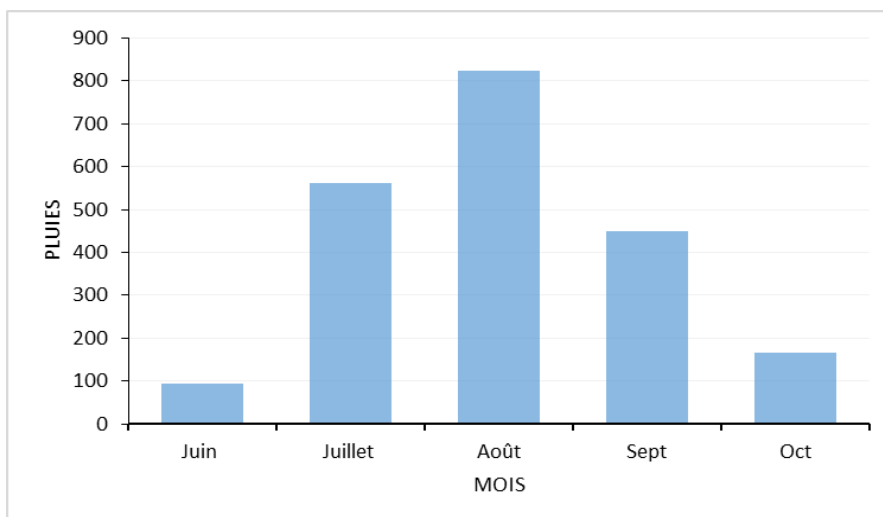


Figure 23: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station de Loudia Ouolof

❖ **Station de Diémbéring**

La figure 24 nous montre au poste de Diémbéring en 2020 que, l'essentiel de la pluviométrie est observé en juillet, août et septembre. Le mois d'août enregistre le cumul mensuel le plus important de l'année 631,7 mm. Le mois de juillet est le second mois le plus pluvieux tout comme au poste de Loudia Ouolof. Le cumul reçu au mois de juillet 540 mm est légèrement supérieur au cumul du mois de Septembre 527,5 mm. Ces trois (03) représentent 90% du cumul annuel. Les mois de juin et octobre ont enregistré respectivement 89,3 mm et 105,7 mm. Le mois de juin reste le mois qui enregistre le cumul le plus faible de l'année.

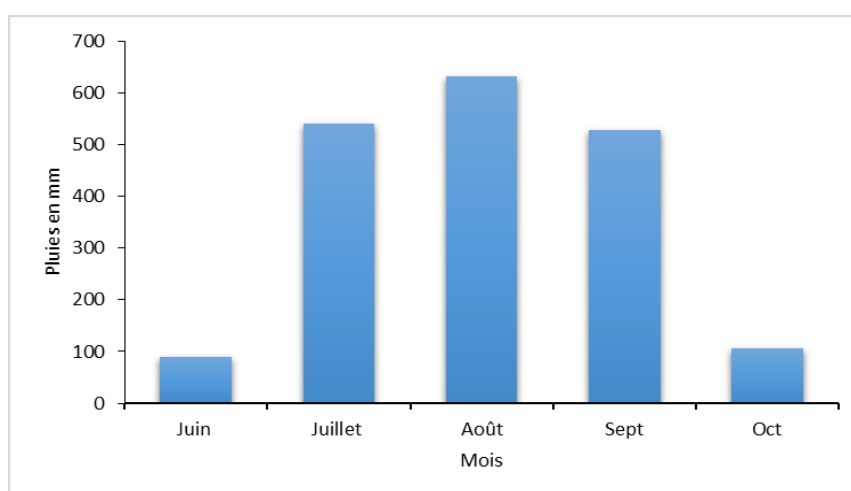


Figure 24: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station de Diémbéring

2 Evolution décadaire des précipitations

❖ **Station d'Oussouye**

L'analyse de la figure 25 montre qu'à Oussouye, c'est au mois d'août qu'on a observé la décade la plus pluvieuse de l'année 2020. Il s'agit de la première décade qui a enregistré 386,2 mm, soit 45% du cumul mensuel. La deuxième et la troisième décade d'août ont reçu respectivement 166,4 mm et 306 mm. Le mois de septembre a enregistré la deuxième décade la plus pluvieuse de l'année. Il s'agit de la première décade, affichant 351,9 mm. Les deux dernières décades ont reçu respectivement 98,4 mm et 97,4 mm. La deuxième décade de juillet (295 mm) est la plus pluvieuse de mois, la troisième a enregistré 144,1mm et la première décade n'atteint pas 50 mm. Au mois de juin et octobre, à l'exception de la deuxième décade de juin et de la première d'octobre qui ont reçu la même quantité 60,6mm, aucune décade n'a atteint 50mm. La première décade de juin est la moins pluvieuse de l'année avec une quantité très faible 0,5mm, qui correspond aux premières pluies de 2020 à la station d'Oussouye.

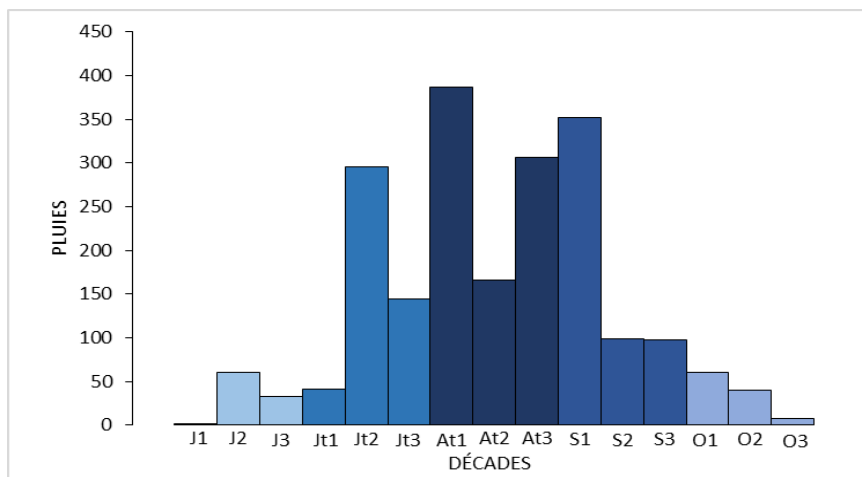


Figure 25: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station d'Oussouye

❖ Station de Kabrousse

Au niveau du poste de Kabrousse en 2020, l'évolution décadaire (figure 26) montre une évolution croissante des pluies de la première décade de juillet (16,9mm) à la première décade d'août (274,6mm). Toutefois, la première décade de septembre reste la plus pluvieuse de l'année, elle a reçu 304,6 mm. La deuxième et la troisième décade de septembre ont reçu respectivement 163,6 mm et 155,1 mm. Les deux dernières décades de juillet étaient pluvieuses, elles ont reçu respectivement 260,7mm et 272,3mm. Les deux dernières décades de Juin et les deux premières décades d'octobre ont toutes enregistré moins 100mm. Cependant, la première décade de juin et la troisième décade d'octobre n'ont pas reçu de pluie. Ainsi, les précipitations ont commencé à la deuxième décade de juin et ont pris fin à la deuxième décade d'octobre.

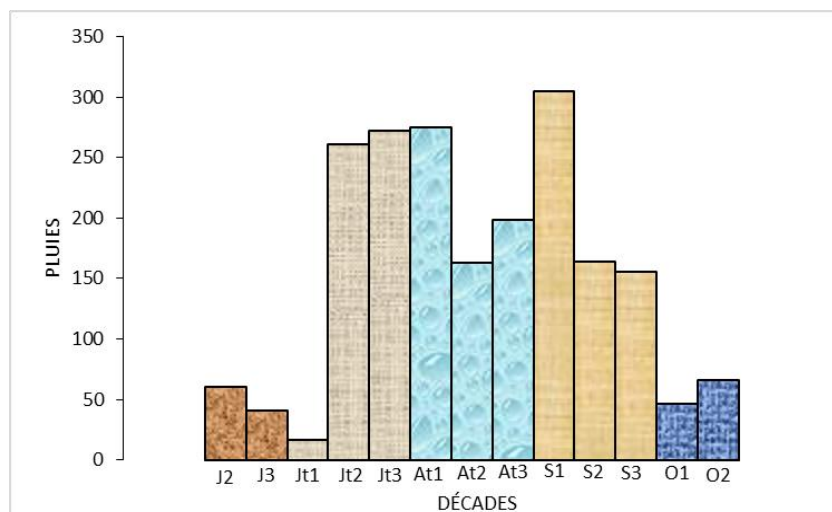


Figure 26: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station de Kabrousse

❖ Station de Loudia Ouolof

L'analyse de l'évolution décadaire des précipitations (figure 27) montre qu'au poste de Loudia Ouolof trois (03) décades très pluvieuses, qui ont toutes enregistré un cumul supérieur à 300mm. Il s'agit d'abord de la deuxième décade de juillet (317,4mm), ensuite la première décade d'août qui a reçu 326,1mm et qui est d'ailleurs la plus pluvieuse de l'année et enfin la troisième décade d'août qui affiche un cumul de 316,5mm. La troisième décade de juillet et la deuxième décade d'août ont reçu moins de 200mm. La première décade de septembre a reçu 250,9mm et est la plus pluvieuse du mois. Les deux dernières décades ont enregistré respectivement 89mm et 110,1mm. En octobre, la troisième décade n'a pas reçu de pluies, et la première et la deuxième décade ont reçu respectivement 71,3mm et 95,1mm. Les deux premières décades de juin et la première décade de juillet n'ont pas atteint 50mm. La troisième décade de juin a reçu 56,6mm. La première décade de juin est la moins pluvieuse de l'année avec une quantité de 0,5mm.

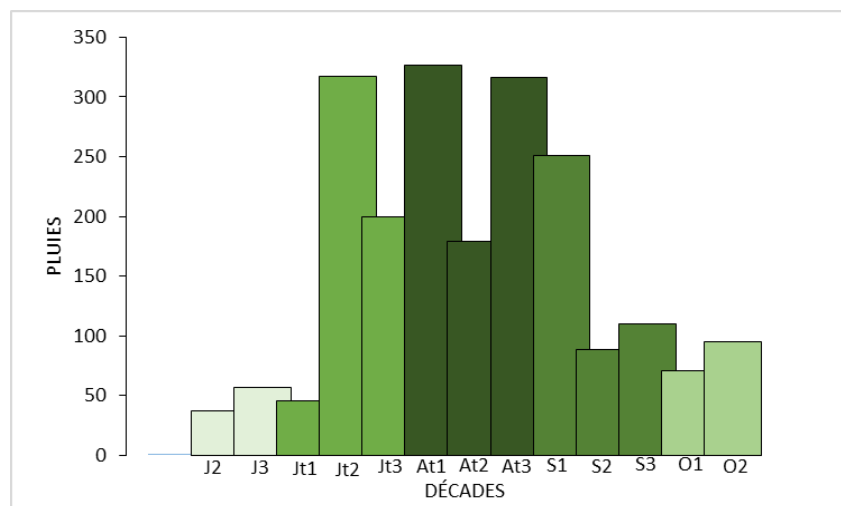


Figure 27: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station de Loudia Ouolof

❖ Station de Diémbéring

Au poste de Diémbéring, c'est le mois d'août qui a reçu la décade la plus pluvieuse de l'année. Il s'agit de la première décade, qui a enregistré 302,7 mm. C'est d'ailleurs la seule décade à avoir atteint 300mm. La deuxième et la troisième décade d'août ont reçu respectivement 157,9mm et 171,1mm. La deuxième décade de juillet a reçu 285,2mm, et est la plus pluvieuse du mois. La dernière a enregistré un cumul de 207,2mm. L'analyse de ce graphique montre aussi une évolution décroissante des précipitations de la première décade (298,2mm) jusqu'à la troisième décade (70,9mm) de septembre, et qui se poursuit jusqu'à la deuxième décade d'octobre marquant ainsi la fin de l'hivernage à Diémbéring. La première décade de juin et la troisième d'octobre n'ont pas connu de précipitation. Les deux dernières décades de juin, la première de juillet et les deux premières d'octobre, ont reçu moins de 100mm.

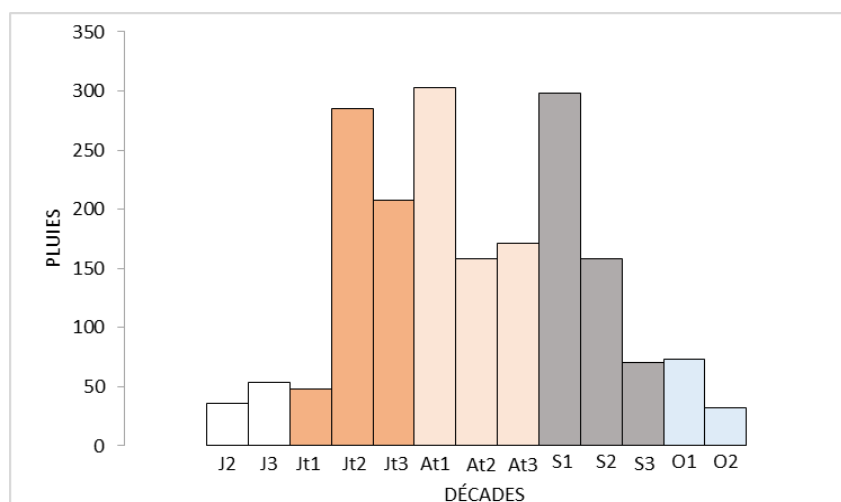


Figure 28: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station de Diémbéring

3 Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies

L'analyse de ces graphiques montre que le nombre de jours de pluies varie dans l'espace et dans le temps, autrement dit d'un lieu à l'autre mais également d'un mois à l'autre dans le département d'Oussouye comme partout ailleurs.

Le poste d'Oussouye compte 89 jours de pluies et a enregistré un cumul pluviométrique annuel de 2088,3mm. C'est le poste qui compte le plus de jours de pluies dans le département, suivi du poste de Loudia Ouolof qui compte 84 jours de pluies, affichant le cumul pluviométrique annuel le plus élevé du département (2094,7mm), ensuite le poste de Kabrousse qui comptabilise 72 jours de pluies avec un cumul de 2022,4mm, et enfin le poste de Diémbéring qui compte 77 jours de pluies et affichant le plus faible cumul du département (1894,1mm). Toutefois, l'augmentation du nombre de jours de pluies ne traduit pas forcément une augmentation du cumul pluviométrique annuel. Autrement dit, l'importance du nombre de jours de pluies n'est pas forcément liée à une hausse de la quantité de pluie annuelle. Ainsi, un ou deux évènements pluvieux extrêmes peuvent influencer sur une saison le cumul pluviométrique.

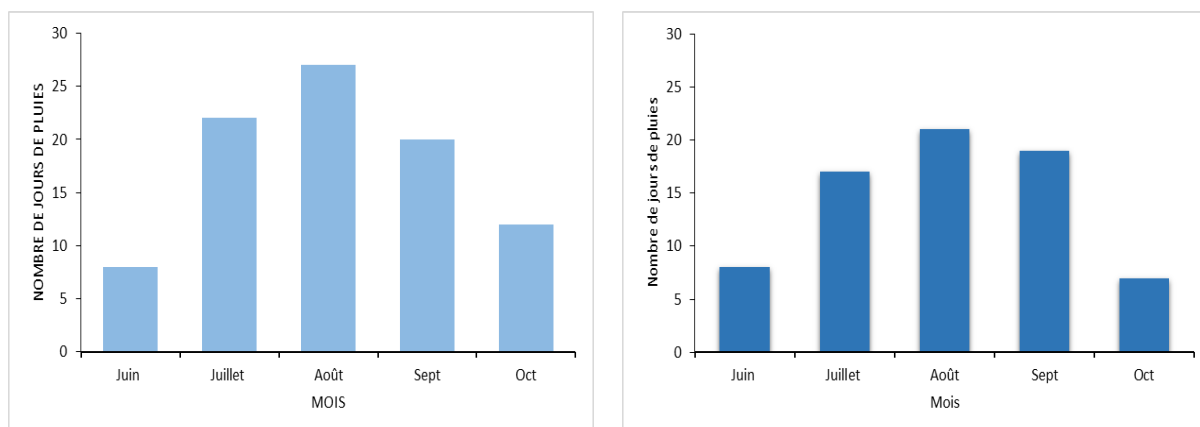


Figure 29: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Oussouye et à Kabrousse en 2020

Au mois de juin quel que soit le poste pluviométrique retenu dans le département, aucune n'a atteint 10 jours de pluies. Les postes d'Oussouye et de Kabrousse comptent le même nombre de jours de pluies qui est égal à 8 jours. Le poste de Diémbéring a compté moins de jours de pluies (7 jours) que les deux postes précédents. Le poste de Loudia Ouolof affiche le nombre de jours de pluies le plus élevé du mois (9 jours) dans le département. Il est important de préciser que le mois de mai n'a reçu aucune goutte de pluies. Au mois de juillet, seuls les postes d'Oussouye et de Loudia Ouolof atteignent 20 jours de pluies. Elles comptent respectivement 22 jours et 20 jours de pluies. En revanche, les postes de Kabrousse et Diémbéring comptent

moins de 20 jours de pluies. On compte 17 jours de pluies à Kabrousse et 19 jours de pluies à Diémbéring. Dans tous les postes retenus du département, le mois d'août compte le plus grand nombre de jours de pluies. Le poste d'Oussouye affiche le nombre de jours de pluies le plus important du département. Elle totalise 27 jours de pluies en août 2020. Le poste de Loudia Ouolof s'en suit avec 26 jours de pluies. Ensuite, la poste de Diémbéring avec 24 jours, compte 2 jours de moins que Loudia et 3 jours de moins qu'Oussouye. Enfin, le poste de Kabrousse qui comptabilise le nombre de jours le moins important (21 jours) en août des quatre postes pluviométriques retenus.

Au mois de septembre, les postes d'Oussouye et de Diémbéring ont compté le même nombre de jours de pluies 20 jours. Le poste de Kabrousse compte 19 jours, un de moins qu'aux postes d'Oussouye et Diémbéring. Le poste de Loudia qui enregistre le nombre de jours de pluies le plus important des postes retenus avec 22 jours de pluies. Au mois d'octobre, excepté le poste d'Oussouye qui compte 12 jours de pluies, aucun poste n'a enregistré 10 jours de pluies. Ils ont tous reçu le même nombre de jours de pluies (7 jours). Le mois de novembre n'a pas reçu de précipitations en 2020 dans les postes retenus.

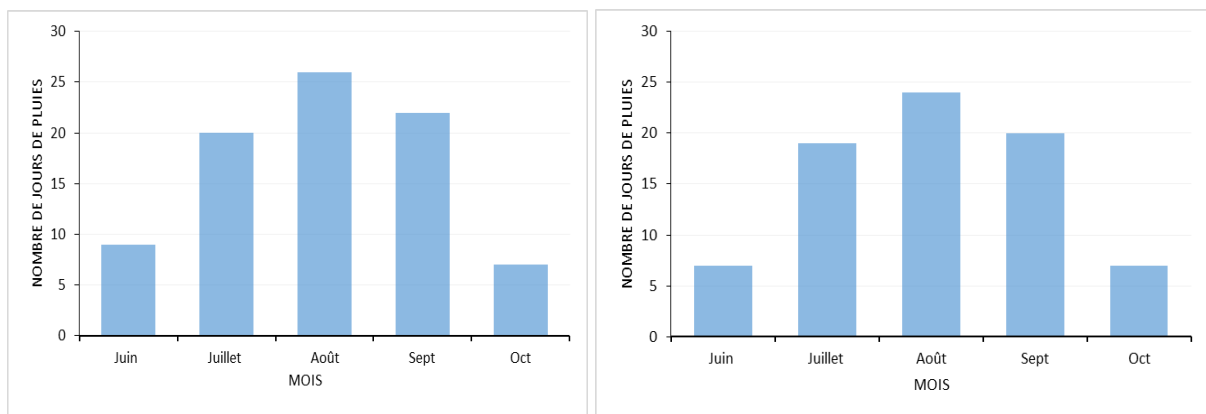


Figure 30: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Loudia Ouolof et à Diémbéring en 2020

4 Evolution décadaire du nombre de jours de pluies

L'analyse de ces figures montre que la première décade de juin a compté un (01) jour de pluies à Oussouye et Loudia contrairement aux postes de Kabrousse et de Diémbéring où on n'a reçu de pluies. Au mois de juin, la deuxième décade compte plus de jours de pluies quel que soit le poste retenu. Les postes d'Oussouye et de Diémbéring comptent le même nombre de jours de pluies (04 jours) tandis que Loudia et Kabrousse comptent chacun 05 jours. Les postes retenus ont enregistré chacun 03 jours de pluies à la troisième décade. Au mois de juillet, la deuxième décade compte le nombre de jours de pluies le plus important (09 jours à Oussouye ; 08 jours à

Kabrousse et Loudia) dans les postes retenus, excepté Diémbéring où la troisième décade a enregistré 08 jours de pluies contre 07 jours à la deuxième décade.

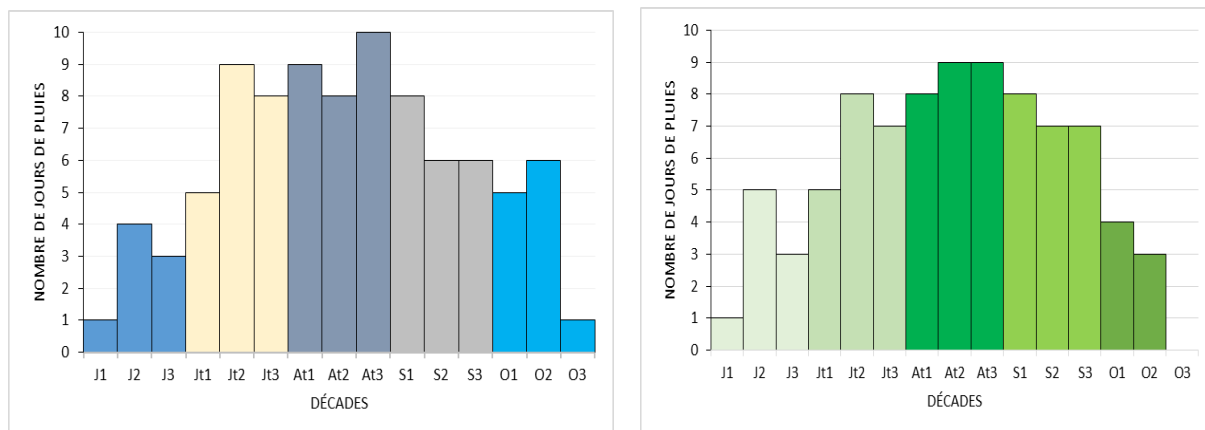


Figure 31: Evolution décadaire du nombre de jours de pluies à Oussouye et à Loudia Ouolof en 2020

Au mois d’août, toutes les décades ont atteint 08 jours de pluies à Oussouye et Loudia. Par contre la deuxième décade à Diémbéring et les deux dernières décades à Kabrousse n’ont pas atteint 08 jours de pluies. On a 10 jours de pluies à la troisième décade à Oussouye tout comme à Diémbéring. A Loudia, les deux dernières décades ont le même nombre de jours de pluies qui est égal à 9 jours. Au mois de septembre, les décades n’ont pas dépassé 08 jours de pluies pour tous les postes, excepté Kabrousse où la première décade a compté 10 jours de pluies. En octobre, seul le poste d’Oussouye à compter un jour de pluies. Les autres postes n’ont pas enregistré de jours de pluies.

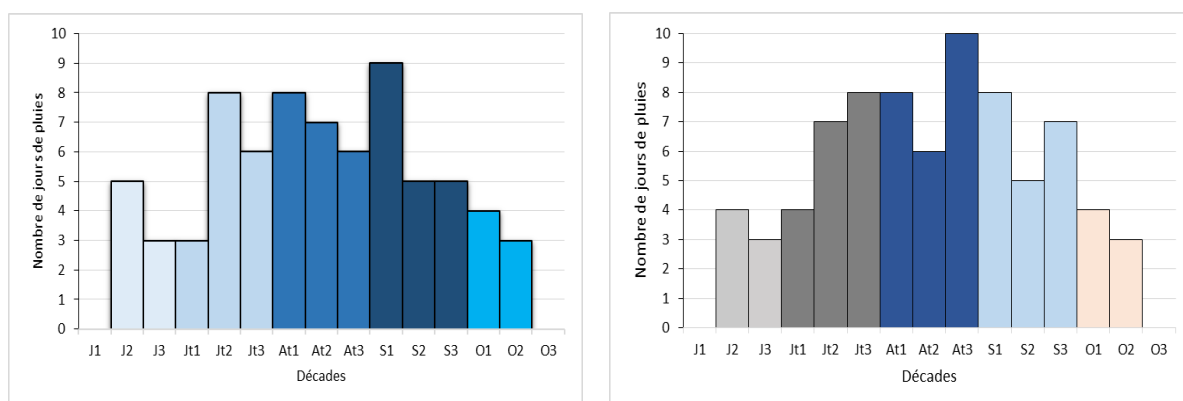


Figure 32: Evolution décadaire du nombre de jours de pluies à Kabrousse et à Diémbéring en 2020

5 Analyse des pluies journalières maximales de l’hivernage 2020

L’hivernage 2020 est caractérisé d’ « extrême » dans le département d’Oussouye, car des cumuls pluviométriques annuels largement supérieurs à la moyenne ont été recueillis sur

l'ensemble des stations retenues du département. En effet, les différentes stations ont reçu d'importants cumuls journaliers très intenses voire même extrêmes durant l'hivernage 2020. Les pluies journalières maximales se produisent majoritairement de juillet à septembre avec généralement plus d'occurrence au mois d'août, et sont très rares pendant les mois juin et octobre.

De ce fait, dans cette partie, nous nous sommes intéressés aux pluies journalières ≥ 50 mm. Une pluie journalière de 50mm peut être qualifiée d'événement pluvieux significatif pouvant influencer les activités humaines. L'analyse de ces pluies nous permettra de connaître les différents caractéristiques et types de pluies recueillis durant l'hivernage 2020.

❖ Station d'Oussouye

En 2020, le poste pluviométrique d'Oussouye a compté un total de 14 jours de pluies intenses. Le mois d'août a reçu 6 jours, suivi du mois de septembre qui comptabilise 5 jours et le mois de Juillet ne compte que 3 jours.

Les fortes pluies journalières du mois de juillet ont commencé le 11 avec 64,5mm, ensuite le 20 avec un cumul journalier de 94,5mm, qui constitue le pic journalier du mois. Ces fortes pluies journalières sont enregistrées à la deuxième décennie de juillet. Enfin, le 27 a reçu la dernière forte pluie du mois avec 66,9mm.

Au mois d'août, le poste d'Oussouye a reçu dans sa troisième décennie, plus précisément le 26 août 2020, un cumul pluviométrique journalier de 133,8mm. Ce cumul a été non seulement le pic du mois mais aussi, surtout le pic de cet hivernage. En plus, le poste d'Oussouye a connu quatre (04) jours de fortes pluies avant le 26. Il s'agit des fortes pluies enregistrées le 4 avec 97mm, le 7 avec 64,4mm, le 10 affichant un cumul journalier de 110,7mm et la journée du 12 avec 52,8mm. La dernière forte pluie du mois d'août est reçue le 30 avec 56,6mm. En septembre, durant la première décennie, trois (03) jours de fortes pluies consécutives ont été enregistré, le 1 (79,3mm), le 2 (79,7mm) et le 3 (50,7mm). En 72h, 209,7mm a été recueillis, soit 60% du cumul décennaire et 38% du cumul mensuel. Ensuite, la journée du 5 a reçu 68mm. Et enfin, la journée du 14 a enregistré la dernière forte pluie de l'année à Oussouye avec 53,2mm.

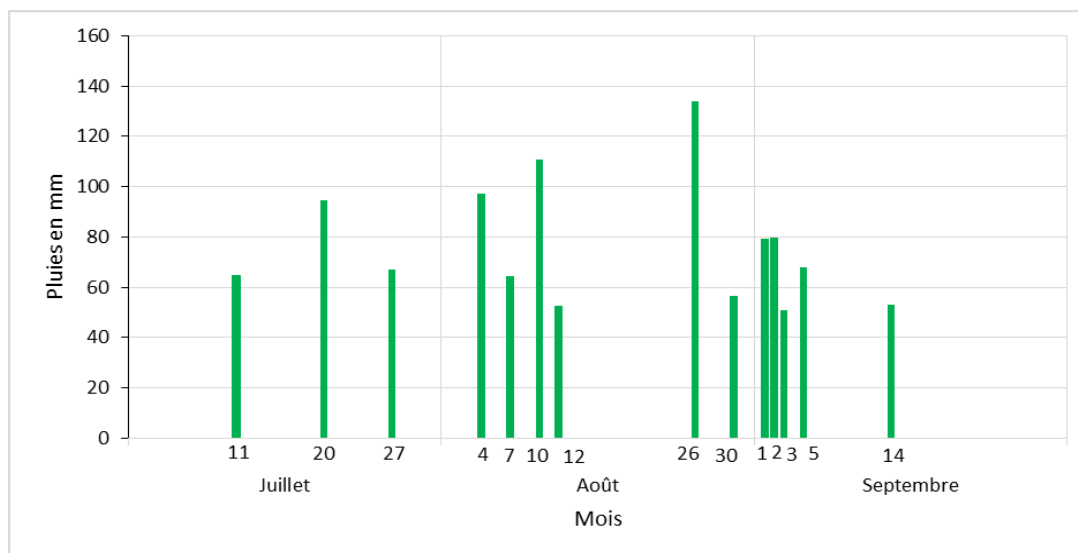


Figure 33: Pluies maximales journalières ≥ 50 mm à la station d'Oussouye en 2020

❖ Station de Kabrousse

L'hivernage 2020 s'est encore montré par ces pluies journalières extrêmes à Kabrousse. En effet, au mois de juillet, 124mm ont été enregistrés en deux (02) jours, le 11 (51mm) et 12 (73mm). La journée du 17 a reçu 56.4mm. Entre le 28 (avec 99,8mm) et 29 (avec 107,8mm, le pic du mois), le poste de Kabrousse a cumulé 207,6mm. Au mois d'août, le poste de Kabrousse a reçu le 10 août une pluie journalière extrême, son plus important cumul journalier de l'année 2020, qui est de 174,2mm. Ce dernier est le quatrième meilleur cumul journalier retrouvé sur la période allant de 1986 à 2020. Le maximum des maxima pluviométriques journaliers 247,1 mm a été enregistré le 07 septembre 2018. La deuxième décade a enregistré deux (02) jours de pluies intenses, le 12 avec 62,8mm et le 20 avec 50,3mm. Le deuxième pic journalier 113,2mm a été enregistré durant la dernière décade, le 26 août. Le mois de septembre a reçu trois (03) fortes pluies durant la première décade. Entre le 2 et 3 septembre, le poste de Kabrousse a cumulé 144,4mm, la troisième est reçue le 9 avec 68,3mm. La deuxième décade a reçu une pluie intense le 19 septembre qui est égal à 53,5mm. Le pic de pluie journalière du mois 100,3mm est enregistré le 23 septembre.

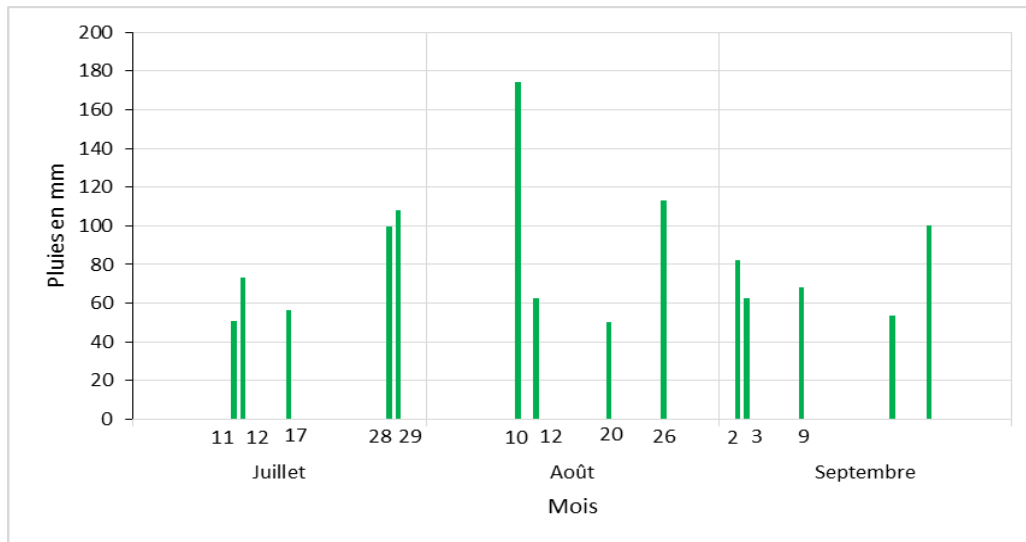


Figure 34: Pluies maximales journalières ≥ 50 mm à la station de Kabrousse en 2020

❖ Station de Loudia Ouolof

Le poste pluviométrique de Loudia Ouolof totalise 11 jours de pluies intenses durant l'hivernage 2020. Le mois d'août compte 05 jours, suivi du de juillet avec 04 jours et enfin des mois de septembre et d'octobre qui ne comptent que chacun 01 jours.

Le 11 juillet, Loudia a reçu un cumul journalier de 62,3 mm, et suivi d'un jour de pluie de plus de 20mm. Durant la même décade, entre le 17 (avec 99,2mm) et le 18 (avec 63,7mm), le poste a reçu un cumul pluviométrique de 162,9mm. Après les fortes pluies reçues au cours de la première décade, un cumul pluviométrique journalier de 92mm est noté le 27 juillet, qui est suivi d'un jour de pluie de plus 34mm. Au mois d'août, de très fortes pluies ont été enregistrées au cours de la première décade. Il s'agit des fortes pluies du 4 et 10 cumulant respectivement 100mm et 104mm. Dans la deuxième décade, on note une forte pluie de 52mm, précédée de deux jours de pluies de plus de 22mm. La troisième décade a enregistré de très fortes pluies supérieures à 100 mm, le 26 avec 104 mm et le 28 avec 108 mm qui est le pic journalier du mois et de l'hivernage 2020 à Loudia. Du 26 au 28 août, Loudia a cumulé 222,2mm de pluie. Au mois de septembre, on observe dans la première décade, un cumul journalier de 62,6mm. Cette quantité est précédée de trois jours de pluies de plus de 37mm et suivi d'un jour de pluies de plus de 25mm. Au mois d'octobre, un fort cumul journalier de 80,3mm a été enregistré le 13. Il constitue le troisième meilleur cumul journalier d'octobre rencontré pendant la période 1980-2020. Le premier 90,3mm remonte le 08 octobre 2005, et est supérieur à celui de 2020 de 10mm.

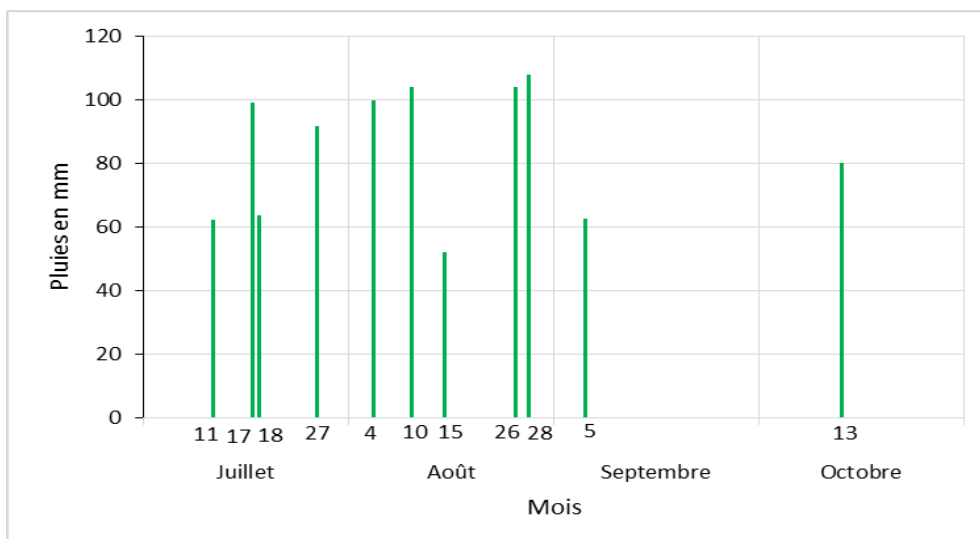


Figure 35: Pluies maximales journalières ≥ 50 mm à la station de Loudia Ouolof en 2020

❖ Station de Diémbéring

Le poste de Diémbéring présente la même situation que celui de Kabrousse en juillet. Les fortes pluies sont enregistrées à la même date mais les quantités sont différentes. La journée du 11 a reçu 93,6mm et celle du 12 juillet, 61,2mm soit un cumul de 154,8mm en 48h. Le 17 juillet, un cumul journalier de 62,3mm a été recueilli. Entre le 28 (61mm) et le 29 (62,2mm), Diémbéring a enregistré un cumul journalier de 123,2mm.

Après ce fort cumul reçu en deux jours au cours de la dernière décade de juillet, les évènements pluviométriques intenses continus. La première décade d'août a enregistré trois jours de pluies intenses. Le 04 avec 74,3mm, le 06 avec 51,6mm, suivi un jour de pluies de 45,8mm et le 10 avec 60mm, précédé d'un jour de pluies de 42,1mm. Le 26 août, la pluie journalière maximale de l'hivernage 2020 a été enregistrée à Diémbéring, qui est égal à 109,1mm. Le mois de septembre a reçu quatre jours de fortes pluies dont deux dans la première décade, le 02 avec 64,5mm et le 09 avec 94,2mm qui est la pluie journalière maximale du mois. Et les deux autres dans la deuxième décade : le 11 avec 54mm et le 17 affichant un cumul journalier de 64,8mm.

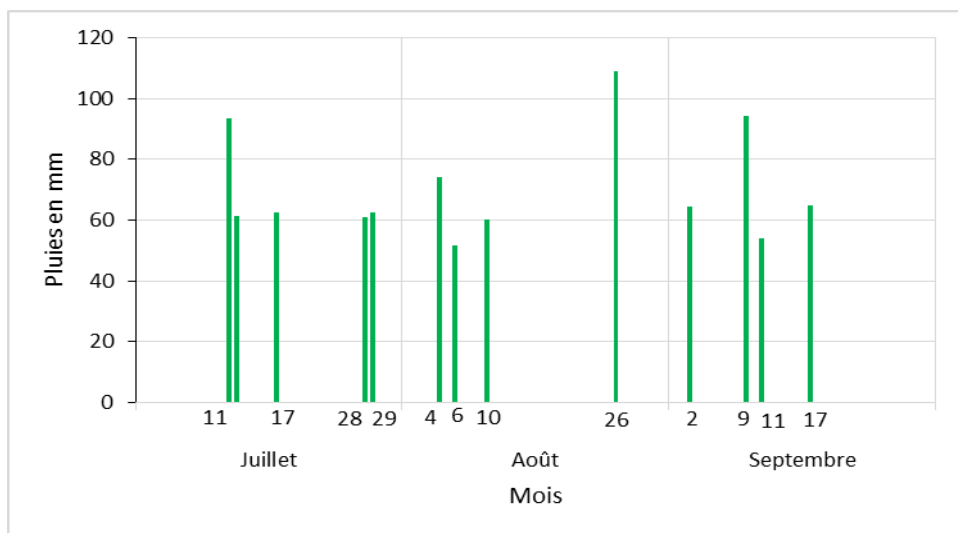


Figure 36: Pluies maximales journalières ≥ 50 mm à la station de Diémbering en 2020

6 Les pauses pluviométriques de l'hivernage 2020

Le calendrier cultural connaît un bouleversement dû à l'imprévisibilité climatique avec notamment des épisodes secs consécutifs au cours de l'hivernage. La rareté des précipitations dans le temps et dans l'espace a des répercussions directes sur les cultures. Les besoins en eau des plantes varient au cours de leurs phases de développement. En effet, l'apparition des épisodes secs durant les phases critiques (phases de floraison et de germination) peut occasionner sur les cultures des stress hydriques qui diminuent les rendements agricoles. Les cultures réagissent de façons différentes par rapport aux différentes durées de séquences sèches. Certaines cultures ont un besoin en eau plus élevé que d'autres. Ces cultures sont éventuellement plus fébriles face aux séquences sèches de longue durée. Les séquences sèches empêchent certaines cultures de boucler totalement leurs cycles végétatifs.

L'analyse des séquences sèches nous permet de connaître leur nombre et leur durée. Dans cette étude, les séquences sèches sont classées selon leur durée. La classification que nous retenons ici est la suivante : 1-3 jour, 4-7 jours et 8-14 jours.

L'analyse de ces figures nous montre qu'en 2020 pour toutes les stations retenues du département d'Oussouye, les séquences sèches de la classe 1-3 jours constituent les plus importantes. Elles représentent 92% à Oussouye, 91% à Kabrousse, 93% à Loudia et 89% à Diémbering du nombre total de séquence de chaque station. Les séquences sèches de la classe 4-7 jours sont notées aux mois de juin et octobre pour toutes les stations et au mois de juillet pour la station de Kabrousse. Quant aux séquences sèches de la classe 8-14 jours, elles ne sont pas apparues en 2020 dans le département d'Oussouye. Au mois de juin, pour les séquences

sèches de 1-3 jour, on note 6 à Oussouye, 5 à Loudia et 4 à Kabrousse et Diémbéring. Les stations d'Oussouye, de Kabrousse et de Loudia ont toutes enregistré une pause pluviométrique trois (3 jours) consécutifs du 15 au 17 juin. Ces mêmes stations ont enregistré une pause de 4 jours consécutifs. Elle est notée du 21 au 24 juin. Quant à la station de Diémbéring, elle a enregistré 2 pauses de 4 jours consécutifs. Elles sont rencontrées du 15 au 18 juin et du 21 au 24 juin.

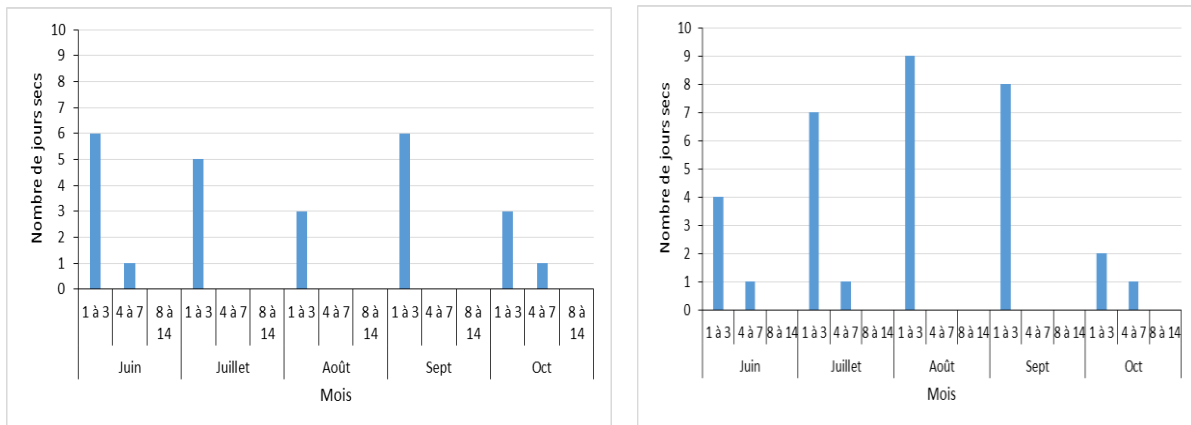


Figure 37: Evolution mensuelle des séquences sèches à Oussouye et à Kabrousse en 2020

Au mois de juillet, pour la classe 1-3 jour, on dénombre 5 à Oussouye, 9 à Diémbéring et 7 à Kabrousse et Loudia. On a noté une pause de 3 jours consécutifs (du 08 au 10 juillet) pour les stations d'Oussouye, de Kabrousse et de Loudia. Seule la station de Kabrousse a noté la classe 4-7 jours en juillet. Il s'agit d'une pause de 4 jours consécutifs (du 21 au 24 juillet). En août et septembre, les stations retenues ont enregistré seulement des pauses pluviométriques de la classe 1-3 jours. Elles sont généralement des pauses de 1 à 2 jours. Seul à Diémbéring où on a noté au mois d'août une pause de 3 jours consécutifs (du 16 au 18 août). Au mois d'octobre, les deux classes de séquences sèches 1-3 jours et 4-7 jours ont été notés dans toutes les stations pluviométriques retenues du département. Pour la classe 1-3 jours, toutes les stations ont dénombré 2 à l'exception d'Oussouye qui compte 3. Quant à la classe 4-7 jours, toutes les stations ont compté 1.

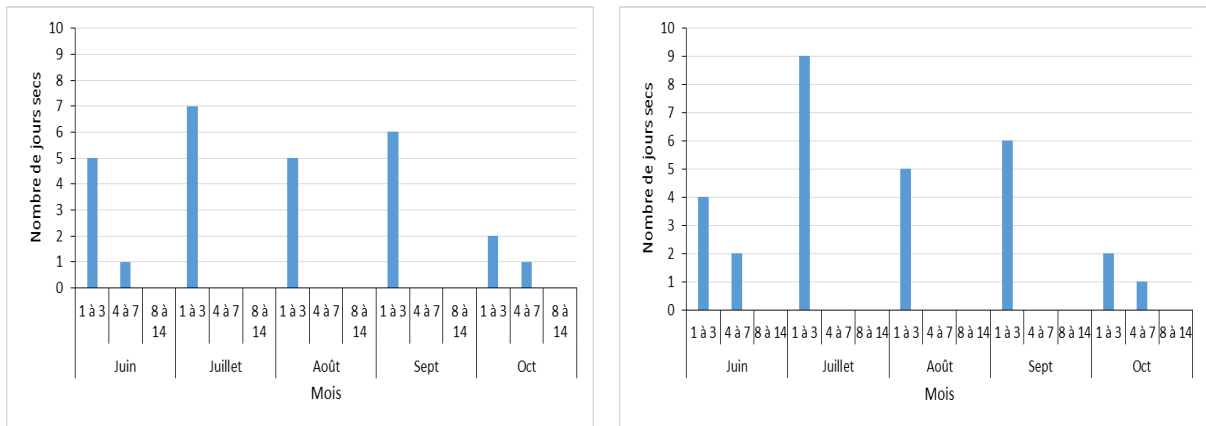


Figure 38: Evolution mensuelle des séquences sèches à Loudia Ouolof et à Diémbéring en 2020

Au terme de notre analyse, nous pouvons dire que l'hivernage 2020 a été exceptionnellement humide dans le département d'Oussouye, de par ces pluies journalières extrêmes et surtout leurs successions en deux ou trois jours. La règle générale est respectée, le mois d'août a enregistré tous les maxima pluviométriques mensuels des postes pluviométriques retenus. C'est le mois qui a enregistré les pics pluviométriques journaliers les plus importants de l'année dans les quatre postes retenus. Dans le département, les premières pluies intenses ont été enregistrées le 11 juillet pour toutes les stations. Durant la journée 10 août, des pluies extrêmes ont été noté dans plusieurs localités du département. Des hauteurs de pluies journalières supérieures à 100mm ont été notées à Oussouye (110.7 mm), Loudia Ouolof (104 mm) et Kabrousse (174.2 mm). Diémbéring a reçu à la même date 60mm. Les manifestations pluviométriques extrêmes se sont poursuivies dans la journée du 26 août. Des cumuls pluviométriques journaliers supérieurs à 100 mm ont été aussi notés dans les quatre postes, Oussouye (133.8 mm), Kabrousse (113.2 mm), Loudia Ouolof (104 mm) et Diémbéring (109.1 mm). Ce fort cumul journalier confirme le caractère extrême des pluies de l'hivernage 2020. Il est aussi important de souligner que dans tous les postes pluviométriques retenus du département, seul le poste de Loudia Ouolof a reçu une forte pluie au mois d'octobre.

DEUXIEME PARTIE : IMPACTS DES PRECIPITATIONS EXTREMES SUR LE CALENDRIER CULTURAL

L'objectif de cette deuxième partie est d'analyser d'abord les paramètres agro climatiques à partir de trois (03) stations retenues (Oussouye, Loudia et Kabrousse). Ces paramètres sont importants dans la planification des activités agricoles. Ensuite, nous avons analysé les impacts des pluies extrêmes sur le calendrier agricole.

Chapitre 3 : Analyse des paramètres agro-climatiques

Dans ce chapitre, nous avons analysé l'évolution de la durée de l'hivernage sur une longue période pour les trois stations retenues. Cette analyse porte sur la date de début et de fin de l'hivernage, ainsi que la longueur de l'hivernage. Nous avons aussi analysé l'évolution des séquences sèches sur une longue période pour les trois stations retenues. L'intervalle de temps est défini pour chaque station.

1 Evolution de la durée de l'hivernage

La durée de la saison des pluies n'est pas homogène, elle varie d'une année à l'autre mais également d'un lieu à l'autre. La connaissance des paramètres agro climatiques (date de début et de fin de la saison des pluies) est importante pour la mise en place d'un calendrier cultural. A ce sujet, des auteurs comme Chamberlain et al, (2003) ; Traboulsi et al, (2012) ont souligné que le choix des variétés culturales adaptées et les zones cultivables dépendent des informations relatives au début et à la fin de l'hivernage. Cependant, la variabilité pluviométrique notée et de la date de début de l'hivernage posent souvent des problèmes de choix de la date favorable de certaines activités agricoles, surtout le semis.

Il existe plusieurs critères de détermination de la durée de la saison des pluies. Le critère retenu dans cette étude est celui agronomique de Sivakumar, considérant la date de démarrage, la date à partir du 1^{er} mai où on enregistre un cumul pluviométrique d'au moins 20mm en 3 jours consécutifs sans séquence sèche de plus d'une semaine dans les 30 jours qui suivent. Quant à la fin de l'hivernage, elle correspond à la date où, après le 1^{er} septembre, il n'y a plus de pluies pendant deux décades consécutives, donc lorsque la consommation en eau de la plante épuise la réserve hydrique du sol. La longueur de l'hivernage est la différence entre la date de début et la date de fin de l'hivernage.

Dans cette section, nous avons analysé les paramètres agro climatiques tels que la date de début, la date de fin et la longueur de l'hivernage pour les trois stations retenues du département. L'intervalle de temps sera défini pour chaque station.

❖ Station d'Oussouye

• *Date de début et de fin de l'hivernage*

Le graphique ci-dessous présente la variation des dates de début et de fin de l'hivernage à la station d'Oussouye entre 1971 et 2020. La date de début de la saison des pluies présente une forte variabilité interannuelle à la station d'Oussouye. On constate à travers le graphique une

tendance générale à la normale sur l'ensemble de la période d'étude. Entre 1971 et 2020, l'hivernage démarre en moyenne le 12 juin avec un écart type de 12 jours à la station d'Oussouye. Dans 38% des années, le début de l'hivernage intervient dans la deuxième décade de juin, 34% dans la première décade de juin, 14% dans la troisième décade de juin, 6% dans la première décade juillet et 4% dans la première et deuxième décade de mai. Quant à la fin de l'hivernage, on constate une tendance générale à la hausse. On note vers les années 2000 des fins de l'hivernage normales à tardives. La saison des pluies prend fin en moyenne le 25 octobre avec un écart type de 9 jours. L'analyse montre que dans 64% des années, l'hivernage prend fin à la troisième décade d'octobre, 16% à la deuxième décade d'octobre, 10% à la première décade de novembre, 6% et 4% respectivement à la deuxième décade de novembre et à la première décade d'octobre.

Tableau 5: Caractéristiques de la durée de l'hivernage à Oussouye de 1971 à 2020

Début de la saison des pluies			Fin de la saison des pluies		
Décades	Nombre d'observation	Fréquence %	Décades	Nombre d'observation	Fréquence %
M2	2	4	O1	2	4
M3	2	4	O2	8	16
J1	17	34	O3	32	64
J2	19	38	N1	5	10
J3	7	14	N2	3	6
Ju1	3	6	N3	0	0
Ju2	0	0			
Ju3	0	0			
	50	100		50	100

Tableau 6: Variabilité des dates de début, de fin et de la longueur de l'hivernage à Oussouye de 1971 à 2020

	Date de début de l'hivernage	Date de fin de l'hivernage	Longueur de l'hivernage
Minimum	12-mai	03-oct	104
Maximum	09-juil	18-nov	165
Moyenne	12-juin	25-oct	136
Ecart-type	12	9	15

- *Durée de l'hivernage*

Les résultats de l'analyse du graphique montrent que la station d'Oussouye est marquée par une légère tendance à l'élargissement de la saison des pluies sur la période allant de 1971 à 2020. La longueur de l'hivernage varie de 104 jours à 165 jours à Oussouye, avec une moyenne de 136 jours et un écart type de 15 jours. Dans 48% des années, la durée de la saison des pluies est supérieure ou égale à la moyenne de la période d'étude.

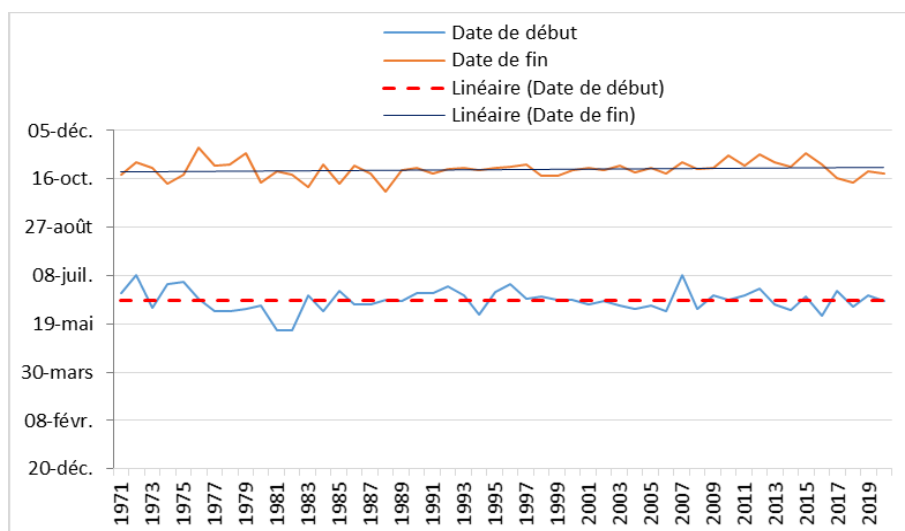


Figure 39: Evolution de la durée de l'hivernage à Oussouye de 1971 à 2020

❖ **Station de Kabrousse**

- *Date de début et de fin de l'hivernage*

La date de début et de fin de l'hivernage varie considérablement d'une année à l'autre. Dans l'ensemble, on observe à la station de Kabrousse une tendance à la normale des dates de début sur la période 1986-2020. La saison des pluies débute en moyenne le 14 juin, avec un écart type de 11 jours. Sur la période 1986-2020, l'hivernage commence en générale dans la deuxième

décade de juin, avec 40% des années d'observation. Ensuite, dans 31% des années, la saison débute dans la première décade de juin, 14% dans la troisième décade juin, 6% dans la troisième décade de mai et la première décade de juillet. Et enfin, une seule année a enregistré un début de l'hivernage dans la deuxième décade de juillet. Quant à la fin de l'hivernage, on constate à travers le graphique une tendance à la hausse. On note des fin normales à tardives dans les deux dernières décennies. La saison des pluies termine en moyenne le 24 octobre, avec 9 jours d'écart type. Dans 57% des années, l'hivernage se termine à la troisième décade d'octobre, 6% et 22% à la première et deuxième décade d'octobre. Au mois de novembre, la fin intervient à la première décade pour 11% et 3% des années à la deuxième décade.

Tableau 7: Caractéristiques de la durée de l'hivernage à Kabrousse de 1986 à 2020

Début de la saison des pluies			Fin de la saison des pluies		
Décades	Nombre d'observation	Fréquence %	Décades	Nombre d'observation	Fréquence %
M2	0	0	O1	2	6
M3	2	6	O2	8	23
J1	11	31	O3	20	57
J2	14	40	N1	4	11
J3	5	14	N2	1	3
Ju1	2	6	N3	0	0
Ju2	1	3			
Ju3	0	0			
	35	100		35	100

Tableau 8: Variabilité des dates de début, de fin et de la longueur de l'hivernage à Kabrousse de 1986 à 2020

	Date de début de l'hivernage	Date de fin de l'hivernage	Longueur de l'hivernage
Minimum	27-mai	03-oct	99
Maximum	19-juil	12-nov	157
Moyenne	14-juin	24-oct	132
Ecart-type	11	9	14

- *Durée de l'hivernage*

On constate aussi à Kabrousse, une tendance à l'élargissement de la saison des pluies sur la période 1986-2020. La durée de l'hivernage va de 99 jours en 1992 à 157 jours en 2016, avec une moyenne de 132 jours et un écart type de 14 jours. En effet, 54% des années ont une durée de la saison des pluies supérieure ou égale à la moyenne de la période d'étude.

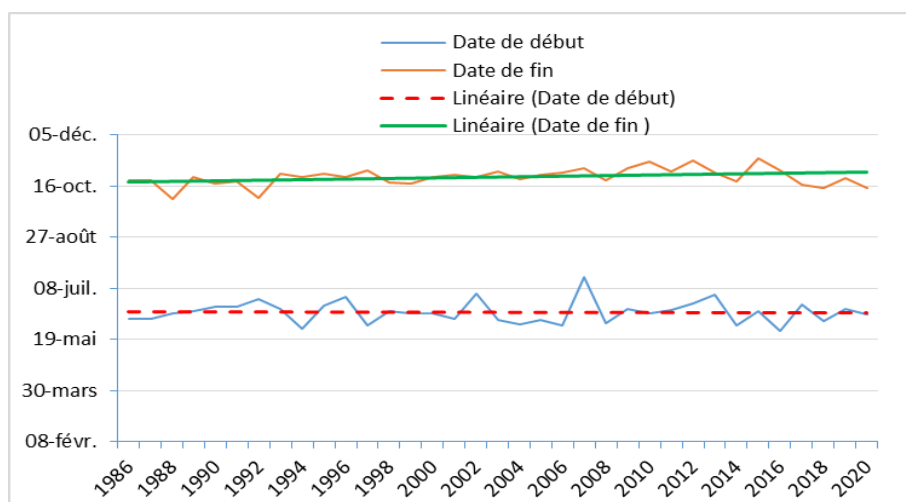


Figure 40 : Evolution de la durée de l'hivernage à Kabrousse de 1986 à 2020

❖ Station de Loudia Ouolof

• *Date de début et de fin de l'hivernage*

Pour la date de début de l'hivernage, on constate un rétrécissement du début de l'hivernage à la station de Loudia entre 1981 et 2020. On note dans l'ensemble des débuts de saison normale. L'hivernage démarre en moyenne le 11 juin avec un écart type de 12 jours. L'hivernage débute en général au mois de juin, avec 33%, 35% et 20% des années respectivement à la première, deuxième et troisième décennie. Quant à la fin, on observe toujours une tendance à la hausse avec des fins de l'hivernage normale à tardive notées dans les deux dernières décennies. La fin de l'hivernage intervient en moyenne le 23 octobre, avec un écart type de 9 jours. Entre 1981 et 2020, la fin intervient au mois d'octobre plus précisément à la troisième décennie du mois, avec 53% des années d'observation. Seulement quatre années ont enregistré des fins de l'hivernage au mois de novembre, dont 3 dans la première décennie et 1 dans la deuxième décennie.

Tableau 9: Caractéristiques de la durée de l'hivernage à Loudia Ouolof de 1981 à 2020

Début de la saison des pluies			Fin de la saison des pluies		
Décades	Nombre d'observation	Fréquence %	Décades	Nombre d'observation	Fréquence %
M2	2	5	O1	3	8

M3	2	5	O2	12	30
J1	13	33	O3	21	53
J2	14	35	N1	3	8
J3	8	20	N2	1	3
Ju1	1	3	N3	0	0
Ju2	0	0			
Ju3	0	0			
	40	100		40	100

Tableau 10: Variabilité des dates de début, de fin et de la longueur de l'hivernage à Loudia Ouolof de 1981 à 2020

	Date de début de l'hivernage	Date de fin de l'hivernage	Longueur de l'hivernage
Minimum	12-mai	03-oct	99
Maximum	09-juil	12-nov	162
Moyenne	11-juin	23-oct	133
Ecart-type	12	9	13

- *Durée de l'hivernage*

On observe à la station de Loudia entre 1981 et 2020 une tendance au raccourcissement de la durée de la saison des pluies. Elle varie de 99 jours en 1992 à 162 jours en 1981, avec une moyenne de 133 jours et un écart type de 13 jours. Dans 45% des années, la durée de la saison des pluies est supérieure ou égale à la moyenne de la période d'étude.

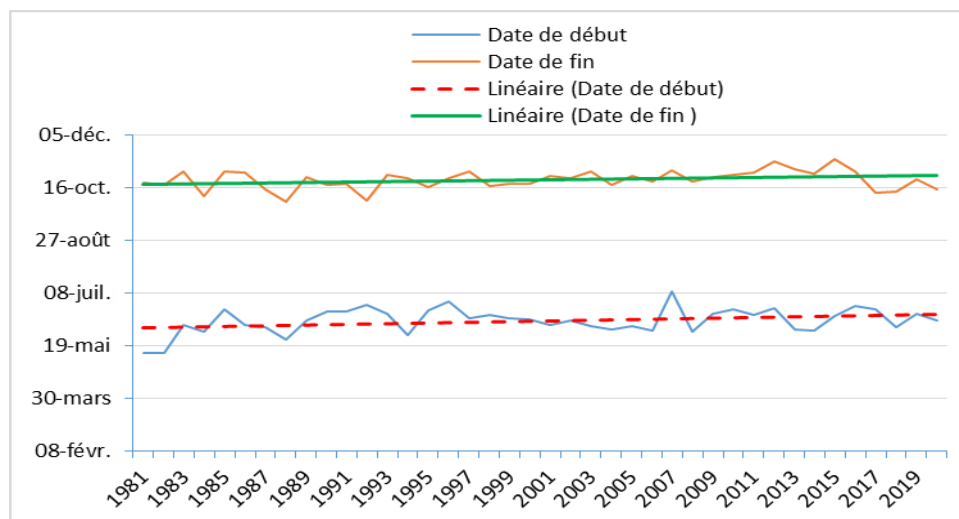


Figure 41: Evolution de la durée de l'hivernage à Loudia Ouolof de 1981 à 2020

Le tableau 11 présente les dates extrêmes de début et de fin de la saison des pluies dans le département d'Oussouye. A la station d'Oussouye, le début le plus précoce a été enregistré le 12 mai 1981 et 1982 et le début le plus tardive le 09 juillet 2007, soit un écart de 58 jours, cette situation est notée aussi à la station de Loudia Ouolof, à la station de Kabrousse l'écart est de 53 jours. Par contre, un écart de 46 jours est observé à la station d'Oussouye entre la fin la plus précoce et celle la plus tardive, alors que l'écart est de 40 jours à la station de Loudia et de Kabrousse. Cela traduit que les dates de début sont plus variables que celles de fin. Aujourd'hui, avec cette fluctuation des dates de démarrage, les agriculteurs rencontrent des difficultés dans le choix des meilleures dates de semis, donc les risques de ressemer sont très élevés. Cette situation nécessite une adaptation des activités agricoles.

Tableau 11: Données des dates extrêmes de début et de fin de l'hivernage dans le département d'oussouye

Dates \ Stations		Oussouye (1971-2020)	Kabrousse (1986-2020)	Loudia Ouolof (1981-2020)
Date de début de l'hivernage	Début le plus précoce	12 mai 1981 et 1982	27 mai 2016	12 mai 1981 et 1982
	Début le plus tardif	09 juillet 2007	19 juillet 2007	09 juillet 2007
Date de fin de l'hivernage	Fin la plus précoce	03 octobre 1988	03 octobre 1988	03 octobre 1988
	Fin la plus tardive	18 novembre 1976	12 novembre 2015	12 novembre 2015

2 Evolution mensuelle des séquences sèches

Le calendrier cultural connaît un réel bouleversement dû à l'imprévisibilité climatique avec notamment des épisodes secs consécutifs au cours de l'hivernage. La rareté des précipitations dans le temps et dans l'espace a des répercussions directes sur les cultures. Les besoins en eau des plantes varient au cours de leurs phases de développement. En effet, l'apparition des épisodes secs durant les phases critiques (phases de floraison et de germination) peut occasionner sur les cultures des stress hydriques qui diminuent les rendements agricoles. Les cultures réagissent de façons différentes par rapport aux différentes durées de séquences sèches. Certaines cultures ont un besoin en eau plus élevé que d'autres. Ces cultures sont éventuellement plus fébriles face aux séquences sèches de longue durée. Les séquences sèches empêchent certaines cultures de boucler totalement leurs cycles végétatifs.

Une séquence sèche est définie comme un nombre de jours consécutifs sans pluies qui se trouve entre deux jours pluvieux. Un jour sans pluie est un jour où le cumul pluviométrique est inférieur à 0.1 mm. Après un jour pluvieux, deux ou plusieurs jours consécutifs sans pluies constituent une séquence sèches, qui se termine au prochain jour pluvieux. (Salack et al, 2012). Mais dans cette étude, nous avons pris en compte les jours secs isolés dans le traitement et l'analyse des données. L'analyse des séquences sèches nous permet de connaître leur nombre et leur durée. Dans cette étude, les séquences sèches sont classées selon leur durée. La classification retenue ici est la suivante : 1-3 jours, 4-7 jours, 8-14 jours et + 14 jours. Les trois stations retenues dans cette étude sont : la station d'Oussouye et de Loudia Ouolof sur la période de 1980 à 2020 et la station de Kabrousse de 1986 à 2020.

Il ressort de ces figures que les séquences sèches de 1-3 jour apparaissent durant toute la saison des pluies mais avec plus d'occurrence durant les mois les plus pluvieux de l'année (juillet-août-septembre). Tandis que les pauses de longue durée (+14 jours) sont généralement observées en juin (début de saison) et en octobre (fin de saison) pour toutes les stations retenues. On observe à partir de ces figures que les séquences sèches 1-3 jours sont les plus importantes et augmentent régulièrement de juin jusqu'en août-septembre, avec le mois d'août qui enregistre le grand nombre (236) pour Loudia Ouolof et le mois de septembre pour Kabrousse (219) et Oussouye (259). Ensuite, à partir de septembre on observe une diminution jusqu'en octobre. Quant aux pauses pluviométriques 4-7 jours et 8-14 jours, elles diminuent progressivement de juin jusqu'en août-septembre et ensuite, augmentent jusqu'en octobre.

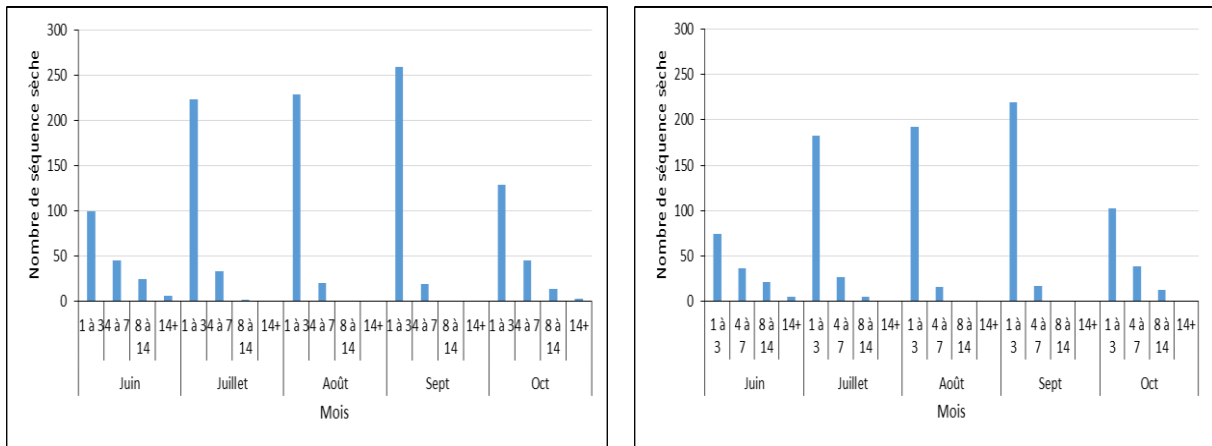


Figure 42: Evolution mensuelle des séquences sèches à Oussouye et à Loudia de 1980 à 2020

La classe 1-3 jour enregistre les valeurs les plus élevées des séquences sèches et les plus faibles valeurs sont observées dans la classe +14 jours. Pour toutes les stations retenues, au mois d’août on n’observe pas de séquences sèches de longue durée (8-14 jours et +14 jours), au mois de septembre pour les stations d’Oussouye et de Kabrousse et même au mois de juillet pour la station d’Oussouye. Ces catégories de séquences sèches sont très rares dans le département d’Oussouye. En revanche, les pauses de courte durée sont plus fréquentes et sont tolérantes pour les cultures en termes d’impact.

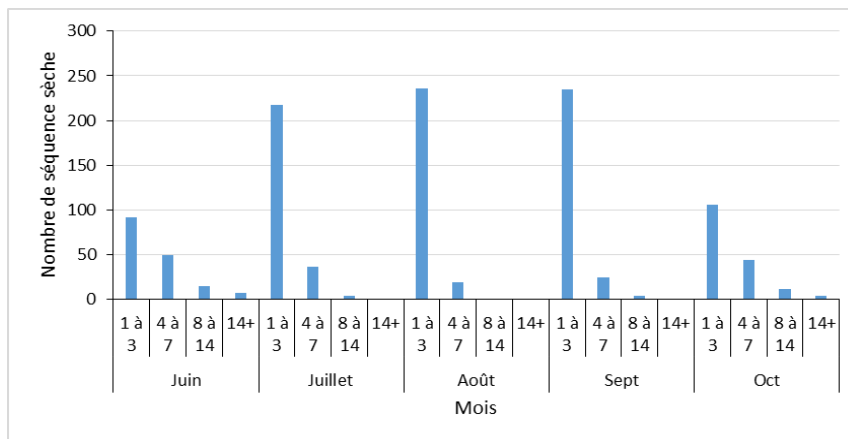


Figure 43: Evolution mensuelle des séquences sèches à Kabrousse de 1986 à 2020

Au terme de notre analyse, nous pouvons globalement retenir que dans le département d’Oussouye, les dates de début de l’hivernage présentent une plus forte variabilité interannuelle que celles de fin de l’hivernage. Dans l’ensemble, l’hivernage commence à la deuxième décennie de juin et se termine à la troisième décennie d’octobre. Nous pouvons aussi souligner que toutes les stations retenues du département ont enregistré des fins de l’hivernage normales à tardives dans les deux dernières décennies.

Chapitre 4 : Impacts des pluies extrêmes sur le calendrier cultural

Dans ce chapitre, nous avons d'abord évalué les impacts des pluies extrêmes sur le calendrier cultural, analysé le calendrier des activités agricoles. Nous avons ensuite analysé l'évolution des surfaces emblavées, des rendements et de la production agricole de 2010 à 2020. Et enfin, analysé les facteurs de la production non liés à la pluviométrie.

1 La durée de l'hivernage 2020

L'hivernage 2020 a débuté de façon normale dans le département d'Oussouye, dans la deuxième décennie de juin plus précisément le 12 juin pour toutes les stations retenues. Alors que la fin intervient le 14 octobre pour les stations de Kabrousse, Loudia et Diémbéring, et le 22 octobre à la station d'Oussouye. La durée de l'hivernage 2020 est suffisante pour les cultures de boucler correctement leur cycle végétatif. Avec les premières pluies enregistrées, les semis ont démarré par endroit dans la première quinzaine de juin sur les plateaux avec notamment l'arachide et le riz de plateau. Donc, la prévision de la durée de l'hivernage est importante, car elle contribue au choix de la variété culturale.

Ainsi, la figure 44 présente la durée de l'hivernage 2020 selon les paysans. En effet, 63,38% des paysans interrogés estiment que l'hivernage 2020 est long, 11,97% pensent qu'il est normal et 3,52% estiment que l'hivernage est court. Donc, pour eux, la réussite de la campagne agricole 2020 dépendait de la durée de l'hivernage.

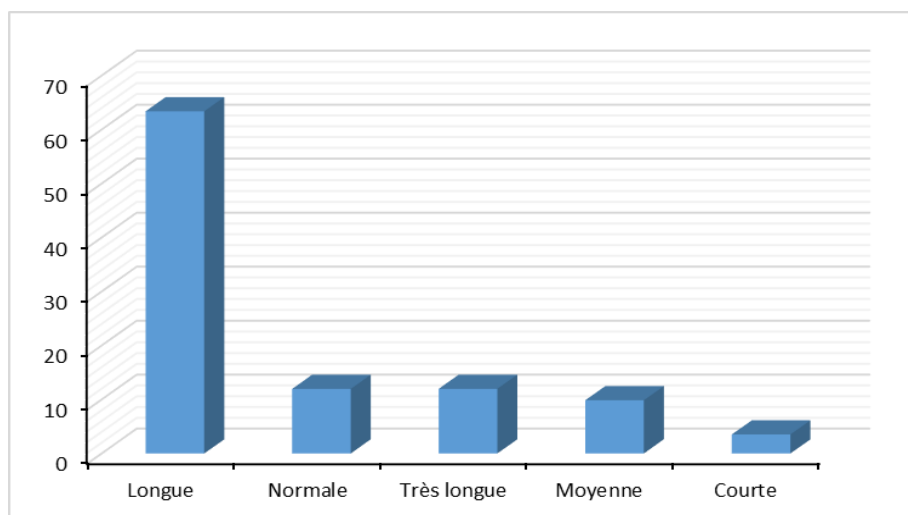


Figure 44: Perception des paysans sur la durée de l'hivernage 2020 (enquêtes Mansaly, 2022)

2 Les pauses pluviométriques

Les pauses pluviométriques sont des événements climatiques défavorables aux cultures. En effet, Les séquences sèches de longue durée empêchent certaines cultures de boucler totalement

leurs cycles végétatifs. En revanche, l'hivernage 2020 est marqué dans le département d'Oussouye par des pauses pluviométriques de courte à moyenne durée (1 à 7 jours). Ces pauses pluviométriques sont tolérantes pour les cultures en termes d'impact. Les pauses enregistrées en début de saison sont des pauses de courte durée, donc les pépinières se sont bien comportées. Les plantes cultivées au niveau des plateaux (arachide, riz de plateau,..) ont présenté un bon aspect végétatif au début de la période végétative, qui est la période la plus critique. Au niveau des vallées, ces courtes pauses notées en fin de saison n'ont pas d'impact négatif sur le riz, car les bas-fonds sont des zones inondables. Le riz de bas-fond est soutenu par la réserve en eau du sol et par la rosée jusqu'à maturation.

3 Impacts des pluies extrêmes sur le calendrier cultural

Les fortes pluies ont des conséquences positives comme négatives sur les cultures. Les pluies extrêmes notées entre juillet-août-septembre dans le département ont occasionné des débordements des rizières déjà pleines. En effet, 93% des personnes interrogées soulignent que les inondations des rizières sont occasionnées par les pluies extrêmes. Ces fortes pluies ont ralenties les opérations agricoles dans les vallées, certaines rizières profondes étaient impraticables et ont été abandonnées. Avec des pluies extrêmes enregistrées dans le département, le niveau du fleuve augmente. Ce dernier déborde de son lit et envahit les rizières basses (profondes) c'est-à-dire des rizières qui sont à proximité du fleuve. Ce phénomène a été noté à Kabrousse où des rizières ont été abandonnées à cause de l'invasion des eaux salées du fleuve. Cette dernière provoque la salinisation des rizières basses, qui constitue un facteur limitant pour la riziculture.

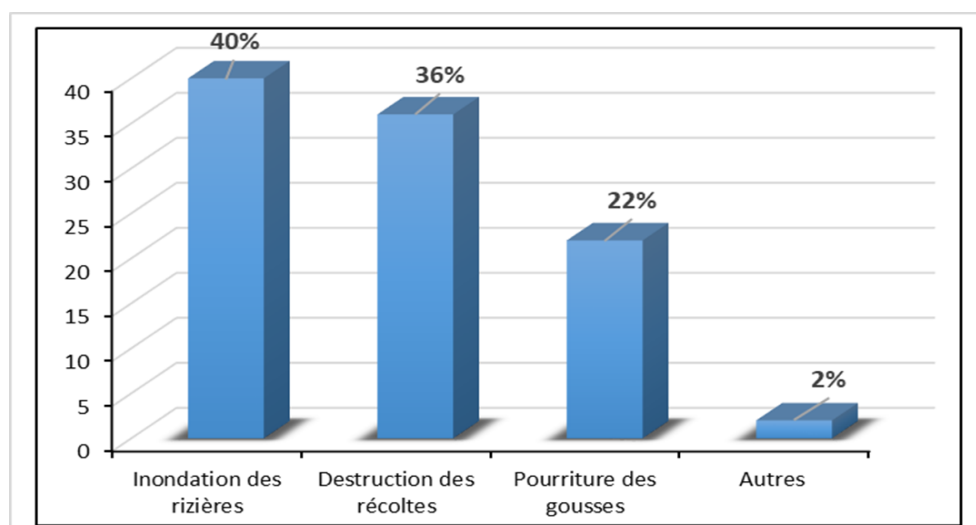


Figure 45: Perception des paysans sur les impacts des pluies extrêmes sur les activités agricoles et sur les cultures (enquêtes Mansaly, 2022)

Au niveau du plateau, les récoltes des premiers semis d'arachide et de maïs ont démarré et le riz de plateau en pleine maturation entre septembre et octobre, alors qu'il continue toujours à pleuvoir. De ce fait, ces pluies notées en septembre et octobre ont entraîné la germination de certaines graines récoltées.

En plus, ces fortes pluies entraînent l'érosion au niveau des zones de plateau et l'ensablement des rizières. En effet, les fortes pluies qui tombent arrachent les particules du sol. Ensuite, les eaux pluviales se dévalent avec violence, suivant la pente et creusant ainsi des ravins. Ces derniers facilitent le transport des sédiments vers les zones de bas-fond (rizières). Ce phénomène favorise l'ensablement des rizières.



Photo 1: (a) Bottes de riz protégées avec de la toile à Kabrousse ; (b) Erosion hydrique à Kabrousse

4 Les spéculations cultivées dans le département

Dans le département d'Oussouye, les céréales sont plus cultivées. Elles constituent l'aliment de base des populations. Parmi les céréales cultivées, le riz demeure la culture la plus importante du département. En effet, presque 100% des personnes enquêtées pratiquent la riziculture et la considère comme la principale culture. A côté de cette spéculation, nous avons l'arachide, le maïs, le mil, etc., pour ces cultures, la production et les surfaces cultivables sont très faibles, et sont souvent destinées à la vente après la récolte.

5 Le calendrier des activités agricoles dans le département

Dans le département d'Oussouye, la riziculture demeure l'activité dominante des populations. Cependant, les hommes réalisent les travaux de préparation des champs (défrichage), du labour avec le *kajendu*. Quant aux femmes, elles s'occupent du semis, du repiquage et de la récolte.

Les travaux agricoles se déroulent en général dans le département d'Oussouye selon un calendrier qui dépend de la pluviométrie.



Photo 2: (a) Repiquage du riz par les femmes à Diémbéring ; (b) Parcelle labourée à Efoque

Avant l'arrivée de la pluie, la période entre mai et juin est marquée par le défrichage et le brûlage des débris végétaux au niveau du plateau. Au même moment dans les rizières, les femmes assurent le transport et l'épandage de la fumure organique (feuilles d'arbre, fumier domestique,..) pour fertiliser les rizières. De juin à juillet, après les premières pluies utiles, les paysans s'adonnent aux semis pour l'arachide et le riz de plateau. Puis, les labours des rizières et les repiquages commencent entre juillet-août-septembre. La période septembre et octobre est consacrée à l'entretien (sarclage entre autres), à la surveillance des parcelles mais aussi à la récolte de l'arachide et du riz de plateau. Enfin, les mois de novembre et décembre correspondent à la récolte du riz de bas-fond.

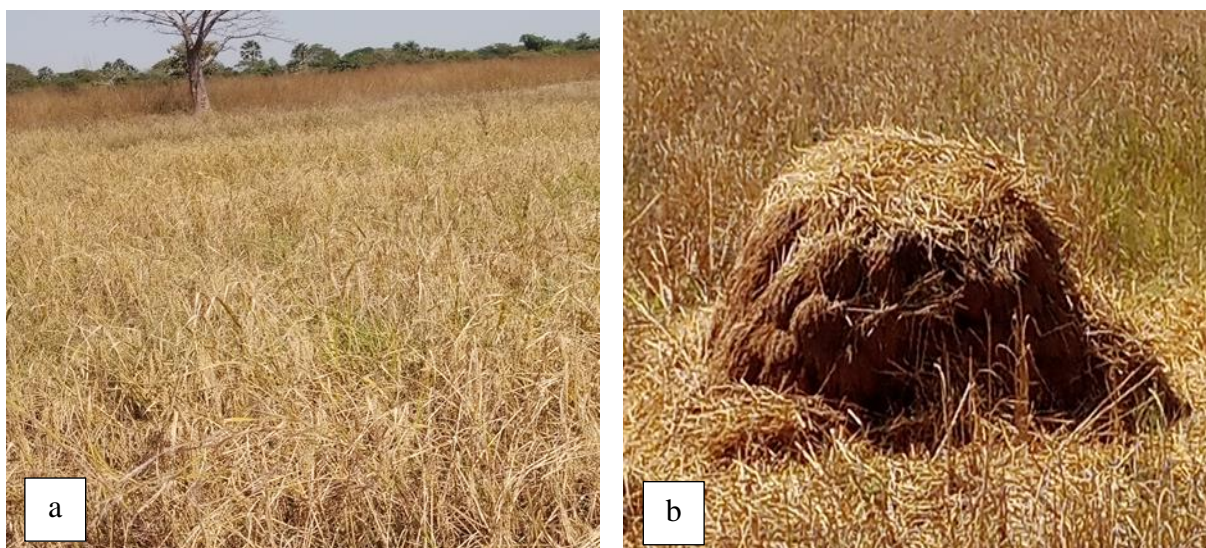


Photo 3: (a) Riz à maturité dans les rizières de Kabrousse ; (b) Séchage de riz récolté à Kabrousse

Tableau 12: Calendrier des activités agricoles en saison des pluies dans le département d'Oussouye

Périodes de l'année	Activités agricoles
Mai-Juin	<ul style="list-style-type: none"> - Défrichage et brûlage de débris végétaux (plateaux) - Epannage de la fumure organique (rizières)
Juin-Juillet	Semis au niveau du plateau (arachide, riz de plateau)
Juillet-Août-Septembre	Labour des rizières et repiquage du riz de bas-fond
Septembre-Octobre	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien et surveillance des champs - Récolte de l'arachide et du riz de plateau
Novembre-Décembre	Récolte du riz de bas-fond

Source : Mansaly, 2022

6 Les surfaces cultivables

Dans le département d'Oussouye, les cultures sont généralement effectuées sur des parcelles individuelles. Les paysans cultivent rarement plus d'un hectare. Ce qui fait que les surfaces cultivées sont de petite taille pour les spéculations comme l'arachide, le maïs, le mil, etc.

La période 2010-2020 est marquée dans le département d'Oussouye par une tendance générale à la hausse des surfaces emblavées surtout pour le riz. La riziculture constitue la culture qui occupe la superficie emblavée la plus importante, car le riz est cultivé sur deux zones différentes : sur le plateau et au niveau des vallées.

La campagne agricole 2020, les surfaces emblavées sont supérieures à la moyenne (2010-2020) pour toutes les spéculations. Pour le riz, en 2020, on a 14 008,8 ha contre 9 612 ha (moyenne 2010-2020), soit un excédent de 4 396.8 ha. Et on constate aussi à partir de 2015 une importante augmentation des surfaces rizicoles. Pour l'arachide, en 2020, on note 1 418,1 ha contre 1 342 ha, soit un faible excédent de 76,1 ha. La surface cultivable la plus importante de la période est notée en 2017 avec 3 040,3 ha. Pour le maïs, on a 580 ha en 2020 contre 113 ha, soit un excédent de 467 ha par rapport à la moyenne. Seule l'année 2020 a une surface cultivable supérieure à la moyenne sur la période 2010-2020. Enfin, pour le mil, on a 698 ha en 2020 contre 455 ha, soit une hausse de 243 ha par rapport à la moyenne. La surface emblavée la plus importante pour le mil a été notée en 2012 avec 1 201 ha.

Tableau 13: Evolution des superficies emblavées par spéculation dans le département d'Oussouye de 2010 à 2020

Années	Superficie (Ha)			
	Riz	Maïs	Mil	Arachide
2010	6181	-	553	-
2011	5242	-	182	899
2012	4505	37	1201	2127
2013	3409	63	204	1429
2014	4309	63	204	1835
2015	14500	100	500	1036
2016	14500	110	494,2	1048,5

2017	13147,9	100	342,4	3040,3
2018	14000	110	376,7	1030,7
2019	11929,6	80	250	900
2020	14008,8	580	698	1418,1
Moyenne	9612	113	455	1342

Source : Données DAPSA, 2021

7 Les rendements agricoles

L'hivernage 2020 a été très pluvieux dans le département d'Oussouye, des quantités de pluie supérieures à 2000 mm ont été enregistrées dans certaines localités. Le rendement agricole est la quantité de produit récolté sur une surface cultivée. Les rendements suivent la même évolution que les surfaces cultivées. En effet, on constate une tendance générale à la hausse des rendements agricoles de 2010 à 2020 dans le département d'Oussouye. Le riz enregistre le rendement le plus élevé avec 51%, suivi de l'arachide avec 19%, puis du maïs avec 16% et enfin du mil avec 13%.

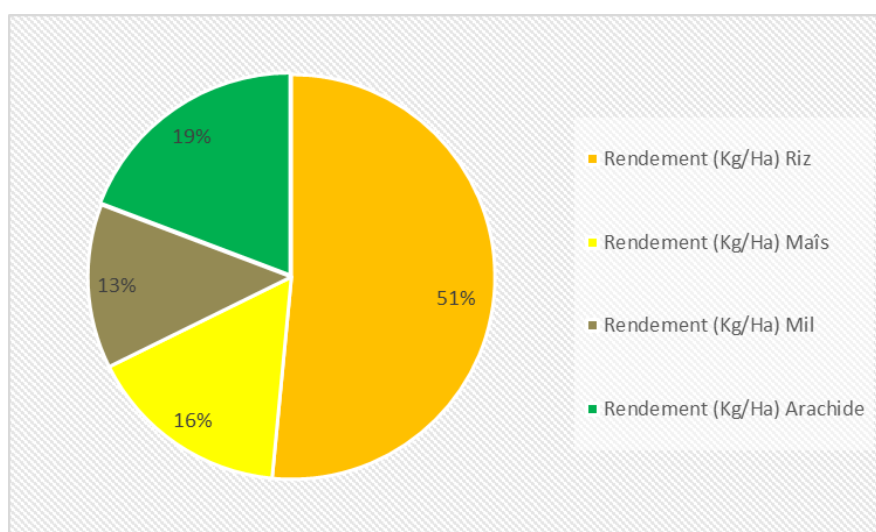


Figure 46 : Rendements agricoles des différentes spéculations en pourcentage de 2010 à 2020

En 2020, les rendements des différentes spéculations retenues ont dépassé leurs moyennes (2010-2020). Le riz présente un bon rendement en 2020, qui constitue le plus important rendement sur la période allant de 2010 à 2020. Il est de 2 950 kg/ha soit une hausse 755,5 kg/ha par rapport à la moyenne. Les rendements de l'arachide sont estimés à 1 005,6 kg/ha en 2020, soit un excédent de 210.3 kg/ha par rapport à la moyenne. Les rendements de 2020 de l'arachide sont les plus élevés de la période 2010-2020. Le maïs et le mil ont des rendements

de 934,5 kg/ha et 897 kg/ha, soit respectivement une hausse de 232,8 kg/ha et 324 kg/ha par rapport à la moyenne 2010-2020.

Tableau 14: Rendements des différentes spéculations en 2020 par rapport à la moyenne 2010-2020

spéculations	Rendement agricole 2020 (Kg/ha)	Moyenne 2010-2020 (Kg/ha)
Riz	2950	2194,5
Maïs	934,5	701,7
Mil	897	573
Arachide	1005,6	795,3

Source : Données DAPSA, 2021

8 La production agricole

Le riz reste la céréale la plus cultivée dans le département d'Oussouye. En effet, sa production est estimée à 247 703 tonnes entre 2010 et 2020. Alors que l'arachide, le maïs et le mil n'ont pas dépassé 15 000 tonnes chacun sur la même période. Ces cultures sont marginalisées dans le département d'Oussouye, en plus les surfaces affectées à ces spéculations sont relativement petites.

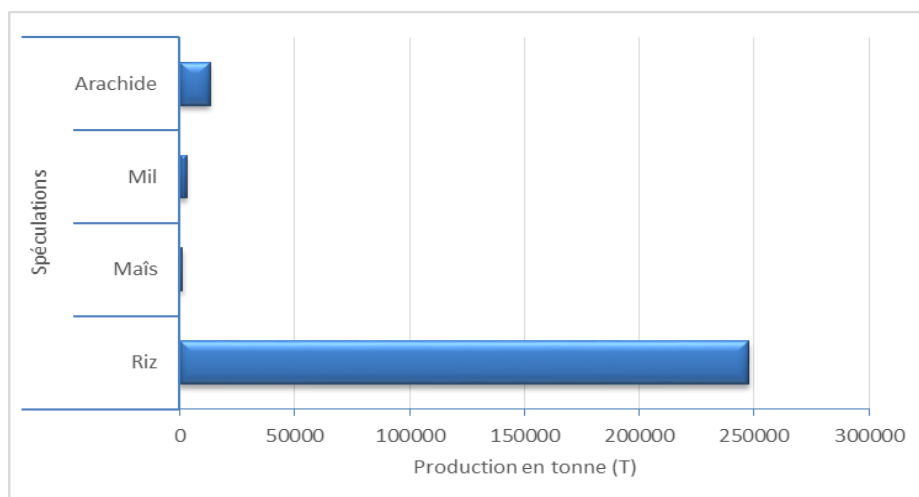


Figure 47: Production agricole des différentes spéculations de 2010 à 2020 dans le département d'Oussouye

La bonne répartition et la quantité importante de la pluviométrie en 2020 ont eu des impacts sur la production agricole. Les résultats définitifs de la production pour la campagne agricole 2020 ont été jugé élevés pour toutes les spéculations dans le département d'Oussouye. Pour le riz, la production est estimée à 41 326,1 tonnes, soit une hausse de 18 808,1 tonnes par rapport à la moyenne. Elle constitue la meilleure production agricole sur la période 2010-2020. En ce qui concerne l'arachide, la production en 2020 est de 1 426,1 tonnes, soit un faible écart de 211,1 tonnes par rapport à la moyenne. La production du maïs est évaluée à 542 tonnes au même moment, celle du mil est de 626.1 tonnes, soit respectivement un écart de 439 tonnes et de 347,1 tonnes par rapport à la moyenne de la série.

Tableau 15: Productions des différentes spéculations en 2020 par rapport à la moyenne 2010-2020

spéculations	Production agricole 2020 (Tonne)	Moyenne 2010-2020 (Tonne)
Riz	41326,1	22518
Maïs	542,0	103
Mil	626,1	279
Arachide	1426,1	1215

Source : Données DAPSA, 2021

9 Les facteurs de la production non liés à la pluviométrie

L'agriculture sénégalaise dépend fortement de la pluviométrie. Toutefois, la pluviométrie n'est pas le seul facteur qui influence la production agricole. En effet, d'autres facteurs interviennent, et qui ont une influence considérable sur la production agricole. Parmi ces facteurs, nous pouvons noter l'accès aux intrants, le manque de formation, le manque de main d'œuvre.

❖ L'accès aux intrants agricole

Les intrants agricoles sont déterminants pour améliorer la production et la productivité agricoles, surtout en quantité suffisante et aussi de bonne qualité. Les intrants agricoles englobent les semences, les engrais, les produits phytosanitaires et les matériels agricoles.

Dans le département d'Oussouye, la fourniture des intrants agricoles est assurée par le Service Départemental du Développement Rural (SDDR). En effet, les semences utilisées par les agriculteurs proviennent soit du service départemental, des semences certifiées, de nouvelles variétés qui s'adaptent au contexte climatique actuel ; soit de leur réserve personnelle, car chaque année une partie des récoltes est réservée pour servir de semences. Ces semences sont généralement des anciennes variétés utilisées par leurs ancêtres. Cependant, on note souvent des contraintes majeures dans la distribution des intrants : des lenteurs dans la mise en place des intrants mais surtout l'enclavement de certaines zones à l'image de la commune de Santhiaba Manjacque et des îles. Le matériel agricole est en état de vétusté. La situation n'a pas évolué, les paysans n'aiment pas les matériels motorisés, ils utilisent toujours le *kajendu*.

❖ Le manque de formation et d'information

La formation permet de renforcer les connaissances des paysans sur les nouvelles techniques culturales en vue de contribuer à l'augmentation de la production agricole. Cependant, seulement 5% des personnes enquêtées ont reçu des formations sur les techniques culturales. Les paysans utilisent des méthodes culturales héritières des ancêtres, en plus, certains paysans ne connaissent pas les nouvelles variétés qui sont résistantes ou fébriles face aux excès ou aux déficits d'eau.

Les paysans ont besoin d'information météorologique tout au long de la saison culturale pour bien mener leurs activités. Ils doivent recevoir d'abord des informations sur les prévisions saisonnières, ensuite, des bulletins mensuels et décadaires au cours de la saison culturale. Toutefois, selon nos enquêtes menées auprès de la population, 88% des personnes enquêtées ne reçoivent pas d'informations agro météorologiques. Donc, cette situation ne permet pas aux paysans de prendre les meilleures décisions surtout le choix des variétés les mieux adaptées aux conditions pluviométriques de la saison.

❖ Le manque de main d'œuvre

Depuis le début de la sécheresse des années 1970, on observe une baisse de la production agricole dans le département d'Oussouye comme partout dans la Basse Casamance. Cette baisse de la production agricole est liée à la variabilité climatique et aux processus de salinisation et l'acidification des terres. Cependant, de cette situation, le secteur agricole est confronté à des problèmes lié au manque de main d'œuvre. L'exode rural est aussi une contrainte majeure de la production agricole dans le département d'Oussouye.



Photo 4: Parcelle non cultivée à Effoc à cause du manque de main d'œuvre

Dans la commune de Diémbéring, le tourisme y est bien développé, et devient l'activité la plus attractive du département. La plupart des jeunes se reconvertissent et se lancent dans le secteur touristique à la recherche d'emploi et d'amélioration des conditions de vie. Certains jeunes reviennent au village et rejoignent leurs parents aux champs pour cultiver. Par contre d'autres ne reviennent plus au village pour cultiver, ils sont soit dans la fonction publique, soit ils ont leur propre entreprise.

En conclusion, nous pouvons dire que les pluies extrêmes de l'hivernage 2020 ont perturbées les activités agricoles dans le département d'Oussouye. En effet, les fortes pluies surtout les pluies cumulées sur deux ou trois jours consécutifs ont entraîné l'inondation des rizières jusqu'à ce que certaines rizières (les rizières basses) soient abandonnées. Nous pouvons souligner aussi la perturbation des opérations de récoltes due aux fortes pluies enregistrées au mois de septembre qui coïncide avec la période de récolte des premiers semis (arachide, maïs, riz de plateau,...). En revanche, l'hivernage 2020 a eu des impacts positifs notamment sur la production agricole, les rendements agricoles et les surfaces cultivables. Les résultats définitifs de la production pour la campagne agricole 2020 ont été jugé élevés pour toutes les spéculations dans le département d'Oussouye.

TROISIEME PARTIE : LES MESURES ET STRATEGIES ADOPTEES FACE AUX CONSEQUENCES LIEES AUX PRECIPITATIONS EXTREMES

Dans cette partie, il s'agit d'identifier d'abord les différents acteurs qui interviennent dans le domaine de l'agro climatologie. Ensuite, nous avons identifié aussi les stratégies mises en place par les autorités et la population locale (paysans) dans le département d'Oussouye pour faire face aux impacts des pluies extrêmes.

Chapitre 5 : Les acteurs intervenant dans le domaine de l'agro climatologie

Dans ce chapitre, l'objectif est d'analyser d'abord le rôle des différentes parties prenantes du secteur de l'agro climatologie. D'ailleurs, il sera ensuite question de faire une cartographie des acteurs du secteur pour voir leur niveau d'influence.

1 Le rôle des acteurs du secteur de l'agro climatologie

L'agriculture est un secteur très vulnérable au changement climatique mais aussi très complexe car elle englobe de nombreuses parties prenantes. De ce fait, on observe une diversité d'acteurs engagés dans le domaine de l'agro climatologie. Ces acteurs mettent en œuvre des instruments, des actions, des programmes et projets pour adapter l'agriculture au changement climatique. Il s'agit entre autres : l'Etat et ses services techniques déconcentrés, les institutions de recherche, les partenaires techniques et financiers/ ONG et les paysans/ organisations paysannes. Ces acteurs travaillent parfois de manière individuelle ou en partenariat (entre différents acteurs). Cependant, l'étude de ces acteurs nous permettra d'apprécier leur rôle mais aussi leur influence dans le secteur agricole.

1.1 L'Etat et ses services techniques déconcentrés

L'Etat prend une position centrale dans le secteur agricole. Cependant, elle met en œuvre des politiques agricoles, des mécanismes et des stratégies de gestion plus efficaces pour faire face aux effets des changements climatiques. Le secteur de l'Agriculture est transversal et concerne cinq ministères : le Ministère de l'Agriculture et de l'Equipement Rural, le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, le Ministère de l'Elevage et des Productions Animales, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et le Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan. Le Ministère de l'Agriculture est chargé de mettre en place un cadre cohérent de planification stratégique, de pilotage et de suivi des politiques, stratégies et programmes agricoles.

Au niveau du département d'Oussouye, c'est le Service Départemental du Développement Rural (SDDR), une structure déconcentrée de base du Ministère de l'Agriculture et de l'Equipement Rural (MAER) qui est chargé de la mise en œuvre des politiques et stratégies de développement agricole.

1.2 Les institutions de recherche

Les instituts de recherche interviennent dans le domaine de la gestion des risques climatiques pour une bonne planification des campagnes agricoles. L'ISRA qui est la principale institution de recherche agricole au Sénégal participe à la production de connaissances en matière d'impact de la variabilité climatique sur la production agricole. A l'instar de l'ISRA, l'ANACIM aussi produit des connaissances en matière d'information climatique. Ces deux structures travaillent en partenariat dans le cadre de projet d'adaptation à travers la mise en place d'un système d'alerte précoce qui permet aux paysans des informations climatiques pour réduire les impacts des aléas climatiques sur les cultures.

1.3 Les partenaires techniques et financiers et les ONG

Les PTF et les ONG sont nombreux à intervenir au Sénégal dans le secteur agricole à travers des projets et programmes. En effet, ils accompagnent les activités et plans de l'Etat et des paysans dans le financement des mesures d'adaptation, dans l'apport d'équipement et d'encadrement technique. Ils assurent aussi les fonctions de conseil agricole et d'appui aux paysans.

Les PTF et les ONG jouent un rôle important dans la mise en œuvre des stratégies d'adaptation au changement climatique. Ces acteurs sont plus influents et plus engagés sur la question d'adaptation au changement climatique. Ils financent le plus souvent les projets et programmes d'adaptation au changement climatique.

1.4 Les organisations paysannes et les paysans

Les paysans jouent un rôle important dans la mise en place de stratégies pour faire face à la variabilité climatique. Ils se sont regroupés en fédération et en union pour défendre leur intérêt. Les organisations paysannes travaillent en collaboration avec l'Etat et les ONG dans les projets de développement agricole. Cependant, les organisations paysannes assurent la mise en œuvre des actions sur le terrain, la coordination et le plaidoyer entre les producteurs, le gouvernement et les partenaires techniques et financiers. Les paysans adoptent des nouvelles techniques et pratiques agricoles éprouvées des services techniques. Ils développent aussi des stratégies de réponse à des phénomènes climatiques extrêmes.

2 La cartographie des acteurs du secteur agro climatologie

Tableau 16: Cartographie des acteurs de l'adaptation de l'agriculture à la variabilité climatique

Acteurs ou groupe d'acteurs						
Acteurs	Niveau d'influence			Potentialités	Difficultés	Stratégies
	Faible	Moyen	Elevé			
Etat		✓		Elaboration de politiques et stratégies de développement agricole ; Accompagner le secteur privé dans les projets de résilience de l'agriculture face au changement climatique ; Subvention des intrants agricoles et équipements destinés au renforcement des capacités productives	Incohérence des politiques agricole ; Diversité des politiques et documents stratégiques ; Manque de bailleurs internationaux ; Forte dépendance sur les ressources financières externes ; Insuffisance de ressource pour financer les projets et programmes	PSE, LOASP, PRACAS, PNIA, PRODAC ; PANA ; PNA
Les services techniques déconcentrés de l'Etat (SDDR)		✓		Contrôle et supervision des politiques et stratégies de développement agricole au niveau départemental ; Supervision et évaluation de la campagne agricole ;	Manque de ressources humaines et matérielles pour bien mener les activités prévues	Programme de mise en place et cession des intrants agricoles

			<p>Information, sensibilisation et communication sur la mise en place des intrants agricole ;</p> <p>La mise en application des programmes et projets de l'Etat ;</p> <p>Supervision et contrôle des actions des autres acteurs dans la zone</p>	<p>dans le plan d'action ;</p> <p>Absence d'équipement</p>	
<p>Les instituts de recherche (ANACIM, ISRA,...)</p>		✓	<p>La mise à la disposition des paysans des semences certifiées et adaptées à la variabilité climatique ;</p> <p>La recherche sur la mise en place d'une nouvelle technique culturale ;</p> <p>La valorisation et le transfert des résultats de la recherche ;</p> <p>Entreprendre et développer des recherches sur la production agricole;</p> <p>Fournir des services agro météorologiques et agro climatologiques, pour soutenir les paysans et les décideurs agricoles avec des informations climatiques adéquates ;</p> <p>Elaboration de bulletin Agro-Hydro-Météorologie décadaire ;</p>	<p>Absence d'une politique de recherche scientifique ;</p> <p>L'insuffisance du financement de la recherche par le biais des ressources budgétaires ;</p> <p>Absence de financement interne de la recherche scientifique et technologique ;</p> <p>Insuffisance de laboratoire de recherche ;</p> <p>Forte dépendance vis-à-vis de</p>	<p>Mise en place d'un Système d'Alerte Précoce (SAP) ;</p> <p>Mise en place de semences certifiées et adaptées</p>

				La supervision et la coordination de l'ensemble des activités climatiques, météorologiques et les questions scientifiques liées au changement climatique	l'extérieur pour leur financement	
Les Partenaires Techniques et Financiers/ les ONG			✓	Soutenir et accompagner l'Etat dans l'élaboration et la mise en œuvre des projets et programmes de développement agricole ; Appui technique et financier ; Renforcement des capacités des acteurs et des paysans ; Sensibilisation, information et formation ; Mobilisation des ressources financières ; Accompagner les programmes de recherche portant sur le changement climatique ; Accompagner les organisations paysannes vers les institutions financières	Faible capacité des paysans à présenter des projets solides ; L'éloignement et la faible densité des zones rurales ; Des stratégies et mécanismes adoptés par l'Etat qui mettent trop de temps à être opérationnels	Mise en place des institutions financières privées ; Session de formation
Les Organisations		✓		Sensibilisation et information des paysans et	La non-implication des	Sensibilisations et formations ;

Paysannes (OP) et les paysans				des organisations paysannes ; Participation aux activités de planification, de suivi et évaluation des actions menées dans le cadre de la résilience de l'agriculture face aux évènements climatiques extrêmes ; Adoption de technique et pratique culturale éprouvée par les instituts de recherche	paysans et des organisations paysannes dans la définition des orientations politiques agricoles ; Difficultés d'accès au crédit ; Faible niveau d'organisation et de capacité technique et de gestion	Mise en place de stratégie locale
-------------------------------	--	--	--	--	---	-----------------------------------

En résumé, dans le département d'Oussouye, plusieurs acteurs interviennent dans le domaine de l'agro climatologie et jouent un rôle important dans la mise en place des stratégies de lutte contre les phénomènes météorologiques extrêmes. La plupart de ces acteurs travaillent en collaboration ou en partenariat (entre différents acteurs) d'autres de manière individuelle. Nous pouvons souligner que les acteurs non étatiques sont les plus influents et les plus engagés sur la question de l'adaptation au changement climatique, en plus ils sont plus présents dans le département d'Oussouye.

Chapitre 6 : Les mesures et stratégies d'adaptation face aux pluies extrêmes

Face aux pluies extrêmes de l'hivernage 2020 qui affectent les activités agricoles, les paysans ainsi que l'Etat avec l'appui de ses partenaires, ne sont pas restés indifférents face à cette situation. De ce fait, des stratégies et actions sont menées pour limiter ou voire réduire les impacts de ces pluies extrêmes sur les cultures dans le département d'Oussouye.

Ainsi, nous avons analysé d'abord des politiques agricoles adoptées par l'Etat du Sénégal, ensuite, des stratégies modernes développées par l'Etat et ses partenaires (ONG et PTF) et enfin, des stratégies communautaires développées par la population locale (les paysans).

1 Les politiques agricoles adoptées au Sénégal de 2000 jusqu'à nos jours

Au Sénégal, la majorité des politiques conçues pour protéger l'agriculture des effets liés à la variabilité climatique ont essentiellement porté sur le renforcement de la résistance et de la résilience de l'agriculture face à la sécheresse.

A partir des années 2000, le Sénégal décide de réorienter sa politique agricole vers une intensification de la production agricole avec l'adoption en 2004 de la Loi d'Orientation Agro Sylvio-Pastorale (LOASP). Elle est le cadre de référence des politiques agricoles pour les vingt prochaines années (2024), définit les dispositions générales et les grandes orientations pour un développement des sous-secteurs agricole, sylvicole et pastoral. A ces politiques, s'ajoutent le Plan pour le Retour Vers l'Agriculture (REVA) créé en 2006 dont l'objectif est de lutter contre la pauvreté et le chômage. Néanmoins, la crise alimentaire de 2007-2008 a freiné l'élan de ce programme et a poussé le gouvernement à adopter la Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance (GOANA) adoptée en 2008 dont l'objectif est d'augmenter à très court terme la production agricole des principales cultures pour atteindre l'autosuffisance alimentaire et réduire la dépendance nationale aux importations. (Baborska, 2021). En 2012, les nouvelles autorités du Sénégal optent pour une rupture fondée sur une finalité « un Sénégal émergent » et un principe « accélérer la cadence » (Grdr, 2017). Cette volonté a été traduite dans un document de référence « le Plan Sénégal Emergent » (PSE) qui dégage une vision de développement à l'horizon 2035. En effet, le MAER a élaboré en 2014, le Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS) qui constitue l'instrument sectoriel agricole de mise en œuvre du PSE. Ce programme vise des filières prioritaires comme le riz, l'oignon, l'arachide et les fruits et légumes de contre-saison (MAER, 2014). Depuis l'élaboration du PRACAS, plusieurs projets et programmes agricoles ont été mise en place dans les régions pour accompagner le développement local et contribuer à

l'atteinte des objectifs nationaux définis dans le PSE. C'est dans ce contexte que le Projet Pôle de Développement de la Casamance (PPDC) a été mise en place pour la période 2014-2019 dans le but d'appuyer le développement de l'agriculture à l'échelle des trois régions du sud (Ziguinchor, Sédhiou et Kolda). Aujourd'hui, les acteurs de la filière agricole plaident pour le démarrage de la phase 2 du PPDC afin de consolider les acquis. Ces politiques agricoles et alimentaires du Sénégal s'inscrivent dans les Objectifs du Développement Durable (ODD). (Badiane, 2022).

2 Les stratégies d'adaptation moderne

Dans les années 80, après la sécheresse, de grands projets et programmes d'aménagements hydroagricoles ont vu le jour en Basse Casamance dans le but de lutter contre la dégradation des terres agricoles, notamment rizicoles. Il s'agit notamment du barrage de Guidel et du barrage d'Affiniam. En plus, de nombreux autres aménagements comme les digues anti-sel, les mini-barrages munis d'ouvrages d'évacuateurs de crue ont été construit notamment dans le département d'Oussouye par les ONG et les projets de développement avec un accompagnement des structures étatiques à l'image de la DRDR et du SDDR.

2.1 Les mini-barrages munis d'ouvrages d'évacuateurs de crue

Dans le département d'Oussouye, les projets et programmes intervenant dans les aménagements hydroagricoles (PPDC, P2RS, PROVAL-CV, etc.) mettent l'accent sur la mise en place de mini barrages et digues équipées d'ouvrage pour évacuer les eaux pluviales. Ces ouvrages accomplissent plusieurs fonctions. En effet, ils permettent de lutter contre la salinisation des terres en empêchant l'intrusion des eaux marines dans les rizières. Mais aussi ces ouvrages permettent de retenir l'eau lors des pluies extrêmes. Ils sont équipés de vannes qui permettent de les ouvrir ou de les fermer au moment propice. Les vannes sont fermées au début de l'hivernage puis ouvertes une fois que les parcelles sont inondées pour évacuer le sel. Ce type d'aménagement facilite le lessivage des sels et acides, et permet un meilleur contrôle du niveau des plans d'eau (Sané, 2017 et Diédhiou et al, 2021). En guise d'illustration, le PROVAL-CV intervient à Cabrousse en 2020 avec la construction de la digue de Heir, qui permet de récupérer plusieurs hectares de rizières abandonnées.

En général, ces ouvrages sont confrontés à un manque de suivi et d'entretien de la part des autorités et des populations locales (paysans). L'absence de gestion entraine la détérioration rapide de ces infrastructures hydroagricoles.



Photo 5: (a) Digue équipée de vannes à Loudia Diola ; (b) Mini barrage à Effoc

2.2 Introduction de nouvelles variétés culturelles adaptées

Le Sénégal a intégré l'adaptation au changement climatique dans sa politique de développement agricole. Face à la variabilité climatique notée, l'Etat a encouragé la recherche agronomique. Ainsi, l'ISRA avec l'appui des partenaires au développement (ONG) introduit de nouvelles variétés culturelles adaptées. En revanche, les variétés traditionnelles héritières des ancêtres ne sont plus adaptées aux nouvelles conditions agro écologiques.

Avant la diffusion des semences, l'ISRA procède à la production et à l'expérimentation des variétés, et met à la disposition des structures des semences pour une large diffusion. La diffusion des semences est assurée par les structures déconcentrées du MAER et les organisations paysannes. Mais ces variétés améliorées sont méconnues par la grande majorité des paysans.

2.3 Diffusion de l'information climatique

Les prévisions climatiques saisonnières peuvent aider les paysans à s'adapter à la variabilité climatique et améliorer leur résilience face aux phénomènes climatiques extrêmes. Au Sénégal, avec l'avènement du Cadre National des Services Climatologiques (CNSC), le Groupe de Travail Pluridisciplinaire (GTP) composé de représentants des principaux services techniques intervenant dans le domaine agricole, dont l'ANACIM qui assure sa coordination technique, collecte et diffuse sur l'ensemble du territoire national, des informations de base sur les paramètres climatiques et hydrologiques, sur l'état des cultures, des pâturages et sur la situation alimentaire des populations.

En plus, l'ANACIM et le programme de recherche du CGIAR sur le Changement Climatique, l'Agriculture et la Sécurité Alimentaire (CAAFS) ont lancé un projet pour la transmission de l'information climatique et les conseils agricoles aux agriculteurs sénégalais. La phase pilote

du projet a été mise en œuvre à Kaffrine en 2011, puis le projet s'est développé au niveau national grâce à un partenariat avec l'Union des Radios Associatives et Communautaires du Sénégal (URACS), une association de 82 stations de radio communautaires qui assure la diffusion des informations climatiques aux paysans (CCAFS, 2015).

3 Les stratégies d'adaptation communautaire

Dans ce contexte de variabilité climatique, les paysans du département d'Oussouye ont développé des stratégies pour s'adapter aux événements pluviométriques extrêmes, dont la construction de digue traditionnelle, la mise en œuvre de système de drainage et la diversification des cultures pluviales. Ces techniques sont certes efficaces mais elles ne sont pas durables, car elles demandent des ressources financières et humaines. Les paysans se sont tournés aussi vers des activités palliatives qui génèrent des revenus monétaires pour assurer les besoins familiaux. Il s'agit de l'arboriculture et le maraîchage (culture de contre-saison).

3.1 Les digues traditionnelles et diguettes

Dans le département d'Oussouye, les paysans privilégient plus la culture sur billon. La construction de digue est efficace dans la protection des rizières contre l'intrusion de l'eau salée, de diguette pour une meilleure gestion de l'eau dans les casiers. Les parcelles rizicoles sont séparées par des diguettes d'une hauteur d'environ 60 cm. Cette technique traditionnelle consiste à retenir l'eau le plus longtemps dans les casiers mais aussi elle consiste à ralentir la vitesse des eaux de ruissellement dans les champs lors des précipitations extrêmes. Donc, cette technique est pertinente pour limiter l'érosion au niveau des rizières. En revanche, la construction et l'entretien de ces ouvrages nécessitent une main d'œuvre importante. Ces ouvrages doivent être renouvelés chaque année. Mais, ces ouvrages sont aujourd'hui confrontés à un problème de suivi et d'entretien, faute de main d'œuvre.



Photo 6: Digue traditionnelle à Kabrousse

3.2 Système de drainage traditionnel des eaux pluviales

Dans le département d'Oussouye, les paysans sont confrontés à un excès d'eau dû à l'abondance de la pluviométrie en 2020. La zone a enregistré plus de 2000 mm de pluies, les rizières sont pleines dès le mois d'août et commencent à se déborder suite aux pluies extrêmes. De ce fait, les paysans adoptent un système de drainage efficace, les diguettes sont équipées de buses à base de tronc de palmier évidés et placés sur les parties basses des diguettes. La submersion des casiers menace le développement des plantes. Cependant, ces buses permettent d'évacuer l'excès d'eau au niveau des casiers. Ces drains facilitent aussi le dessalement des parcelles et permettent un meilleur contrôle du niveau de l'eau dans les casiers.

Cet ouvrage doit être suivi et entretenu durant la saison des pluies. En effet, les pluies extrêmes qui renforcent ainsi le débit fluvial, déstabilisent souvent les drains. Ces phénomènes sont d'une extrême rapidité et d'ampleur, et constituent une menace pour les équipements hydroagricoles.



Photo 7: Système de drainage traditionnel (*extrait mémoire Diatta J.P.M. 2015*)

3.3 La diversification des cultures pluviales

Le département d'Oussouye est une zone à vocation rizicole. Face à la variabilité climatique notée, les paysans procèdent à diversifier les cultures pluviales. La diversification vise à réduire la dépendance à la filière du riz. Quand la production du riz est faible au cours d'une année sèche ou d'une année extrêmement humide, les autres cultures peuvent combler le déficit. Cependant, les paysans insèrent dans le calendrier cultural des spéculations qu'ils peuvent semer vers la fin de l'hivernage, après l'exécution des tâches difficiles comme le semis au niveau des rizières et le sarclage de l'arachide. Il s'agit des spéculations comme le niébé et la patate douce.

Cependant, si la pluviométrie est excédentaire comme ce fût le cas en 2020 dans le département d'Oussouye, les paysans, vers la fin de la saison des pluies, donc après avoir terminé les travaux au niveau des rizières, commencent à semer le niébé et la patate douce.

3.4 Le maraîchage (culture de contre-saison)

Le maraîchage est une culture de contre-saison développée par les paysans pour pallier les faibles rendements des cultures pluviales. Dans le département d'Oussouye, le maraîchage est pratiqué dans les zones de plateau mais aussi au niveau des rizières (zone de bas fond) qui disposent d'un accès à l'eau de la nappe en saison sèche. C'est aussi une activité essentiellement pratiquée par les femmes adhérentes le plus souvent à des groupements ou GIE. Le maraîchage assure une augmentation du revenu monétaire des paysans pour faire face aux dépenses quotidiennes des ménages. Il connaît aujourd'hui un essor dans le département d'Oussouye grâce à l'appui de la Fédération d'Appui au Développement du Département d'Oussouye (FADDO) et des autres partenaires (ONG), qui assurent l'encadrement technique et la formation des femmes sur les techniques culturales et la conservation des produits. Les produits maraichers sont entre autres la tomate, le chou, l'aubergine, le concombre, l'oignon, le gombo, le piment, etc.

Toutefois, cette activité rencontre de nombreuses difficultés dans le département d'Oussouye liées entre autres à la salinisation des terres, à l'ensablement des bas-fonds, au tarissement des eaux, au manque d'unité de transformation et de conservation des produits maraîchers, à l'écoulement des produits maraîchers, etc.



Photo 8: Parcelle maraîchère dans la commune de Diémbéring



Photo 9: Puit dans la parcelle pour arroser les plantes à Diémbéring

3.5 L'arboriculture

L'arboriculture est devenue dans le département d'Oussouye une source de revenu monétaire des paysans pour la satisfaction de leurs besoins quotidiens. Elle est en développement dans le département plus précisément dans la commune de Santhiaba Manjacque. Les vergers se trouvent généralement au niveau des forêts. Les paysans plantent généralement des manguiers, des orangers, des citronniers, des bananiers, des anacardiens, etc. Cependant, l'arboriculture rencontre un certain nombre de problèmes liés à l'attaque des mouches sur les fruits tels que les mangues en particulier mais aussi la divagation des animaux dans les vergers, la transformation, la conservation et le transport des fruits.

Au terme de notre analyse, nous pouvons dire que nous avons deux types de stratégies d'adaptation. D'une part, les stratégies d'adaptation moderne développées par les autorités étatiques et d'autre part les stratégies d'adaptation communautaire développées par les paysans. Les acteurs ont mis en place plusieurs infrastructures dans le département d'Oussouye notamment des infrastructures hydro agricoles telles que des digues, des barrages, des mini barrages, des ouvrages d'évacuation et de retenue des eaux pluviales et fluviales, etc. Mais ces ouvrages sont en général confrontés à un manque de suivi et d'entretien de la part des autorités et des populations locales (paysans). Nous pouvons aussi souligner l'introduction de nouvelles variétés culturales adaptées et l'amélioration de la diffusion de l'information climatique par les instituts de recherche (ISRA et ANACIM) pour améliorer la résilience des cultures et des paysans face aux phénomènes climatiques extrêmes.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de notre recherche, nous pouvons dire que le département d'Oussouye n'a pas échappé à la forte variabilité pluviométrique observée dans les pays de l'Afrique de l'Ouest depuis la fin des années 60. Ainsi, les résultats de l'analyse montrent une variation de la pluviométrie à l'échelle interannuelle, mensuelle et décadaire. En effet, l'évolution des totaux annuels présente une tendance générale à la hausse des précipitations dans le département d'Oussouye sur la période 1971 à 2020. En ce qui concerne les nombre de jours de pluie, seulement la station d'Oussouye présente une tendance à la hausse. Quant au nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$, toutes les stations présentent une hausse. En plus, l'analyse de la classification des pluies montre que le département est marqué par la prédominance des pluies intenses [50-75mm] et les pluies extrêmes sont très faibles sur les différentes périodes d'étude. Toutefois, les dates de début de l'hivernage présentent une plus forte variabilité interannuelle que celles de fin de l'hivernage. Dans l'ensemble, l'hivernage commence à la deuxième décennie de juin et se termine à la troisième décennie d'octobre.

L'année 2020 qui est notre année de référence, se caractérise par une pluviométrie très excédentaire dans le département d'Oussouye. Des cumuls pluviométriques annuels supérieurs à 2000 mm ont été enregistrés, excepté la station de Diémbéring qui a reçu 1894,2 mm. Le mois d'août reste le mois le plus pluvieux dans le département. Il a aussi enregistré tous les maxima pluviométriques mensuels des postes pluviométriques retenus. Plus encore, c'est le mois qui a enregistré les pics pluviométriques journaliers les plus importants de l'année dans les quatre stations retenues. Cependant, des cumuls pluviométriques journaliers supérieurs à 100 mm ont été notés dans les quatre stations, Oussouye (133.8mm), Kabrousse (113.2mm), Loudia Ouolof (104mm) et Diémbéring (109.1mm). En ce qui concerne les pauses pluviométriques, on observe une prédominance des pauses de courte durée (1 à 7 jours) dans le département d'Oussouye. Ces pauses pluviométriques sont tolérantes pour les cultures en termes d'impact.

L'analyse des pluies de l'hivernage 2020 nous a permis de comprendre le comportement des cultures durant la saison culturale. En effet, il ressort de l'analyse, des impacts positifs sur la production et les rendements des différentes spéculations. Les résultats définitifs de la campagne agricole 2020 montrent une hausse de la production et des rendements agricoles par rapport à la campagne agricole précédente, surtout pour le riz qui constitue la spéculations la plus cultivée dans le département. Les superficies emblavées connaissent aussi une hausse par rapport à la campagne agricole précédente. En revanche, les fortes pluies de l'hivernage 2020

ont eu des effets négatifs sur les cultures avec notamment l'inondation des rizières, l'invasion des eaux fluviales dues aux excédents pluviométriques, le ralentissent des opérations agricoles.

De ce fait, en Basse Casamance en général et dans le département d'Oussouye en particulier, plusieurs stratégies ont été mises en œuvre par l'Etat et les paysans pour protéger les cultures face aux événements climatiques extrêmes. Mais ces stratégies mises en place ne sont pas spécifiques à l'année 2020.

BIBLIOGRAPHIE

1. Agrhymet, (2013). Bulletin spécial sur la mise à jour des prévisions des caractéristiques agro hydro-climatiques de la campagne d'hivernage 2013 en Afrique de l'Ouest, au Tchad et au Cameroun. Bulletin Spécial (No 03). Niamey: Centre régional Agrhymet.
2. Badiane A., (2022). Changement climatique et riziculture : savoirs et stratégies des paysans de Basse Casamance pour une transition agroécologique. Thèse de Doctorat en Géographie, UASZ. 371 p.
3. CCAFS. (2015). L'impact des services d'information climatique au Sénégal. CCAFS Etude de Résultats no 3. Copenhague : Programme de recherche du CGIAR sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS).
4. DGPRES, 2018. Etude d'évaluation des potentialités des ressources en eau du plateau d'Oussouye. Rapport de synthèse. 75 p
5. Diallo M. A. (2012). Fortes pluies au Sud : 350 maisons s'effondrent à Kolda et Médina Yoro Foulah. Le Soleil, 8 septembre 2012. [En ligne] : http://www.lesoleil.sn/index.php?Option=com_content&view=article&id=19602 : fortes-pluies-au-sud350-maisons-seffondrent -a-kolda-et-medina-yoro-foulah&catid=78 : a-la-une.
6. Diatta J.P.M. (2015) « Impacts de la variabilité pluviométrique sur l'agriculture en basse Casamance : exemple de la commune de Mlomp/Loudia-wolof (département d'Oussouye) », Mémoire de Master II, Département de Géographie, UCAD, 143 pages.
7. Diaw E.M. (2012) « Etude des manifestations pluviométriques « extrêmes » du 05 au 07 septembre 2010 sur le Sénégal ». Mémoire de Master II, Département de Géographie, UCAD, 56 pages.
8. Diédhiou SO, Thior M., Diouf AC, Mballo I. & Diallo AK (2021). Riziculture pluviale de bas-fonds dans la région de Sédhiou (Sénégal) : contraintes de production et stratégie d'adaptation. Revue scientifique européenne, ESJ, 17(24), 88.
9. Diop C., Sagna P., Sambou P.C. (2014). Vulnérabilité des populations urbaines face aux fortes pluies: l'exemple du Sénégal en 2012. Actes du XXVIIe colloque de l'association internationale de climatologie, 2-5 juillet 2014, Dijon (France), p. 554-559.
10. DRDR, (2005). Evolution des politiques de développement agricole en Casamance depuis l'indépendance jusqu'à nos jours. Cas de la région de Ziguinchor, 22 p.
11. Fall E.A.A. (2009) « Impacts des fortes pluies des 21, 23 et 24 Août 2009 et les stratégies développées par les acteurs dans la commune de Birkelane (région de Kaffrine) », Mémoire de Maitrise, Département de Géographie, UCAD, 121 pages.

12. Faye C. (2015). Le changement climatique dans le bassin-versant de la Casamance: évolution et tendances du climat, impacts sur les ressources en eau et stratégies d'adaptation. Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance. Atelier scientifique et lancement de l'initiative Casamance: un réseau scientifique au service du développement en Casamance, Ziguinchor, Sénégal, 15-17 juin 2015.
13. Gaye D., (2017). Suivi de la pluviométrie au Nord-Sénégal de 1954 à 2013 : étude de cas des stations synoptiques de Matam, Podor et Saint-Louis. Article. 63-73 p.
14. Goula, B.T.A., et *al.* (2007). Estimation des pluies exceptionnelles journalières en zone tropicale: cas de la Côte d'Ivoire par comparaison des lois lognormale et de Gumbel. *Hydrological Sciences Journal*, 52 (2), 49–67.
15. Guèye M., Sivakumar M.V. (1992). Analyse de la longueur de la saison culturale en fonction de la date des pluies au Sénégal. Niamey, ICRISAT, 42 p.
16. Halidou S.T. et *al.* (2021). Analyse de l'évolution spatio-temporelle des dérivés pluviométriques caractérisant la saison agricole au Sahel-Central. *Afrique Science* 19(6) (2021) 102-121.
17. Hangnon H. et *al.* (2015) : « Précipitations extrêmes et inondations à Ouagadougou : quand le développement urbain est mal maîtrisé... », p 497-502
18. Hangnon H., de Longueville F., Ozer P., (2015). Précipitations 'extrêmes' et inondations à Ouagadougou ; quand le développement urbain est mal maîtrisé. In: Erpicum M. (Ed.), Actes du 28e Colloque International de l'Association Internationale de Climatologie. Liège, Belgique: Université de Liège, 497-502.
19. IPCC, (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp
20. Kabore W.F.R. (2016) : « Evènements pluvieux extrêmes et inondations dans l'espace « Grand Ouaga » au Burkina Faso ». Mémoire de Master, 77 p.
21. Kouassi A.M. et *al.* (2021). Evolution des normales des pluies extrêmes en Afrique de l'ouest : cas du district d'Abidjan (sud de la cote d'ivoire). *Agronomie Africaine* 33 (2) : 243 - 252 (2021)
22. Leroux M., (1995). La dynamique de la Grande Sécheresse sahélienne. *Revue de Géographie de Lyon*, vol. 70, n° 3-4, p 223-232.

23. Manga S. (2015). Étude de la vulnérabilité de la commune de Kolda face aux fortes pluies de l'année 2012. Mémoire de Master II (Ressources-Environnement-Développement), Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 108 p.
24. Mendy V., (2017). Dégradation des agroécosystèmes et problématique de la revitalisation de la riziculture en Basse-Casamance. Thèse de Doctorat en Géographie, UASZ. 292 p.
25. Ndiaye M.T.N. (2020). Variabilité pluviométrique et impacts : sur la culture du riz à Oussouye. Editions universitaires européennes, 52 pages. ISBN 978-6138443834
26. Ndour C. (2015). Impacts des précipitations de l'hivernage 2012 dans la ville de Bambey et les stratégies d'adaptation. Mémoire de Master II (Ressources-Environnement-Développement), Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 109 p
27. Nicholson SE, (2001). Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries. *Climate Research* 17: 123-44.
28. Ozer P., Djaby B., De Longueville F. (2015). Évolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger (1950-2014). Workshop « Coopération universitaire au développement avec le Niger », université de Liège Arlon Campus Environnement.
29. Ozer P., Hountondji Y.C., Gassani J., Djaby B., de Longueville F., 2014. Evolution récente des extrêmes pluviométriques en Mauritanie (1933-2010). In: Camberlin P., Richard Y. (Eds.), *Actes du 27e Colloque International de l'Association Internationale de Climatologie*. Dijon, France: Université de Bourgogne, 394-400.
30. Panthou G., (2013). Analyse des extrêmes pluviométriques en Afrique de l'Ouest et de leur évolution au cours des 60 dernières années. Université de Grenoble, 270 p.
31. Plan de Développement Communal (PDC) d'Oussouye (2016). Rapport, 70 p.
32. Plan Départemental de Développement (PDD) d'Oussouye (2016). Rapport, 109 p.
33. Sagna P. (2007), « Caractéristiques climatiques », in *Atlas du Sénégal*, Paris, éditions Jeune Afrique, pp. 66-69.
34. Sané B.M. (2013) « Distribution spatio-temporelle des précipitations de 1951 à 2012 et ses effets sur l'agriculture : cas du département d'Oussouye », Mémoire de Master, Département de Géographie, UCAD, 112 pages.
35. Sané T. (2017) : Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse-Casamance (Sud-Ouest du Sénégal).

Géographie. Université Sorbonne Paris Cité; Université Cheikh Anta Diop (Dakar), 2017. 351 pages

36. Sané T. La variabilité climatique et ses conséquences sur l'environnement et les activités humaines en Haute Casamance (Sud Sénégal). Thèse de Doctorat de 3ème cycle de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar 2003. 367 p.
37. Sarr B et *al.*, (2009). Les fortes pluies enregistrées au Sahel au cours de l'hivernage 2007 : variabilité et/ou changement climatique. Centre Régional Agrhymet (CRA), Département Formation et Recherche
38. Sarr B, (2011). Present and future climate change in West Africa: a crucial input for agricultural research prioritization for the region. *Atmospheric Sciences* 13 : 108-12.
39. Sarr B. Traoré S. Salack S. (2007). Évaluation de l'incidence des changements climatiques sur les rendements des cultures céréalières en Afrique soudano-sahélienne. Centre Régional Agrhymet, CILSS, Niamey.
40. Sene S, Ozer P, (2002). Evolution pluviométrique et relation inondations-événements pluvieux au Sénégal. *Bulletin de la Société Géographique de Liège* 42 : 27-33p.
41. Servat, E., et *al.* (1999). De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne. *Revue des Sciences de l'Eau*, 12 (2), 363–387.
42. Traore SB, Reyniers FN, Vaksmann M, Kouressy M, Yattara K, Yoroté A, et *al.* (2000). Adaptation à la sécheresse des écotypes locaux de sorgho du Mali. *Sècheresse* 11 : 227-

ANNEXES

Annexe1 : Questionnaires ménages

Thème : Hivernage à pluviométrie extrême, quel impact sur le calendrier cultural dans le département d'Oussouye : cas de l'année 2020

I. Identification

1. Nom de la commune..... / du village...../
2. Prénom..... / Nom...../
3. Sexe : M : F :
4. Age : -20 ans 20 à 40 ans 40 à 60 ans +60 ans
5. Quelle est votre ethnie ?
Diola Balante Wolof Autres à préciser
6. Etes-vous instruit ?
Oui Non

Si oui, quel est votre niveau d'instruction ?
Elémentaire : Moyen : Secondaire : Supérieur : Autres :
7. Quelle est votre profession ?
.....

II. Evolution des précipitations extrêmes et de l'hivernage 2020

8. Quelle perception avez-vous de l'hivernage 2020 ?
.....
9. A quel mois démarre la saison des pluies ?
.....
10. Avez-vous noté des débuts tardifs de l'hivernage ?
Oui Non
Si oui, précisez les années
.....
11. Avez-vous noté des débuts précoces de l'hivernage ?
Oui Non
12. Comment était le début de l'hivernage 2020 ?
Tardif Normal Précoce
13. Comment était la fin de l'hivernage 2020 ?

Tardive Normale Précoce

14. Comment était la longueur de l'hivernage 2020 ?

Courte Moyenne Normale Longue Très longue

15. Quel est le mois le plus pluvieux de l'année ?

.....

16. Comment qualifiez-vous l'hivernage 2020 ?

-Déficiente

-Très déficiente

-Excédentaire

-Très excédentaire

17. Y'a-t-il des épisodes de pluie extrême dans votre localité ?

Oui Non

18. Pensez-vous qu'il y'a une augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes dans votre localité ?

Oui Non

19. Si oui, depuis quand l'avez-vous constaté ?

.....

20. A quel mois intervient les pluies extrêmes ?

Juillet Aout Septembre

21. L'année 2020 a-t-elle été exceptionnelle par rapport aux années précédentes ?

Oui Non

22. Si oui, justifier

.....

23. Quel est le mois pendant lequel on a enregistré plus de pluie extrême ?

Juillet Août Septembre

24. Avez-vous observé des séquences sèches longues (pauses pluviométriques) en 2020 ?

Oui Non

25. Si oui, de combien de jours ?

1 à 3 jours 4 à 7 jours 8 à 10 jours

26. Si non, comment était la régularité ?

Chaque jours Chaque deux jours Combien de fois dans la semaine

27. Comment était l'intensité de ces pluies ?

Faible Modérée intense Très intense

III. Impact des pluies extrêmes sur le calendrier cultural

28. Les pluies extrêmes ont-elles eu des impacts sur les cultures ?

-Inondation des rizières

-Destruction des récoltes

-Pourriture des gousses

-Autres à préciser

29. Quelle spéculacion cultivez-vous ?

Riz Manioc Mil Arachide Autres à préciser

30. Quelle variété cultivez-vous ?

Courte durée Normale Longue durée Autres à préciser

31. Par rapport à ces types de variété que vous utilisez, est-ce qu'un hivernage de pluie extrême est une opportunité ou une contrainte ?

.....

32. La production est-elle destinée à la consommation locale ?

Oui Non

33. A quelle période vous commencez les semis ?

Mai Juin Juillet Août Septembre

34. L'installation tardive et la fin précoce de l'hivernage perturbent elles le calendrier cultural ?

Oui Non

Si oui, Quelles sont les conséquences du début tardif et de la fin précoce de l'hivernage sur les cultures ?

Baisse des activités agricoles Pourrissement des cultures Baisse des rendements Autres (à préciser)

35. Quels sont les impacts des pauses pluviométriques longues sur les cultures ?

Stress hydrique Baisse des rendements Perturbation des cultures

Mauvaise récolte Autres à préciser

36. Y'a-t-il des risques de ressemer ?

Oui Non

Si oui, quelles sont les causes ?

Pause pluviométrique longue Début tardif Autres à préciser.....

37. Quels sont les impacts du début tardif de l'hivernage sur les spéculations ?

.....

38. Comment procédez-vous lorsque le début de l'hivernage est tardif pour les semis ?

.....

39. Quels sont les impacts du début précoce de l'hivernage sur les cultures ?

.....

40. Comment procédez-vous lorsque le début est précoce ?

.....

41. Quelles sont les conséquences d'une fin précoce sur les spéculations ?

.....

42. Comment procédez-vous lorsque la fin est précoce ?

.....

43. Avez-vous noté de fortes pluies lors de la période de récolte ?

Oui Non

Si oui, quelles en sont les conséquences ?

.....

44. Quels sont les impacts d'une fin tardive de l'hivernage sur les cultures ?

.....

45. Comment procédez-vous lorsque la fin est tardive pour la récolte ?

.....

46. Comment étaient les rendements agricoles de l'hivernage 2020 ?

Elevés Faibles Autres à préciser

47. Est-ce que c'est lié au caractère « extrême » de l'hivernage 2020 ?

Oui Non

48. Pensez-vous qu'il y'a une baisse de la production agricole dans votre localité ?

Oui Non

Si oui, qu'est ce qui explique cette baisse ?

Déficit pluviométrique Extrême pluviométrique Manque de main d'œuvre

Autres à préciser

49. Y'a-t-il des paysans qui se reconvertisent vers d'autres activités ?

Oui Non

Si oui, quelles activités ?

.....

IV. Stratégies et mesures pour renforcer la résilience des cultures face aux pluies extrêmes

50. Quelles sont les différentes stratégies et mesures que vous avez prises pour faire face au caractère « extrême » de l'hivernage 2020 ?

.....

51. Existe-t-il des structures ou ONG qui interviennent dans le domaine de l'agriculture dans votre zone ?

Oui Non

Si oui, lesquelles ?

.....

Et comment interviennent-elles dans la zone ?

Formation des paysans Distribution d'intrants agricole Dons Autres (à préciser)

52. Avez-vous constaté une amélioration ?

Oui Non

Si oui, à quel niveau ?

.....

53. Est-ce qu'il y'a des services qui vous fournissent des informations agro météorologique ?

Oui Non

Si oui, lesquels ?

.....

Et depuis quand ?

.....

54. Les autorités locales aident elles les paysans dans l'approvisionnement des intrants ?

Oui Non

55. Y'a-t-il des organisations paysannes dans votre zone ?

Oui Non

Si oui, lesquelles ?

.....

56. Quelles sont les stratégies et techniques utilisées face aux pluies extrêmes ?

.....

57. Quels sont les problèmes rencontrés dans la mise en œuvre des stratégies pour la résilience des cultures face aux pluies extrêmes ?

Financiers Techniques Matériels Autres à préciser

58. Est-ce qu'elles sont soutenues par les autorités ou ONG en cas de pluie extrême

Oui Non

59. Quelles recommandations faites-vous pour limiter les impacts des pluies extrêmes sur le calendrier cultural ?

.....

Annexe2 : Guide d’entretien

Thème : Hivernage à pluviométrie extrême, quel impact sur le calendrier cultural dans le département d’Oussouye : cas de l’année 2020

1. Quelle perception avez-vous de l’hivernage 2020 dans le département d’Oussouye ?
.....
2. Comment était le calendrier agricole sur l’hivernage 2020 ?
.....
3. Avez-vous constaté une recrudescence de la fréquence des pluies extrêmes dans le département d’Oussouye ?
.....
4. Ce phénomène peut-il être relié ou attribué au changement climatique ?
.....
5. Quels impacts les pluies extrêmes de l’hivernage 2020 ont engendré sur le calendrier cultural ?
.....
6. Est-ce que les pluies extrêmes ont eu des impacts sur les cultures dans votre localité ?
Et si oui comment ?
.....
7. Pouvez-vous nous parler des dégâts liés à ces pluies extrêmes dans votre localité ?
.....
8. Comment étaient les rendements de la campagne agricole 2020 par rapport aux années antérieures ?
.....
9. Avez-vous des moyens financiers et logistiques pour renforcer la résilience des cultures face aux pluies extrêmes ?
.....
10. Si oui, d’où proviennent-ils ?
.....
11. Avez-vous impliqué la population locale dans vos actions et stratégies de lutte ?
.....
12. Si oui, comment ?
.....

13. Si non, pourquoi ?

.....

14. Quelles sont les stratégies et actions menées dans le département pour faire face à ce phénomène ?

.....

15. Quels sont les résultats de ces actions ?

.....

16. Y'a-t-il des actions prévues dans le futur ? Si oui ou non justifier

.....

17. Bénéficiez-vous du soutien des partenaires techniques et financier dans la lutte contre ce phénomène ?

Oui Non

18. Si oui, lesquels ?

.....

19. Quels sont les problèmes que vous rencontrez dans la mise en œuvre de vos actions ?

.....

20. Quelles recommandations pouvez-vous formuler à l'Etat pour renforcer la résilience des cultures contre les pluies extrêmes ?

.....

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des cartes

Carte 1: Localisation des stations pluviométriques étudiées du département d'Oussouye	13
Carte 2: Localisation du département d'Oussouye et des sites d'étude	15
Carte 3: Carte administrative du département d'Oussouye	17
Carte 4 : Le modèle numérique de terrain du département d'Oussouye.....	22
Carte 5: Distribution spatiale des sols dans le département d'Oussouye.....	23
Carte 6: Le réseau hydrographique du département d'Oussouye	24
Carte 7: Répartition des formations végétales du département d'Oussouye	26

Liste des figures

Figure 1: Evolution temporelle des indices standardisés des précipitations à la station de Ziguinchor et à la station d'Oussouye de 1971 à 2020	19
Figure 2: Evolution mensuelle de la température à la station de Ziguinchor de 1971 à 2020	20
Figure 3: Evolution mensuelle de l'humidité relative à Ziguinchor de 1971 à 2020.....	21
Figure 4: Evolution mensuelle de l'évaporation à Ziguinchor de 1971 à 2020	21
Figure 5 : Evolution annuelle du nombre de jours de pluies à Oussouye de 1971 à 2020.....	32
Figure 6: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Oussouye de 1971 à 2020....	32
Figure 7: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies à Kabrousse de 1986 à 2020	34
Figure 8 : Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Kabrousse de 1986 à 2020..	34
Figure 9: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies à Loudia Ouolof de 1981 à 2020	35
Figure 10: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Loudia de 1981 à 2020	36
Figure 11: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies ≥ 50 mm à Oussouye de 1971 à 2020.....	37
Figure 12: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies ≥ 50 mm à Oussouye de 1971 à 2020.....	38
Figure 13: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies ≥ 50 mm à Kabrousse de 1986 à 2020.....	39
Figure 14: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies ≥ 50 mm à Kabrousse de 1986 à 2020	39
Figure 15: Evolution annuelle du nombre de jours de pluies ≥ 50 mm à Loudia Ouolof de 1981 à 2020	40

Figure 16: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ à Loudia de 1981 à 2020.....	41
Figure 17: Histogramme des moyennes décennales des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à Oussouye	44
Figure 18: Histogramme des moyennes décennales des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à Kabrousse	45
Figure 19: Histogramme des moyennes décennales des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à Loudia	46
Figure 20: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station d'Oussouye	47
Figure 21: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 par rapport à la normale 1991-2020 à Oussouye	48
Figure 22: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station de Kabrousse	49
Figure 23: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station de Loudia Ouolof....	50
Figure 24: Evolution mensuelle des précipitations de 2020 à la station de Diémbéring	50
Figure 25: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station d'Oussouye	51
Figure 26: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station de Kabrousse	52
Figure 27: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station de Loudia Ouolof....	53
Figure 28: Evolution décadaire des précipitations de 2020 à la station de Diémbéring	53
Figure 29: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Oussouye et à Kabrousse en 2020	54
Figure 30: Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies à Loudia Ouolof et à Diémbéring en 2020	55
Figure 31: Evolution décadaire du nombre de jours de pluies à Oussouye et à Loudia Ouolof en 2020	56
Figure 32: Evolution décadaire du nombre de jours de pluies à Kabrousse et à Diémbéring en 2020	56
Figure 33: Pluies maximales journalières $\geq 50\text{mm}$ à la station d'Oussouye en 2020	58
Figure 34: Pluies maximales journalières $\geq 50\text{mm}$ à la station de Kabrousse en 2020	59
Figure 35: Pluies maximales journalières $\geq 50\text{mm}$ à la station de Loudia Ouolof en 2020...	60
Figure 36: Pluies maximales journalières $\geq 50\text{mm}$ à la station de Diémbéring en 2020	61
Figure 37: Evolution mensuelle des séquences sèches à Oussouye et à Kabrousse en 2020 .	62
Figure 38: Evolution mensuelle des séquences sèches à Loudia Ouolof et à Diémbéring en 2020	63
Figure 39: Evolution de la durée de l'hivernage à Oussouye de 1971 à 2020	67

Figure 40 : Evolution de la durée de l'hivernage à Kabrousse de 1986 à 2020.....	69
Figure 41: Evolution de la durée de l'hivernage à Loudia Ouolof de 1981 à 2020	71
Figure 42: Evolution mensuelle des séquences sèches à Oussouye et à Loudia de 1980 à 2020	73
Figure 43: Evolution mensuelle des séquences sèches à Kabrousse de 1986 à 2020	73
Figure 44: Perception des paysans sur la durée de l'hivernage 2020 (enquêtes Mansaly, 2022)	74
Figure 45: Perception des paysans sur les impacts des pluies extrêmes sur les activités agricoles et sur les cultures (enquêtes Mansaly, 2022)	75
Figure 46 : Rendements agricoles des différentes spéculations en pourcentage de 2010 à 2020	80
Figure 47: Production agricole des différentes spéculations de 2010 à 2020 dans le département d'Oussouye	81

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau de synthèse de la méthode d'échantillonnage	14
Tableau 2: Fréquences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à Oussouye de 1971 à 2020	42
Tableau 3: Fréquences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à Kabrousse de 1986 à 2020	42
Tableau 4: Fréquences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ à Loudia Ouolof de 1981 à 2020....	43
Tableau 5: Caractéristiques de la durée de l'hivernage à Oussouye de 1971 à 2020	66
Tableau 6: Variabilité des dates de début, de fin et de la longueur de l'hivernage à Oussouye de 1971 à 2020	67
Tableau 7: Caractéristiques de la durée de l'hivernage à Kabrousse de 1986 à 2020	68
Tableau 8: Variabilité des dates de début, de fin et de la longueur de l'hivernage à Kabrousse de 1986 à 2020	68
Tableau 9: Caractéristiques de la durée de l'hivernage à Loudia Ouolof de 1981 à 2020	69
Tableau 10: Variabilité des dates de début, de fin et de la longueur de l'hivernage à Loudia Ouolof de 1981 à 2020	70
Tableau 11: Données des dates extrêmes de début et de fin de l'hivernage dans le département d'oussouye	71
Tableau 12: Calendrier des activités agricoles en saison des pluies dans le département d'Oussouye.....	78

Tableau 13: Evolution des superficies emblavées par spéculation dans le département d'Oussouye de 2010 à 2020	79
Tableau 14: Rendements des différentes spéculations en 2020 par rapport à la moyenne 2010-2020.....	81
Tableau 15: Productions des différentes spéculations en 2020 par rapport à la moyenne 2010-2020	82
Tableau 16: Cartographie des acteurs de l'adaptation de l'agriculture à la variabilité climatique	88

Liste des photos

Photo 1: (a) Bottes de riz protégées avec de la toile à Kabrousse ; (b) Erosion hydrique à Kabrousse	76
Photo 2: (a) Repiquage du riz par les femmes à Diémbéring ; (b) Parcelle labourée à Effoque	77
Photo 3: (a) Riz à maturité dans les rizières de Kabrousse ; (b) Séchage de riz récolté à Kabrousse	78
Photo 4: Parcelle non cultivée à Effoc à cause du manque de main d'œuvre	84
Photo 5: (a) Digue équipée de vannes à Loudia Diola ; (b) Mini barrage à Effoc	94
Photo 6: Digue traditionnelle à Kabrousse	95
Photo 7: Système de drainage traditionnel (extrait mémoire Diatta J.P.M. 2015).....	96
Photo 8: Parcelle maraichère dans la commune de Diémbéring	97
Photo 9: Puit dans la parcelle pour arroser les plantes à Diémbéring	98

TABLES DES MATIERES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
SIGLES ET ACRONYMES	iii
RÉSUMÉ.....	v
ABSTRACT	vi
SOMMAIRE.....	vii
I. INTRODUCTION GENERALE	1
1 Problématique	2
Contexte	2
Justification	4
1.1 Questions de recherche	5
1.2 Objectifs de recherche	5
1.3 Hypothèses de recherche	6
1.4 Etat de l’art	6
1.5 Analyse conceptuelle	8
2 Méthodologie	12
2.1 La revue documentaire	12
2.2 La collecte de données.....	12
2.3 Le traitement et l’analyse des données	15
Analyse des extrêmes pluviométriques.....	16
Analyse des paramètres agro climatiques	16
II. Présentation de la zone d’étude	16
A. Les aspects physiques du département d’Oussouye	17
1 Le climat	17
1.1 La pluviométrie.....	18
1.2 La température	19
1.3 L’humidité relative	20
1.4 L’évaporation.....	21
2 Le relief	22
3 Les sols.....	22

4	Le réseau hydrographique.....	24
5	La végétation.....	25
B.	Les aspects humains du département d'Oussouye.....	26
1	La population.....	26
2	L'agriculture.....	27
3	La pêche.....	28
4	Le tourisme.....	29
	PREMIERE PARTIE : EVOLUTION DES PRECIPITATIONS EXTREMES ET ANALYSE DE L'HIVERNAGE 2020	30
	Chapitre 1 : L'évolution des précipitations extrêmes dans le département d'Oussouye.....	31
1	Nombre de jours de pluies dans le département d'Oussouye.....	31
2	Le nombre de jours de pluies $\geq 50\text{mm}$ dans le département d'Oussouye.....	36
3	Analyse des fréquences des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ dans le département d'Oussouye.....	41
4	Evolution décennale des pluies journalières $\geq 50\text{mm}$ dans le département d'Oussouye.....	43
	Chapitre 2 : Analyse des précipitations de l'hivernage 2020.....	47
1	Evolution mensuelle de la pluviométrie.....	47
2	Evolution décadaire des précipitations.....	50
3	Evolution mensuelle du nombre de jours de pluies.....	54
4	Evolution décadaire du nombre de jours de pluies.....	55
5	Analyse des pluies journalières maximales de l'hivernage 2020.....	56
6	Les pauses pluviométriques de l'hivernage 2020.....	61
	DEUXIEME PARTIE : IMPACTS DES PRECIPITATIONS EXTREMES SUR LE CALENDRIER CULTURAL	64
	Chapitre 3 : Analyse des paramètres agro-climatiques.....	65
1	Evolution de la durée de l'hivernage.....	65
2	Evolution mensuelle des séquences sèches.....	72
	Chapitre 4 : Impacts des pluies extrêmes sur le calendrier cultural.....	74
1	La durée de l'hivernage 2020.....	74
2	Les pauses pluviométriques.....	74
3	Impacts des pluies extrêmes sur le calendrier cultural.....	75
4	Les spéculations cultivées dans le département.....	76
5	Le calendrier des activités agricoles dans le département.....	76
6	Les surfaces cultivables.....	79

7	Les rendements agricoles	80
8	La production agricole	81
9	Les facteurs de la production non liés à la pluviométrie.....	82
TROISIEME PARTIE : LES MESURES ET STRATEGIES ADOPTEES FACE AUX CONSEQUENCES LIEES AUX PRECIPITATIONS EXTREMES.....		85
Chapitre 5 : Les acteurs intervenant dans le domaine de l'agro climatologie.....		86
1	Le rôle des acteurs du secteur de l'agro climatologie.....	86
1.1	L'Etat et ses services techniques déconcentrés	86
1.2	Les institutions de recherche	87
1.3	Les partenaires techniques et financiers et les ONG	87
1.4	Les organisations paysannes et les paysans.....	87
2	La cartographie des acteurs du secteur agro climatologie	87
Chapitre 6 : Les mesures et stratégies d'adaptation face aux pluies extrêmes.....		92
1	Les politiques agricoles adoptées au Sénégal de 2000 jusqu'à nos jours	92
2	Les stratégies d'adaptation moderne.....	93
2.1	Les mini-barrages munis d'ouvrages d'évacuateurs de crue.....	93
2.2	Introduction de nouvelles variétés culturales adaptées.....	94
2.3	Diffusion de l'information climatique.....	94
3	Les stratégies d'adaptation communautaire.....	95
3.1	Les digues traditionnelles et diguettes.....	95
3.2	Système de drainage traditionnel des eaux pluviales	96
3.3	La diversification des cultures pluviales	96
3.4	Le maraîchage (culture de contre-saison).....	97
3.5	L'arboriculture.....	98
CONCLUSION GENERALE		99
BIBLIOGRAPHIE		101
ANNEXES		105
TABLE DES ILLUSTRATIONS		113
TABLES DES MATIERES		117