

**UNIVERSITÉ ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR**



**UFR DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

**DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE**

**MASTER : ESPACES, SOCIÉTÉS ET DÉVELOPPEMENT**  
**SPÉCIALITE : ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT**

**MÉMOIRE DE MASTER :**

**SALINISATION DES TERRES RIZICOLES DANS LA COMMUNE DE  
DJIBANAR (RÉGION DE SÉDHIU) : MANIFESTATIONS, IMPACTS ET  
STRATÉGIES D'ADAPTATION**

**Présentée et soutenue par :**

Youssouph MANSALY

**Sous la direction de :**

Dr El Hadji Balla DIEYE (UASZ)

**Sous la supervision de :**

Dr Oumar SY (UASZ)

Soutenu publiquement le 30 mars 2019 devant le jury composé :

<b>Prénom(s) et Nom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>	<b>Établissement</b>
Tidiane SANE	Maitre de Conférences	Président	UASZ
Oumar SY	Maitre de Conférences	Directeur de mémoire	UASZ
El Hadji Balla DIEYE	Maitre-Assistant	Directeur de mémoire	UASZ
Siré Diedhiou SALL	Maitre-Assistant	Membre	UASZ
Cheikh FAYE	Maitre-Assistant	Membre	UASZ

*Année universitaire 2017 – 2018*

## DEDICACES

Je dédie ce travail à mes parents :

A ma mère Satou Mané ;

A mon père François dit « le vieux » (paix à son âme) ;

A Baboucar Mansaly de Birkama, (paix à son âme) ;

Et à ma tante Maï Mansaly dite « *Abarro* » (paix à son âme), à qui je dois tant et sans qui ce parcours n'aurait pas été possible. Ils ont été les premiers à m'encourager dans tous mes projets.

## REMERCIEMENTS

Avant de présenter les résultats de ce travail de recherche, je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à son aboutissement.

Je remercie mes parents, mes frères et sœurs qui m'ont toujours encouragé à travailler et à aller de l'avant. Merci pour vos conseils avisés, encouragements et soutiens.

J'exprime mes profonds remerciements à mon directeur de mémoire, Dr El Hadji Balla Dièye et au Pr Oumar Sy, pour avoir accepté d'encadrer ce travail de recherche. Merci d'avoir accepté de guider mes premiers pas dans la recherche, malgré vos charges pédagogiques.

Je remercie les membres de jury qui ont bien voulu consacrer une partie de leur temps pour évaluer ce travail. Merci à Mme Siré Diédhiou Sall pour ses orientations et suggestions durant la phase de collecte et de traitement des données relatives à la salinité des sols. Merci également, au Pr Tidiane Sané et au Dr Cheik Faye pour les orientations et encouragements. Merci aux responsables du Laboratoire d'Agroforesterie pour le prêt de matériels de terrain, à ceux des Laboratoires de Chimie et de Physique pour les analyses physico-chimiques des échantillons de sol.

Je remercie toutes les personnes ressources avec qui nous avons échangé pour obtenir des données ou des informations. Il s'agit particulièrement du Maire et du Secrétaire de la commune de Djibanar, des chefs de villages et des ménagères interrogées dans ladite commune et des représentants des partenaires au développement de cette collectivité locale : l'Institut National de Pédologie (INP) de Sédhiou, l'Agence Nationale du Conseil Agricole et Rurale (ANCAR), Programme d'appui au Programme National d'Investissement en Agriculture du Sénégal (PAPSEN) et de la Coopération Turque (TIKA). Merci particulièrement aux chefs des villages de Djibanar et de Birkama, qui ont accepté de m'accompagner dans les vallées pendant mes observations de terrain et la vérification des cartes.

Je remercie aussi tous les enseignants du département de géographie de l'UASZ et les intervenants qui ont beaucoup contribué à notre formation. Merci aussi à tous les doctorants du département de géographie, d'agroforesterie et de Physique de l'UASZ. Je remercie particulièrement Boubacar Solly, Boubacar Demba Ba, Mamadou Thior, Yancouba Sané et Alexandre Badiane (doctorants en géographie), Arfang Ousmane Kémo Goudiaby (doctorant en agroforesterie) pour leur disponibilité.

Je remercie Monsieur Aba Diémé, Denis Yafaye Sadio et Bassirou Sadio pour leurs assistances et encouragements. Merci également à Mamadou Adrien Sadio, Antoine Sadio, Jean Baptiste Mansaly, Sona Mansaly, Jean Moussa et Angèle Sophie Mansaly qui m'ont outillé en

documents durant mon cursus scolaire. Un merci spécial à mon ami Mario Basse qui a accepté de m'héberger dans sa chambre durant tous mes séjours à Dakar.

Je remercie également tous mes tuteurs et tutrices pour les innombrables services fournis à mon égard. Il s'agit particulièrement de Modou Touré et sa famille, Martin Bassène et ses frères, Marie Augustine Missao et sa famille, Babou Mansaly et sa famille, Moussa Camara et ses frères, mon oncle Youssouph Sadio, Salif Mané et Malang Sadio.

Nos remerciements s'adressent aussi à M. Guy Mbatchou, Directeur du campus numérique et aux agents de sécurité, Henry Diémé et Abdoulaye Ba du campus numérique (CNF) et Pierre Badoumou de l'espace sociopédagogique de l'UASZ pour nous avoir autorisés à travailler dans les salles de garde à chaque fois que cela était nécessaire.

Je remercie l'IEF de Goudomp, particulièrement Moussa Diatta, les inspecteurs Sané et Jacque Diatta.

Mes remerciements s'adressent aussi à mes promotionnaires, à toutes les personnes qui étaient proches de moi durant tout mon cursus scolaire et surtout durant mes travaux de terrain. Il s'agit particulièrement de Malamine Sighaté Mané, Ibou Biaye, Alassane Biaye, Ismaïla Mané, Aliou Mané, Thomas Dembo Sadio, Soda Marième Mansaly, Arfang Diamba Mansaly, Mohsime Sall, Abdou Kharime Dramé, Joseph Tendeng, Adama Manga, Saliou Ndione, Assane Faye, Noumo Mané, etc.

## RESUME

La salinisation des terres est de nos jours un phénomène mondial et constitue une contrainte majeure pour la mise en valeur des terres agricoles. En Casamance, les terres rizicoles généralement constituées de bas-fonds, sont soumises à des risques de dégradations très intenses essentiellement liées à la salinisation, un phénomène aux mécanismes complexes dont les facteurs à l'origine sont d'ordre naturel et anthropiques. Ce mémoire vise à analyser le phénomène de salinisation des terres à l'échelle de la commune de Djibanar (Moyenne-Casamance). La méthodologie adoptée s'appuie sur l'exploitation des données de terrain, des images aériennes et spatiales et de données climatiques et démographiques. L'analyse diachronique de l'occupation des sols a mis en évidence une régression des terres rizicoles exploitées au profit de celles non exploitées et des tannes. Les mesures *in situ* de la salinité des eaux de surface, ainsi que l'analyse physico-chimique des échantillons de sol prélevés dans les rizières ont montré une dégradation de la qualité des eaux et des sols dans la commune de Djibanar. La salinité des eaux croît d'aval vers l'amont du fleuve et en direction des vallées. Cette variation de la salinité de ces eaux témoigne du fonctionnement anormal du réseau hydrographique où les rivières et les fleuves sont alimentés par la mer. Quant à la salinité des sols, les plus importantes valeurs sont notées au niveau des profils situés près du fleuve ou de ses défluent et les plus faibles valeurs sont notées dans les profils situés dans les parties les plus en amont des vallées et encore exploitées. La variation de la salinité des sols entre les campagnes d'échantillonnage montre une baisse de la salinité sur l'essentiel des profils et illustre un dessalement partiel des sols de bas-fonds dans la commune de Djibanar. La dégradation des terres rizicoles par salinisation a comme conséquence directe la baisse des rendements en riz cultivé et la dégradation du couvert végétal due au stress salin. Face à la gravité de ce phénomène de salinité des terres rizicoles, les riziculteurs, en accord avec l'Etat et les partenaires au développement, ont développé des stratégies de lutte (endiguement, drainage, paillage, reboisement de la mangrove) et d'adaptation (pratiques culturales, amendement, sélection des variétés de riz plus adaptées, épandage du phosphogypse) leur permettant de renforcer leur résilience à ces mutations environnementales. Cependant, ces stratégies s'avèrent souvent peu efficaces pour réhabiliter les parcelles rizicoles affectées par la salinisation, encore moins pour protéger durablement les parcelles non affectées.

**Mots clés:** salinité, analyse diachronique, riziculture, dégradation des bas-fonds, stratégies d'adaptation, Casamance, Djibanar.

## SUMMARY

Nowadays land salinization is a world phenomenon and it constitutes a major constraint for rice land enhancement. In Casamance, rice land generally constituted of shallows, are submitted to degradation risks very intense due to salinization, a complex mechanisms phenomenon whose factors are natural or anthropogenic. This memory aims to analyze impacts of land salinization at scale of Djibanar town (medium Casamance).

The adopted methods base on the field data's exploitation (inquest data and interview, GPS landmarks, water and ground salinity measure), air spatial data and climatic data).

Diachronic map produced highlight regression of exploited rice land for the benefit of non-exploited and tanned. The measure in situ of water and earth salinity (sea and backwater), so the physicochemical of sample of deducted ground in the rice field have shown a quality of water and ground degradation in Djibanar town. Water salinization increases from downstream to upstream of the river and in direction of valley.

This variation of water salinity shows the abnormal operation of water system where rice field and river are fed by the sea. As to ground salinity, it's more important in the level of salted profile situated near the river or its distributaries and it's more weak in the non-salted outline situated in the parts the most upstream valley and exploited again. The variation of ground salinity between sampling campaign shows the salinity lowering on essential of profiles and illustrates a partial desalination of grounds shallows in the town of Djibanar. The rice land degradation by salinization has direct consequences such as the lowering of refined rice yield and the degradation vegetation cover due to salt stress. Given the seriousness of this salinization phenomenon of rice land in the town of Djibanar, the rice farmers, in accordance with State and development partners, have developed strategies (containment, drainage, mulching and mangrove reforestation) and adapting (cultural practices, amending, varieties selection of more adapted rice, spreaders of phosphogypsum) allowing them to reinforce their resilience to these environmental mutations.

However, these strategies prove often efficacy to rehabilitate rice land parcels affected by the salinization, even less to protect durably the non-affected parcels.

**Keys words:** salinization, salinity, diachronic analysis, rice field, impacts, adapting strategies, Casamance, Djibanar.

## SIGLES ET ABREVIATIONS

---

ANCAR	: Agence Nationale du Conseil Agricole et Rural
ANRAC	: Agence Nationale de Relance des Activités en Casamance
ANSD	: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
CE	: Conductivité Electrique
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FRAO	: Fondation Rurale de l'Afrique de l'Ouest
GPS	: Global Positioning System
INP	: Institut National de Pédologie
ISF	: Indice Synthétique de Fécondité
MAC	: Mission Agricole Chinoise
MCA	: Millionium Chalance Aucount
PAM	: Programme Alimentaire Mondial
PAPSEN	: Programme d'appui au Programme National d'Investissement en Agriculture du Sénégal
pH	: potentiel Hydrogène
Pmm	: Précipitations en millimètre
PNIA	: Programme National d'Investissement en Agriculture
PROGES	: Projet de Gestion de l'Eau dans la zone Sud
RGPHAE	: Recensement Général de la Population, de l'Habitat, l'Agriculture et l'Elevage
UASZ	: Université Assane Seck de Ziguinchor
UCAD	: Université cheikh Anta Diop de Dakar
UTM	: Universal Mercator Transverse
WGS	: World Geodetic System

## SOMMAIRE

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Première partie : Cadre théorique et démarche méthodologique .....</b>	<b>2</b>
Chapitre 1 : Cadre théorique .....	3
Chapitre 2 : Démarche méthodologique .....	14
<b>Deuxième partie : Caractéristiques de la zone d'étude .....</b>	<b>27</b>
Chapitre 3 : Présentation du cadre physique de la commune de Djibanar.....	28
Chapitre 4 : Caractéristiques démographiques et socioéconomiques de la commune.....	38
<b>Troisième Partie : Dynamique de l'occupation du sol et manifestations de la salinisation des terres rizicoles .....</b>	<b>48</b>
Chapitre 5 : Évolution spatio-temporelle de l'occupation des sols de la commune .....	49
Chapitre 6 : Étude de la salinité des eaux de surface et des sols dans la commune .....	61
<b>Quatrième partie : Effets de la salinisation des terres rizicoles et les stratégies de lutte et d'adaptation dans la commune de Djibanar.....</b>	<b>76</b>
Chapitre 7 : Facteurs explicatifs de la salinisation des terres rizicoles dans le terroir de la commune de Djibanar .....	77
Chapitre 8 : Impacts environnementaux et socioéconomiques générés par la salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar .....	89
Chapitre 9 : Stratégies de lutte et d'adaptation à la salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar .....	101
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>118</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>119</b>
<b>Liste des illustrations .....</b>	<b>I</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>V</b>
<b>Tables des matières .....</b>	<b>XXII</b>



## INTRODUCTION GENERALE

---

La salinité des terres est perçue comme la concentration de sels neutres dans le profil de sol, en quantité suffisante pour affecter ses aptitudes agronomiques (augmentation de la pression osmotique provoquant un stress hydrique de la plante (Lacharme, 2001). Elle est de nos jours un phénomène mondial et constitue une contrainte majeure pour la mise en valeur des terres agricoles. Diverses études montrent que des étendues très importantes de terres surtout cultivables sont sensiblement affectées par la salinisation (Reichardt, 1983). Legros (2009) confirme que 400 millions d'hectares de terre sont affectés par la salinisation et une autre surface équivalente est gravement menacée.

La Casamance, jadis soumise à des conditions climatiques favorables à une riziculture productive, est confrontée à un problème de dégradation des terres qui s'amplifie au fil des années. La sécheresse des années 1970 a favorisé la remontée du biseau salé sur l'estuaire de la Casamance, qui est un des principaux facteurs de la perte des terres arables surtout rizicoles. La sécheresse a modifié les conditions écologiques de la Casamance : la mangrove meurt, les rizières deviennent sursalées et sont abandonnées (Olivry, 1987 ; Sané, 2017). Ainsi, les parcelles rizicoles qui longent le fleuve Casamance, les *bolongs* ou les vasières à mangrove jadis favorables à la riziculture sont aujourd'hui vivement affectées par la salinisation, voire menacées de disparition.

Dans la commune de Djibanar, la salinisation des terres prend des proportions inquiétantes mettant les populations dans des situations de fortes vulnérabilités. L'intrusion des eaux salées du fleuve dans les rizières (Kébé, 2006) a entraîné la perte des terres rizicoles exploitées par salinisation. Face à cette situation, des tentatives de réhabilitation de ces terres ont été développées, mais la dégradation des terres favorables à la riziculture ne cesse de s'accroître dans l'espace et dans le temps.

Cette salinisation constitue-t-elle toujours une contrainte majeure pour la production du riz locale dans la commune. Nous analyserons la dynamique spatio-temporelle des terres rizicoles salées, de la salinité des eaux de surface et des sols de bas-fonds et, identifierons les facteurs, les impacts et les stratégies d'adaptations.

---

**PREMIERE PARTIE :**  
**CADRE THEORIQUE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE**

---

Cette partie du mémoire présente le cadre théorique (problématique, contexte, justifications, objectifs, etc.), ainsi que la démarche méthodologique adoptée pour atteindre les objectifs de recherche.

## CHAPITRE 1 : CADRE THEORIQUE

---

### I. La problématique

#### I.1. Le contexte

Cette étude s'inscrit dans un contexte marqué par la dégradation des terres due essentiellement au changement climatique. La planète terrestre a connu des mutations très considérables et est actuellement affectée par les impacts des changements climatiques qui varient d'une région à un autre (FAO, 2011). Ainsi, les conditions de vie deviennent de plus en plus difficiles avec des agressions sans cesse croissantes de l'environnement. Selon Chotte et *al.*, (2015), les trajectoires de développement ont placé des populations ou des secteurs d'activité dans des situations de fortes vulnérabilités au regard du changement climatique et de ses conséquences sur les activités agricoles, les écosystèmes et les ressources naturelles. Les changements générés par ce dérèglement climatique sont lourds de conséquences directes et indirectes, d'enjeux cruciaux pour les sociétés humaines qui ne cessent de s'interroger ou de s'inquiéter sur l'évolution de nos ressources et de leurs préservations (Chotte et *al.*, 2015). Aussi, ces ressources dégradées et fragilisées continuent d'être sollicitées par les populations aggravant de ce fait leur vulnérabilité. D'après Sagna et *al.*, (2015), le monde entier observe actuellement une modification importante des paramètres climatiques dont les plus perceptibles concernent la température à travers le réchauffement global, les manifestations de canicule et la variabilité pluviométrique. Ces modifications n'épargnent pas les populations d'Afrique qui ne sont pas suffisamment outillées pour y faire face. D'autres impacts, comme l'avancée de la mer et le relèvement de son niveau, l'érosion côtière et des sols, la perte de terres arables et de pâturages, la salinisation de l'eau ou son insuffisance pour les activités humaines, la migration de populations vers des zones plus favorables, etc., sont tout aussi redoutables (Sagna et *al.*, 2015). Selon Sané (2017), la variabilité climatique, un aspect important en milieu tropical, semble être un des éléments déclencheurs des transformations environnementales passées et actuelles observées dans la région de Ziguinchor. Cette variabilité climatique a entraîné d'autres événements extrêmes aux contours complexes (salinité élevée des eaux et des sols, acidité des sols, etc.), rendant inapte la riziculture dans de nombreuses parcelles de la région.

La salinisation des terres, constitue entre autres, une des conséquences et manifestations les plus néfastes des changements climatiques. Le monde perd 10 hectares de terres arables chaque minute dont 3 hectares à cause de la salinisation (Kovda, 1983). Cette salinisation touche d'importantes étendues de terre sur la surface terrestre, particulièrement des superficies favorables à l'agriculture. Les sols salins représentent 33 % des terres arables, soit 7 % de la

surface de la Terre (Gupta et Abrol, 1990). Selon Thiam (2008), un tiers des surfaces agricoles sénégalaises est affecté par la salinisation et souvent abandonné au profit des friches inutilisables même par le cheptel. Il ajoute que sur les 3 800 000 ha de surfaces culturales, plus de 1 230 000 ha sont affectés par la salinisation.

Le déficit pluviométrique noté durant les années de sécheresse (1970 et 1980) constitue la principale cause de la salinisation des terres dans la plupart des pays de l'Afrique de l'ouest et particulièrement au Sénégal (Ndong, 1995). Les effets de la sécheresse apparaissent à travers l'hypersalinisation des marigots de la Casamance et des estuaires du Saloum, ou de la remontée du biseau salé dans le fleuve Sénégal (Ndong, 1995). La végétation naturelle de la mangrove se dégrade progressivement et est remplacée par des tannes nues à efflorescences salines (Grdr et *al.*, 2017 ; Bassène, 2016 ; Dièye et *al.*, 2013).

Par ailleurs, dans les vallées de la commune de Djibanar, la dégradation des terres rizicoles par salinisation ne cesse de gagner du terrain. Une importante superficie de terres rizicoles est affectée par la salinisation et plusieurs parcelles encore exploitées sont vivement menacées par ce phénomène.

## **I.2. La justification**

Selon Dron et Guérin (2018), les sols sont les supports des principales ressources utilisées par les hommes (nourritures, matériaux, énergie, paysages, et même, très longtemps, les principales incarnations du sacré). Ainsi, l'essentiel des aliments consommés par l'Homme provient du travail de la terre. De ce fait, le secteur agricole occupe une place importante dans les activités socioéconomiques des populations dans les pays en développement particulièrement en milieu rural. Au Sénégal, l'agriculture est d'une importance capitale, aussi bien au niveau macroéconomique avec les devises générées pour l'État, que microéconomique compte tenu de son rôle dans le bien-être des ménages (Samaké, 2015). En Casamance, l'agriculture constitue le pilier de l'économie rurale et jouit des conditions climatiques favorables, qui jadis, permettaient aux paysans d'avoir de meilleures récoltes. Le riz est l'une des céréales les plus consommées dans le monde (De Man et *al.*, 2015) et constitue un important levier alimentaire dans les ménages en Casamance. Cependant, les conditions de sa production se sont détériorées dans le temps. En effet, depuis 1970, le déficit pluviométrique sur l'ensemble du territoire Sénégalais est chronique et la tendance générale était la baisse (Ndong, 1995). Sagna (2005) révèle, à travers l'analyse de la pluviométrie de la période 1970-2000 dans la zone soudanienne sénégalaise, un affaiblissement global des classes à forte pluviométrie et un renforcement des classes à moyenne et faible pluviométrie. D'après Ndong (1995), les incidences de cette péjoration pluviométrique sont considérables sur les milieux physiques

notamment sur les sols et la végétation. Les impacts de ce dérèglement climatique se traduisent, entre autres, par une salinisation des périmètres rizicoles des bas-fonds qui constituent les principales zones de production du riz locale en Casamance. Conformément à Kébé (2006), l'intrusion des eaux salées du fleuve dans les vallées de la commune de Djibanar, a entraîné la salinisation des rizières et par conséquent une régression des parcelles rizicoles exploitées. Ce phénomène de salinité des terres ne cesse de gagner du terrain dans ladite commune. Les parcelles rizicoles sont en train d'être affectées progressivement.

La crise armée, qui sévit en Casamance depuis les années 80, a empiré le phénomène de dégradation des terres rizicoles dans beaucoup de terroirs villageois dans cette partie sud du Sénégal. En effet, beaucoup de villages ont été abandonnés par les populations fuyant les hostilités (Amnesty, 1998). Par conséquent, les terres agricoles sont abandonnées, sans culture ni entretien durant plusieurs années. Aussi, certaines terres de culture de rente et pistes de production ont fait l'objet de minage durant le conflit, empêchant leur exploitation. Les surfaces rizicoles exploitées durant cette période étaient localisées dans les villages non abandonnés qui sont situés essentiellement le long de la route nationale (RN6) dans la partie sud de la région de Sédhiou. Cette situation justifiait l'infériorité des terres rizicoles exploitées par rapport à la demande durant cette période de crise.

Face à cette situation de détresse, des efforts de revalorisation des terres salées sont notés au niveau sous régional, national, régional et local. Parmi les stratégies de lutte contre la salinisation des terres, nous notons la construction des barrages anti-sel sur le fleuve Sénégal (Diama), des barrages mobiles (Guidel et Affiniam) sur les affluents de la Casamance et d'un pont-barrage en Gambie (Balingho) (Ndong, 1995). Aussi, de nombreuses digues anti sel sont construites dans l'essentiel des vallées de la Casamance. Malgré ces aménagements, la salinisation des terres agricoles en général et rizicoles en particulier demeure toujours un problème réel et ne cesse d'inquiéter les acteurs rizicoles. Ce présent travail de recherche de master cherche à mieux comprendre la problématique de salinisation des terres rizicoles à une échelle locale, la commune de Djibanar à travers une analyse des éléments responsables et des conséquences environnementales et socioéconomiques et une identification des stratégies développées dans la commune afin de renforcer la capacité de résilience des populations en réponse à la dégradation de leurs zones de production.

## **II. Les questions de recherche**

### **II.1. La question principale**

La salinisation des terres constitue-t-elle une contrainte majeure pour la mise en valeur des terres rizicoles dans le terroir de la commune de Djibanar ?

## **II.2. Les questions secondaires**

- ✓ Comment se manifeste le phénomène de salinité des eaux de surface et des sols dans la commune de Djibanar ?
- ✓ Quels sont les facteurs à l'origine de la salinisation des terres rizicoles dans la zone étudiée ?
- ✓ Quels sont les impacts environnementaux et socioéconomiques de la salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar ?
- ✓ Quelles sont les stratégies d'adaptation développées par la population autochtone en accord avec leurs partenaires pour faire face au phénomène de salinisation des terres rizicoles ?

## **III. Les objectifs**

### **III.1. L'objectif général**

L'objectif principal de cette étude est d'analyser le phénomène de salinité des terres rizicoles dans la Commune de Djibanar.

### **III.2. Les objectifs spécifiques**

Il s'agit spécifiquement :

- ✓ de montrer l'évolution spatio-temporelle des terres rizicoles salées et de la salinité des eaux et des sols dans la commune de Djibanar ;
- ✓ d'identifier les impacts environnementaux et socioéconomiques générés par la salinité des terres rizicoles dans la commune de Djibanar ;
- ✓ de déterminer les stratégies d'adaptation développées par les acteurs rizicoles de la commune et leurs partenaires pour faire face au phénomène de salinisation des terres rizicoles.

## **IV. Les hypothèses**

### **IV.1. L'hypothèse générale**

La dégradation des terres rizicoles par salinisation constitue un problème majeur pour la production du riz local dans la commune de Djibanar.

### **IV.2. Les hypothèses de recherches**

- ✓ les facteurs naturels et anthropiques sont à l'origine de la salinité, l'accroissement des terres rizicoles salées;
- ✓ la salinité a entraîné la dégradation physico-chimique des terres rizicoles et la baisse des rendements dans la commune de Djibanar ;

- ✓ les stratégies d'adaptations mises en place par la population et leurs partenaires sont relativement efficaces pour faire face à la salinité des terres rizicoles dans la commune de Djibanar.

## **V. La revue de la littérature**

La recherche documentaire nous a permis d'avoir des pistes de réflexion sur la salinité des sols. Des travaux de recherche menés par divers chercheurs ont mis en évidence l'ampleur, les causes et quelques impacts de la salinisation des terres dans le monde. L'essentiel de ces études relate aussi les méthodes et les outils de diagnostic de la salinité des sols et des eaux, les procédés de suivi de la salinisation des terres, de même que les stratégies d'adaptation à adopter pour y faire face.

Les travaux Gupta et Abrol (1990) montrent que la salinisation des terres a affecté une importante superficie de la planète terrestre, 33 % des terres arables sont devenues salines et représentent 7 % de la superficie de la Terre. Legros (2009) révèle que 400 millions d'hectares de terre dans le monde sont affectés par la salinisation et une autre surface équivalente est gravement menacée par ce phénomène.

Au Sénégal, d'après Sadio (1988), déjà dans les années 1920, la sécheresse avait entraîné une salinisation du domaine fluviomarine. De plus, la salinisation des sols et de l'eau est devenue l'une des contraintes édaphiques les plus importantes dans les environnements de la riziculture (Gassama, 2013).

Manzelli *et al.*, (2013) révèlent que 30 vallées de la région de Sédhiou, sont affectées par la salinisation. Parmi ces vallées affectées par la salinisation, 12 vallées sont localisées dans le département de Sédhiou, 12 vallées dans celui de Goudomp et 6 vallées dans le département de Bounkiling. Il faut noter que 23 de ces vallées affectées ne sont pas aménagées contre 8 vallées seulement aménagées. D'après Dale (2001), l'intrusion des eaux du fleuve Casamance dans la vallée de Djibanar rend difficile la mise en valeur de ses terres rizicoles.

Par ailleurs, le diagnostic et le suivi l'évolution spatiale des sols salins, ainsi que l'appréciation de l'ampleur du phénomène de salinisation sont possibles grâce un certain nombre d'outils et de méthodes.

Sonakho (2007) a étudié le phénomène de salinisation des terres dans les communes de Latmingué et de Ndiaffate situées dans la région de Kaolack à travers l'analyse au laboratoire des sédiments prélevés, les observations et les enquêtes sur le terrain. Avec une approche similaire, Sané (2016) a étudié la dégradation des terres par salinisation dans la commune de Tenghory en faisant recours à l'imagerie satellitaire pour étudier la dynamique de l'occupation des sols en mettant en exergue les terres rizicoles dégradées.

En Afrique de l'Ouest, plusieurs publications scientifiques (Montoroi, 1996 ; Barbiéro et *al.*, 2009) ont fait recours à des méthodes biophysiques en vue d'estimer la variabilité spatiale de la salinité des sols. Au Niger, Guéro (2000) a utilisé la méthode électromagnétique (EM 38) pour cartographier la salinité des sols de Kollo ; cette méthode étant la plus simple à mettre en œuvre et la plus utilisée en routine (Adam, 2011). Par ailleurs, une nouvelle approche de suivi des sols salins, basée sur l'application de la télédétection et des SIG pour étudier la salinité des sols, paraît encore plus probable d'aboutir à des résultats plus satisfaisants et convaincants (Abdelkader et Lépinard, 2010). Ainsi, les contraintes imposées par le phénomène de la salinisation intense des terres sont mieux illustrées par la cartographie de la couverture pédologique selon le concept d'"état de surface" (Mougenot et *al.*, 1993). Cette approche, du fait des détails fins qu'elle fournit et la spatialisation de la manifestation de la salinisation des terres, s'avère très utile pour suivre la dynamique de ce phénomène.

Les travaux de Ghérina et *al.*, (2009) sur l'étude de la salinisation dans la plaine de Bas Chélif en Algérie, basés sur la comparaison des classes issues de l'imagerie satellitaire ASTER et les cartes de salinité mesurées, ont montré une bonne répartition spatiale des niveaux de la salinité des sols. Abordant dans le même sillage, l'étude diachronique à travers l'imagerie satellitaire Spot multidates, a permis de retracer l'évolution de la salinisation des sols en Basse Casamance (Mougenot, 1989 et Mougenot et *al.*, 1990). Ainsi, l'exploitation des données satellitaires (Landsat et ASTER) a permis de détecter les potentialités offertes par les données de télédétection pour concevoir un ensemble de cartes thématiques qui distinguent, localisent et évaluent les étendues des sols salins à la surface de la zone d'étude dans la région de l'Ouergha » (Sadiki et *al.*, 2016). D'après ces auteurs, la détermination d'un certain nombre d'indices comme le NDSI et le NDVI a permis de localiser les zones les plus affectées par la salinité.

Les capteurs de télédétection actifs à l'image du Radar à Ouverture de Synthèse (RSO) sembleraient encore plus aptes à détecter la salinité des sols ; du fait qu'ils s'affranchissent des conditions atmosphériques (nuage) pouvant nuire à la prise de vue (Barbouchi et *al.*, 2013). Selon ces derniers, l'utilisation de l'imagerie radar reste encore faible du fait de leurs accès difficiles.

D'après Condom (2011), il existe une grande variabilité des manifestations du phénomène de salinisation et les processus de ce phénomène sont également dépendants des facteurs extérieurs, qui, dans le cas des sols rizicoles, sont très variables dans le temps et l'espace.



Les causes à l'origine de la salinisation peuvent être regroupées en deux grandes familles. Selon Barbouchi et al, (2013 op. cit.) les causes de la salinisation sont de deux natures : naturelles et anthropiques. Les causes dites naturelles sont principalement le déficit pluviométrique combiné à une forte évaporation qui entraîne l'apparition du sel sur la surface du sol par la remontée capillaire ou par immersion des sols par des eaux salées d'origine marine. En Casamance, le déficit pluviométrique des années 1970 a entraîné une hypersalinisation des eaux du fleuve qui, à leur tour, ont favorisé la sursalure des rizières et la dégradation de la mangrove (Mougenot et al., 1990 ; Olivry, 1987). En effet, d'après Sagna (2005), la période 1970 – 2000 est marquée essentiellement par des déficits pluviométriques.

Les facteurs anthropiques de la salinisation des terres sont d'après Grünberger (2015) et Djemaa (2011) principalement liés à l'agriculture irriguée. Mais également la déforestation constitue une des pratiques humaines qui favorise considérablement à la salinisation des terres dans le monde (Grünberger, 2015).

La salinisation des terres génère des impacts environnementaux et socioéconomiques très négatifs. Ainsi, les travaux de Wiebe et al., (2001) sur la salinité des sols ont montré qu'à de très faibles concentrations, certains sels présents à l'état naturel dans le sol sont absorbés comme éléments nutritifs par les végétaux. Cependant, à des concentrations plus élevées, les sels solubles peuvent empêcher les racines d'absorber l'eau et les éléments nutritifs et, ainsi, restreindre la croissance des plantes cultivées, d'où un rendement plus faible.

Les méfaits climatiques, bien connus en zone sahélienne depuis plus de vingt années, se sont fait ressentir en Basse-Casamance de façon particulière. Les terres rizicoles des bas-fonds ont été progressivement contaminées par les eaux de surface sursalées (Marius, 1982 ; Boivin et al., 1986 ; Montoroi, 1989 ; Boivin, 1990 ; Mougenot et al., 1990 in Monteroi, 1996).

Toutefois, l'évolution de la salinisation est souvent spécifique du milieu et des échelles de temps et d'espace étudiées. C'est pourquoi il est difficile de faire un transfert des résultats d'un contexte à un autre (Adam, 2011).

De ce fait, diverses stratégies ont été adoptées pour limiter ou atténuer l'amplification de ce phénomène, ainsi que les impacts qu'il engendre.

Albergel et al., (1991) signale que le Programme Alimentaire Mondial (PAM), l'Agence Nationale de Relance des Activités en Casamance (ANRAC) et d'autres structures de l'État (en citer) et ONG ou partenaires accompagnent les collectivités dans l'érection de digues anti sel et diguettes afin de lutter contre la salinisation des terres de culture.

Au-delà de ces petits ouvrages hydroagricoles, des barrages furent réalisés en Casamance, il s'agit du barrage de Guidel dont la construction remonte à 1980 qui avait pour

but de restaurer terres dégradées, puis de protéger 1150 ha de terres submergées par l'invasion marine ; et le barrage d'Affiniam, bâti sur le marigot de Bignona qui est un affluent du fleuve Casamance. Selon Descroix et *al.*, (2015), la construction du barrage d'Affiniam est induite par crise alimentaire occasionnée par la sécheresse des années 70 et 80 dont les effets ont considérablement dégradé l'environnement rizicole de la vallée de Bignona. Un des objectifs de ce barrage est de mobiliser les eaux de surface pour la riziculture (Descroix et *al.*, 2015).

Les travaux de Monteroi (1993) portant sur les sols et l'agriculture dans le domaine estuarien de la Basse-Casamance ont montré que le dessalement des terres en zone de mangrove est un travail délicat. Mais les techniques culturales traditionnelles, à travers l'amendement des sols, la sélection des variétés de riz, le développement des pépinières, la culture billonnée et le repiquage des plants de riz issu de pépinières, permettent de réduire la sensibilité des plants de riz à la salinité des sols et d'améliorer la production.

Les travaux de Bèye (1973) sur les polders de Médina et les tannes de la Casamance ont conclu que le dessalement des terres salines est possible et aboutit des résultats positifs, grâce au paillage et à l'amendement des terres avec l'apport d'engrais phosphaté. Un bon réseau de drainage permet d'évacuer les sels dissous affirment Barry et Posner (1985) in Mougenot et *al.*, (1990).

## **VII. La définition des mots clés**

### **✓ Agriculture**

L'agriculture se définit comme étant la transformation du milieu physique afin de produire des végétaux destinés à la consommation ou à la commercialisation (Brunet et *al.*, 1998). Ainsi, une agriculture durable doit prendre en compte l'impact de l'activité sur l'environnement et la production (Brunet et *al.*, 1998). Abordant dans le même sens, Ferét et Douguet (2001) pensent pour qu'une agriculture soit durable, elle doit « concilier l'économie et l'écologie » tout en intégrant la demande sociale tant en matière de qualité des produits qu'en terme de résultat sur la qualité de l'eau.

### **✓ Impact**

Étymologiquement, impact signifie « heurter », il est extrait du latin « impactus ». (Dictionnaire de Raymond 1984 in Grand Robert version 2.0.0.24). Dans les mots de la géographie de Brunet et al (1998), il est défini comme les conséquences éventuelles qui peuvent être générées par une nouvelle implantation un peu lourde. Dans le cadre de notre étude, les impacts sont perçus comme toutes les conséquences générées par le phénomène de la salinisation des terres agricoles.

### **✓ Riz**

Le riz est une monocotylédone de l'ordre des cypéales auxquelles appartiennent de nombreuses autres céréales. De la famille des poceaes, tribu des Oryzeae, il appartient au genre oryza (Kaboré, 2011). D'après Porteres (1950) in Monteroi (1996 a) et Kambou (2008), deux espèces de riz sont cultivées en Afrique, il s'agit d'Oryza glaberrima d'origine africaine et de l'Oryza sativa d'origine asiatique. Cette denrée alimentaire est une des plus cultivées et plus consommées dans le monde, notamment en Afrique. La Gambie et la Casamance constituent avec le delta du Niger un des plus anciens foyers rizicoles africains (1500 – 800 avant J.C), (Monteroi, 1996 op.cit).

#### ✓ **Riziculture**

La riziculture est définie comme la culture du riz (George et Verger, 1970). Elle est surtout caractérisée par une grande plasticité vis-à-vis de ses conditions d'alimentation hydriques (Courtois, 2007). C'est sur ce point que se fondent la plupart des classifications des types de riziculture (Courtois, 1988 ; George et Verger, 1970).

#### ✓ **Rizière**

D'après Brunet et al (1998), la rizière est un champ ou un ensemble de champ de riz, aplani, maintenu en eau par des endiguements. Elles se présentent le plus souvent sous forme de grands casiers aménagés, c'est-à-dire avec une certaine maîtrise de l'eau (Tréca, 1999). Selon Brouder et Hill (1995) in Triplet (2015), les rizières constituent des zones humides caractérisées par la présence quasi permanente ou permanente de l'eau et une humidité de ses sols. Elles sont fréquentées par diverses espèces d'oiseaux à différents moments de l'année.

#### ✓ **Salinisation**

Le mot salinisation tire son étymologie du mot « salin » et est défini comme étant l'augmentation de la teneur en sel dans une eau ou un sol (Dictionnaire le Grand Robert version 2.0.0.24). C'est dans ce sens que Lacharme (2001) définit la salinisation des terres comme étant la concentration de sels neutres dans le profil de sol, en quantité suffisante pour affecter ses aptitudes agronomiques (augmentation de la pression osmotique provoquant un stress hydrique de la plante. Grünberger (2015) définit la salinisation comme étant le processus qui accroît la quantité de sels dans les sols appelés « salinité des sols ». Il ajoute que la classification agronomique internationale retient dans les années 1960, une valeur de conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée du sol supérieur à 4 dS/cm comme la limite inférieure des sols salés. Cette valeur constitue le seuil de salinité au-delà duquel la plupart des plantes cultivées voient leur productivité baisser.

D'après Marlet et Job (2006), la salinisation est un terme générique caractérisant une augmentation progressive de la concentration des sels dans les sols sous l'influence d'apports

d'eau d'irrigation salée, de l'aridité du climat ou des conditions hydrologiques particulières (lessivage insuffisant, proximité de la nappe...). Elle est un processus qui se réalise dans le temps et dans l'espace par le biais de plusieurs facteurs qui peuvent être naturels (aridité du climat, condition hydrologique particulière) ou anthropiques (irrigation par des eaux saumâtres). Parmi ces définitions, nous retenons que la salinisation des terres est un processus d'accumulation du sel dans le sol ou une augmentation de sa teneur.

#### ✓ **Salinité**

La salinité est la quantité de sels contenue dans un sol ou une eau (George et Verger, 1970). Selon ces derniers, la salinité moyenne de l'eau de mer est de 34,72 g/l. la conductivité électrique de l'eau croît en même temps que la salinité (OMM (1994). D'après Grünberger (2015), les salinités mesurées par la conductivité électrique des extraits aqueux représentent l'ensemble des ions qui ont pu être mobilisés sous forme ionique par la dissolution et ne représentent qu'indirectement la distribution des formes d'accumulation des sels. Par ailleurs, la salure désigne l'aspect qualitatif de la salinité, déterminé par la présence du sel.

#### ✓ **Sol**

Le mot sol trouve son origine dans le mot latin «solum» Grand Robert (version 2.0.0.24). Il est défini par George et Verger (1970) comme la formation naturelle de surface à structure meuble, d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques. Brunet et *al.*, (1998) pensent que le sol est la « partie superficielle des roches, altérée et transformée par les agents pédologiques en interaction : infiltration des eaux, réactions chimiques, désagrégation mécanique, travail des végétaux, des animaux, des micro-organismes ». Ainsi, nous pouvons retenir que le sol est le produit d'un long processus de météorisation qui peut être déclenché par divers agents.

#### ✓ **Stratégie d'adaptation**

La perception de la notion d'adaptation varie d'une société à une autre et dépend des moyens d'existence des populations et du niveau de développement du pays (FAO, 2013). Elle se réfère à tout ajustement dans les systèmes naturels ou humains pour répondre aux impacts réels ou prévus du changement climatique (IPCC, 2001 in Samaké, 2015). L'adaptation aux changements climatiques désigne les stratégies, initiatives et mesures individuelles ou collectives (État, entreprises, associations, collectivités, etc.) visant, à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains contre les effets réels ou attendus (GIEC, 2007).

Les stratégies d'adaptation correspondent à l'ensemble des comportements, aménagements, activités qu'adopte un individu, une communauté ou toute autre espèce pour

s'ajuster à son environnement. Ainsi, selon Brunet et *al.*, (1998) l'adaptation est considérée comme une qualité élémentaire des plantes et des animaux pour leur survie et leur production. Pour cerner ce sujet, une démarche méthodologique a été adoptée afin d'atteindre les objectifs de recherche et vérifier les hypothèses.

## CHAPITRE 2 : DEMARCHE METHODOLOGIQUE

---

Les résultats de cette étude sont obtenus grâce à une méthodologie composée de diverses étapes qui nous ont permis d'atteindre les objectifs fixés. Cette méthodologie s'articule principalement autour de la recherche documentaire, de la collecte des données ainsi que de leur traitement.

### **I. La recherche documentaire**

Elle correspond à la recherche de la documentation nécessaire (mémoires, thèses, articles, rapports et autres publications) dans les thématiques liées à l'agriculture et la salinisation des terres d'une manière générale et plus particulièrement dans notre zone d'étude. La documentation s'est faite dans les bibliothèques centrales de l'Université Assane Seck de Ziguinchor et de l'Université Cheik Anta Diop de Dakar, ainsi que sur les plateformes en ligne (Google Scholar, Scholar Vox, science direct, hal.archive-ouvertes.fr, etc.).

Une alerte créée sur Google Scholar avec l'expression « salinisation des terres » nous a permis de recevoir régulièrement des notifications sur des documents et autres informations récemment publiés sur notre thématique de recherche.

### **II. La collecte des données**

#### **II.1. Les données de terrain**

Il s'agit essentiellement des observations sur le terrain, des enquêtes, des entretiens, des mesures *in situ* de la salinité des eaux de surface, des prélèvements d'échantillons de sols.

##### **II.1.1. Les observations de terrain**

Ces observations ont été effectuées à travers les différentes visites du terroir de la zone étudiée et plus particulièrement dans les vallées rizicoles. Elles nous ont permis d'avoir une meilleure perception de l'ampleur et des impacts de la salinisation sur les terres agricoles et des solutions mises en place pour lutter contre l'extension des terres salées. Des photographies ont été aussi prises pour une meilleure illustration des phénomènes observés.

##### **II.1.2. Les enquêtes et entretiens**

###### **II.1.2.1. Les enquêtes**

La population ciblée pour effectuer notre étude est constituée de ménages, répartie dans quatre villages de la commune de Djibanar: Djibanar, Birkama, Baconding et kounayan. Le choix de ces villages se justifie par leur proximité au fleuve Casamance et aux *bolongs* qui, d'après la population, sont les principales sources de provenance de la salinité. La population cible, les ménages, sont notre population de référence et dans les ménages, la ménagère est

notre unité de référence. En effet, dans la zone, il existe une nette subdivision de la population selon le genre dans l'agriculture : les hommes cultivent les champs de plateau et les femmes s'activent essentiellement dans la riziculture de bas-fonds.

Sur les neuf cent trente-quatre (934) ménages des quatre villages, un échantillon de cent quatre et un (141) ménages qui est déterminé sur la base d'un taux de sondage de sondage de 15,1 % (tableau 1). Selon Diatta et Diouf (2013), le taux de sondage est le rapport entre la taille de l'échantillon et celle de la population cible.

Les formules suivantes ont été utilisées pour calculer la taille totale de l'échantillon, le pourcentage de ménages et le nombre de ménages à interroger par village :

Nombre total des ménages à enquêter = (nombre total des ménages × taux de sondage) ÷ 100
Taux de ménage à enquêter par village = (nombre des ménages par village ÷ nombre total des ménages des quatre villages) × 100
Nombre des ménages par village = (Taux des ménages par village × nombre total des ménages à enquêter) ÷ 100

**Tableau 1 :** Échantillonnage par quotas (source de données : ANSD, recensement de 2013)

Noms des Villages	Nombre de ménages en 2013	Taux de ménages à enquêter par village	Nombre de ménages enquêtés par village
Djibanar	379	40,6	57
Birkama	339	36,3	51
Bacounding	107	11,4	16
Kounayan	111	11,9	17
Total	934		141

La méthode d'échantillonnage utilisée pour déterminer le nombre de ménages à enquêter par village est celle dite par quotas. Cette méthode d'échantillonnage est utilisée quand la population observée est composée de sous-groupes et que le chercheur soit amené à fixer un quota pour chaque sous-groupe. L'échantillonnage par quotas ne respecte pas l'exigence du hasard (Diatta et Diouf 2013 opt. cit.). Les sous-groupes de la population à observer sont constitués par les villages ciblés et la taille de l'échantillon pour chaque village dépend de la proportion des ménages de chaque village à la population mère (nombre de ménages total des quatre villages). Durant nos enquêtes, nous avons privilégié la répartition spatiale de la population en cherchant à interroger des ménagères dans chaque quartier des villages retenus.

Les informations recherchées dans l'administration du questionnaire sont axées sur l'appréciation de l'ampleur du phénomène de salinisation des terres rizicoles, les facteurs

responsables, l'évolution des terres rizicoles salées et les impacts de la salinisation, ainsi que les solutions mises en place pour y faire face.

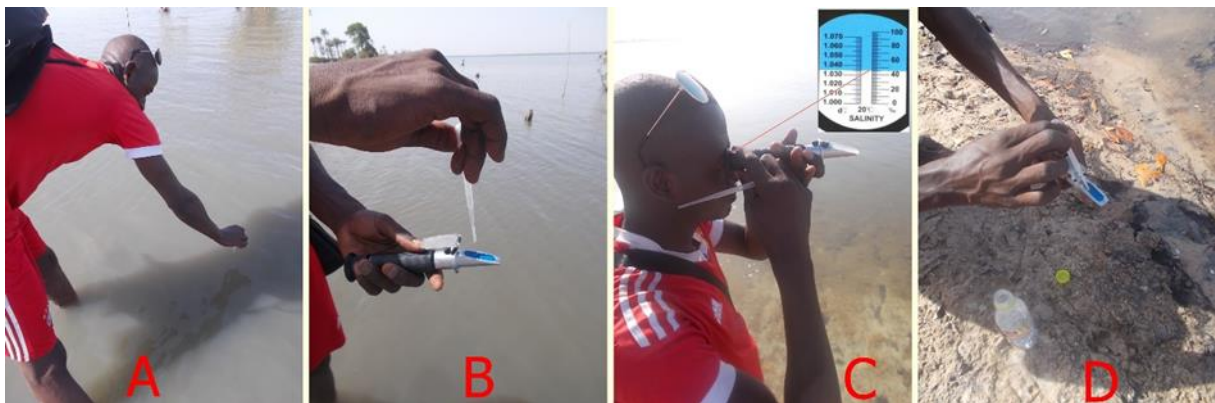
### II.1.2.2. Les entretiens

Des entretiens ont été effectués avec des responsables locaux (secrétaire général de la commune de Djibanar, chefs de village de Djibanar, Birkama, Kounayan et Baconding), des acteurs de la riziculture (responsables de groupements féminins) et des représentants des partenaires au développement de la commune (INP de Sédhiou, PAPSEN, ANCAR, Coopération TIKA et OCEANIUM). L'objectif recherché dans ces entretiens est d'appréhender la perception de l'ampleur de la salinité des sols et le niveau d'implication de chaque acteur sur l'adaptation au phénomène de salinité des terres rizicoles.

### II.1.3. Les mesures in situ de la salinité des eaux de surface

Les mesures de la salinité de l'eau ont été faites sur les eaux du fleuve Casamance et des marigots. L'appareil utilisé pour mesurer la salinité in situ des eaux est un réfractomètre portable de marque PCE-0100. Il est composé d'un oculaire, d'une poignée, d'un vice de réglage, d'un volet d'éclairage en verre, d'un prisme de référence recevant l'échantillon et d'une pipette pour extraire la solution à mesurer. Le processus de mesure est composé de plusieurs étapes :

- ✓ géoréférencer d'abord le point de mesure à l'aide d'un GPS pour le situer dans la zone étudiée ;
- ✓ Et la méthode de mesure de la salinité de l'eau à l'aide du réfractomètre (Photo 1).



**Photo 1 :** Mesure de la salinité de l'eau du fleuve Casamance à Djibanar : extraction de l'eau (A) ; transvasement sur le prisme (B) ; lecture de la salinité (C) ; nettoyage du prisme et du volet d'éclairage à l'eau distillée (D), clichés Mansaly, Mai 2018

Le processus de mesure de la salinité de l'eau consiste à :



- ✓ extraire un échantillon d'eau à l'aide de la pipette, cette quantité d'eau est transvasée sur le prisme de référence du réfractomètre recevant l'échantillon et qui est refermé avec le volet d'éclairage en verre ;
- ✓ relever la valeur de la salinité mesurée sur l'appareil (via l'oculaire en lisant l'échelle graduée) ; la valeur de la salinité correspond à la ligne de séparation de la plage bleue et celle blanche ;
- ✓ nettoyer le prisme de référence et le volet d'éclairage après usage avec de l'eau distillée à l'aide de la pipette (photo 1) pour essuyer l'eau salée ou saumâtre afin de ramener le niveau de la salinité à zéro pour mille ; l'eau distillée est, en effet, une eau déminéralisée. Ces étapes de mesure de la salinité de l'eau sont répétées, deux à trois fois afin d'obtenir une valeur stable de la salinité. En effet, le nettoyage à l'eau distillée du prisme de mesure et du volet d'éclairage peut inhiber le fonctionnement du réfractomètre à la première mesure.

Par ailleurs, les données de salinité des eaux du fleuve de la période 1987-1992 sont extraites du rapport de stage de DEA de Bassel (1993) et celles de l'année 2018 sont celles de nos mesures in situ.

#### **II.1.4. Le prélèvement des échantillons de sol**

De nombreuses études de sol ont été faites par divers chercheurs dans le monde, avec des objectifs différents sur le diagnostic de la qualité ou du niveau de dégradation des sols.

Ainsi, la diversité des chercheurs et les objectifs de chacun justifient l'hétérogénéité des méthodes de prélèvement des échantillons de sol. L'extraction de sédiments sur le terrain nécessite l'utilisation de techniques très variées selon la nature du terrain, le problème posé, le type d'analyse, le type de sédiment et même la taille de l'échantillon à analyser (Fournier et al., 2012). En effet, la profondeur de prélèvement des échantillons de sol dépend du but de l'étude et de la culture mise en place dans la parcelle (Vennet, 2006 in Crémer et al., 2013). Selon Pépin (1997), les principales caractéristiques d'un plan d'échantillonnage sont les suivantes :

- ✓ le nombre de points d'échantillonnage (optimisation en fonction des objectifs de qualité et du coût, compromis entre les objectifs visés, la taille du site, le type de contamination et le degré de précision souhaité) ;
- ✓ la profondeur des échantillons (en fonction de l'étendue, de la contamination et de la géologie locale) ;
- ✓ le nombre et le type d'échantillons à prélever (échantillons ponctuels ou composites, le remanies ou non remanies en fonction de la problématique de l'étude, blancs etc.) ;
- ✓ et la disposition des points de prélèvements.

L'échantillon des sols à prélever doit être représentatif de la parcelle (Roebroeck, 2009). Ainsi, plus le nombre de prélèvements élémentaires est important, plus l'échantillon est représentatif du site.

L'étude des paramètres pédologiques des sols de France a été faite avec un prélèvement des échantillons de sols à deux niveaux de profondeur, dont l'un, entre 0 – 30 cm et l'autre entre 30 – 50 cm (Jolivet et *al.*, 2006). Ado (2017) a effectué un échantillonnage sur un horizon de 60 cm, avec six niveaux de profondeurs de 10 cm d'épaisseur dans un périmètre rizicole irrigué de KOLO en début et fin de saison culturale dans la vallée du fleuve Niger. Le but de l'échantillonnage de sol de cet auteur (Ado, 2017 op. cit.) était de faire une évaluation in situ et en condition contrôlée de la phyto-désalinisation des vertisols irrigués.

D'après Reid (2006), la profondeur d'échantillonnage pour analyser les éléments nutritifs du sol doit être de 15 cm, car la majorité des racines se développent jusqu'à cette profondeur et que le travail du sol assure le mélange des éléments nutritifs jusqu'à environ 15 cm. Mais pour connaître la quantité de nitrate disponible dans le sol pour la culture, il est recommandé de prélever les échantillons jusqu'à 30 cm de profondeur, car le nitrate se déplace plus facilement dans l'eau du sol. Selon Keller (2018), l'azote est l'un des éléments nutritifs qui influencent plus le rendement des plantes. Les engrais azotés se trouvent sous forme de nitrate, d'ammonium ou d'urée. De plus, un prélèvement des 30 premiers centimètres du sol a été fait par Loyer et al (1982) sur le sol alluvial hydromorphe de Tilène dans le delta du fleuve Sénégal afin d'analyser les variations des paramètres physicochimiques, l'évolution de la biomasse algale et des populations microbiennes. En microbiologie des sols, la profondeur de prélèvement des échantillons de sols est généralement limitée à 10 cm, car c'est la partie superficielle la plus humique et active dans le profil du sol (Simonart et *al.*, 1957). D'après Kaboré (2011), la profondeur maximale de la rhizosphère est d'environ 40 centimètres. Cependant, les échantillons de sols pour cette étude ont été prélevés à l'aide d'une tarière, à deux niveaux de profondeur : 0-15cm (pour l'horizon surface) et 15-30cm (pour l'horizon sous-jacent), avec deux types de profils sur chaque site: un profil salé et un autre non salé.

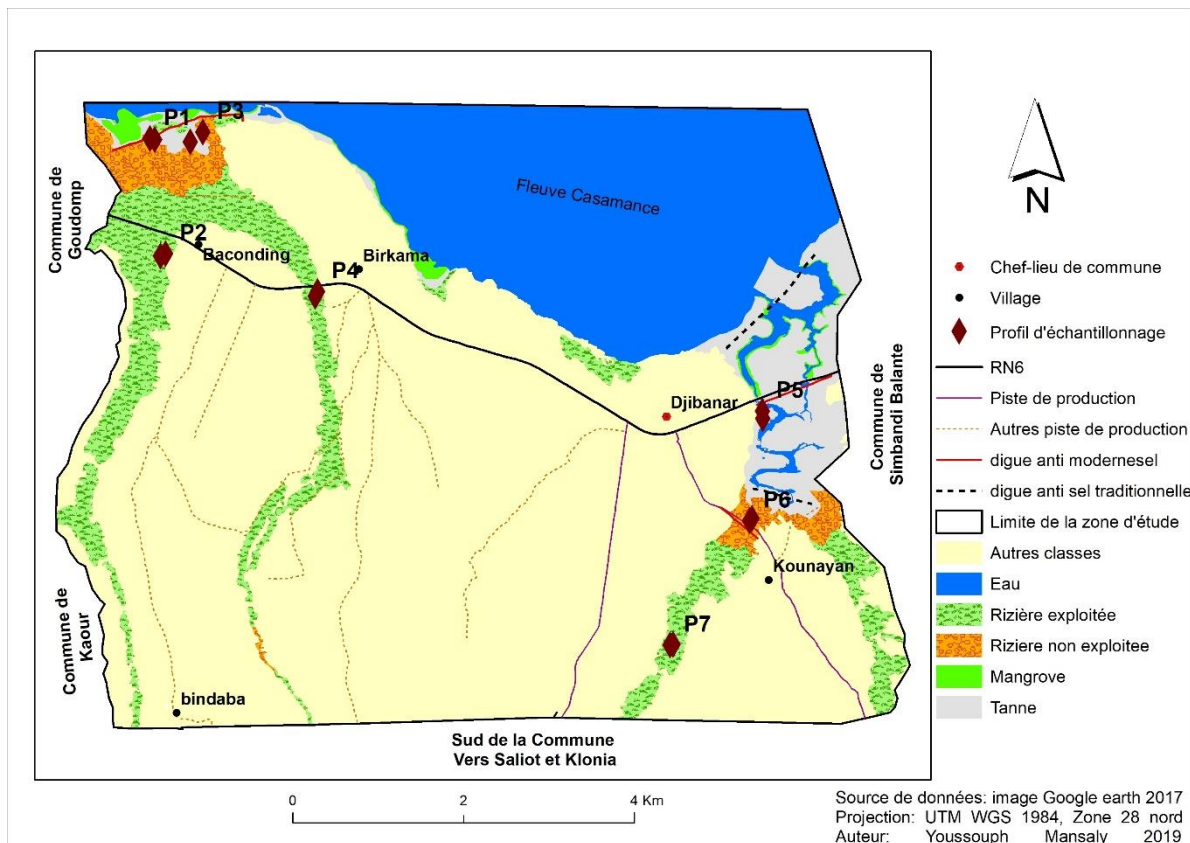
Deux campagnes de prélèvement sont effectuées dont l'un du 02 au 03/07/2017 en début de l'hivernage, correspondant à la période de labour des parcelles rizicoles ; et l'autre prélèvement, du 14 au 15/12/2017 à la fin de l'hivernage correspondant à la période de la récolte du riz. Les terres salées, ainsi que la salinité des sols varient dans le temps et dans l'espace (Grunüberger, 2015; Pagès et Débenay, 1987; Djemaa, 2011 et Adam 2011), ainsi que la rhizosphère de l'essentiel des variétés de riz explore cet horizon. Sur chaque site, deux prélèvements élémentaires (P1a et P1b) sont faits en respectant les niveaux de profondeur

d'échantillonnage des sols. Les échantillons élémentaires de sols pour chaque site sont homogénéisés selon la profondeur d'échantillonnage pour former les échantillons composites (Photo 2).



**Photo 2 :** Échantillonnage des sols ; enfouissement de la tarière dans le sol (A, 1ère campagne), carotte de sol (B, 2ème campagne) (Cliché Mansaly, juin et décembre 2017)

Le but de ces deux campagnes de prélèvement des échantillons de sol est non seulement d'évaluer le degré de la salinité des sols, mais aussi d'analyser sa variation spatio-temporelle afin de saisir l'efficacité du dessalement essentiellement liée à la pluviométrie dans la zone étudiée. Ainsi, 14 échantillons sont prélevés durant chaque campagne (carte : 1).



Carte : 1 situation des profils de prélèvements des échantillons de sol dans la commune de Djibanar

Au-delà de l'utilisation de la tarière pour l'échantillonnage des sols, un centimètre, un GPS et un couteau sont aussi utilisés pour respectivement vérifier le niveau de profondeur de prélèvement, localiser les différents points d'échantillonnage et extraire la carotte de sol de la tarière. Par ailleurs, les échantillons de sols qui sont très humides sont séchés.

## **II.2. Les données pluviométriques**

Nous avons utilisé dans ce travail les données pluviométriques annuelles de la station de Diattacounda. La série chronologique va de 1951 à 2017, soit de 67 ans. Djibanar n'étant pas une station pluviométrique, le choix de la station de Diattacounda se justifie par sa proximité à la zone d'étude avec qui elle partage les caractéristiques climatiques plus ou moins similaires. Les données concernant la période 1951-1979 sont extraites de la thèse de Dacosta (1989) et celles de la période de 1980-2016 ont été obtenues au niveau du service régional de l'agriculture de Sédhiou. Quant aux données pluviométriques de 2017, elles proviennent du Service départemental de l'agriculture de Goudomp. Ces données ont permis de faire une analyse comparée de l'évolution de la variabilité pluviométrique et de celle de la salinité dans la commune de Djibanar. Le traitement de ces données a permis de déterminer les périodes déficitaires durant lesquelles le processus de la salinisation des bas-fonds a pris de l'ampleur (Montoroi, 1996a) et celles excédentaires caractéristiques de la période humide. Par ailleurs, les données de températures annuelles utilisées dans ce travail sont celles de la station de Ziguinchor et sont obtenues au niveau de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM).

## **II.3. Les données géospatiales**

Les données satellitaires et aériennes collectées sont une image Corona de 1967, une image Landsat de 1987 téléchargée sur le site de USGS et des images Google Earth 2004 et 2017 captées à l'aide de Google Earth Pro (tableau 3).

**Tableau 2 :** Caractéristiques des images satellitaires et aériennes utilisées

Type d'images	Date de prise de vue	Résolution spatiale
Image Corona	02/04/1967	16 m
Landsat TM	20/11/1987	30 m
Google Earth	15/04/2004	Maximum de résolution 4800×2889
Google Earth	05/03/2017	Maximum de résolution 4800×2889

Le choix de l'image Corona est motivé par sa disponibilité depuis 1967, une date qui marque la fin d'une période humide. Les images Landsat sont choisies du fait non seulement de leur disponibilité et les captures nous permettent d'analyser les récentes évolutions de l'occupation des sols de la commune.

Le choix des dates s'explique également.

- ✓ l'année 1967 est utilisée pour cartographier les états de surface de la zone d'étude avant la sécheresse des années 1970. Cette année reflète les caractéristiques essentielles de la période humide dont une des particularités est l'abondance de la pluviométrie favorable une riziculture productive. Elle marque la fin de période humide de la période humide 1951-1967 ;
- ✓ l'année 1987 permet de cartographier les mutations environnementales occasionnées par la sécheresse des années 1970 afin de montrer l'état des terres salines après deux décennies de sécheresse ;
- ✓ l'année 2004 est choisie pour mettre en évidence l'état de la dégradation des rizières avec l'avancée de la langue salée vers l'amont des vallées malgré la réalisation de digue anti sel moderne entre au début des années 2000 et dans un contexte d'instabilité politique de la Casamance. Durant la crise Casamançaise, beaucoup de villageois fuyant les hostilités ont abandonné leur terroir pour se réfugier ailleurs ;
- ✓ l'année 2017 est retenue pour cartographier les états et mutations récents des terres rizicoles, principalement occasionnés par la salinisation dans le terroir de la zone étudiée.

### **III. Le traitement des données**

Les données collectées ont été traitées selon leur nature (données de terrain, pluviométriques et géospatiales).

#### **III.1. Les données de terrain**

Elles sont essentiellement des données d'enquête, de la salinité des eaux de surfaces et des sols des bas-fonds.

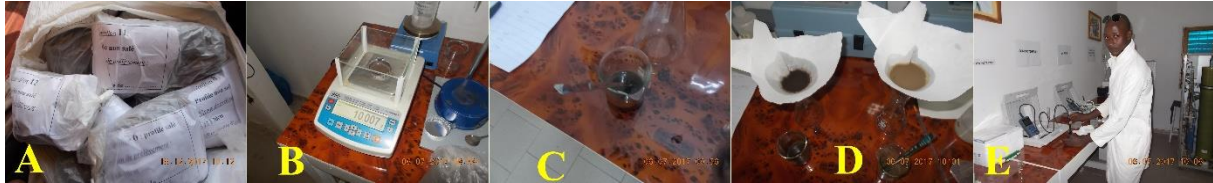
##### **III.1.1. Les données d'enquête**

Le traitement des données d'enquête a été fait avec un logiciel de traitement des données SphinxV5. Ce logiciel nous a permis d'obtenir les statistiques selon les variables ou les libellés du questionnaire.

##### **III.1.2 L'analyse de la salinité des échantillons des sols**

L'analyse physico-chimique des échantillons de sols prélevés a été faite au Laboratoire d'Analyse et de Traitement de l'Eau (L.A.T.E) du Département de Chimie de l'UASZ. La

méthode utilisée, pour l'analyse de la Conductivité Electrique (CE) et du pH (potentiel Hydrogène) de nos échantillons de sol, est celle de l'extrait dilué au rapport de 1/5 (Djemaa, 2011 ; Ado, 2017). Le but recherché dans la détermination de la CE et du pH est de connaître les niveaux d'acidité et de salinité des sols de bas-fonds. Les différentes étapes de l'analyse des échantillons de sol sont les suivantes.



**Photo 3 :** Analyse physicochimique des échantillons de sol (A) ; extraction de la taille de l'échantillon (10 g) (B) ; homogénéisation (C), Filtration (D), Mesure et lecture de la salinité et de l'acidité (E), (Clichés Mansaly, juillet 2017)

✓ **L'extraction de la taille de l'échantillon de sol à analyser**

Dans cette phase, on extrait 10 g de sol déterminés à l'aide d'une balance électrique. Cette quantité de sol est mise dans un bécher pour être diluée avec de l'eau distillée.

✓ **L'homogénéisation**

L'homogénéisation consiste à mélanger l'échantillon de sol extrait avec l'eau distillée à l'aide d'une spatule. Le but de cette étape réside à faire dissoudre le sel contenu dans le sol.

✓ **La filtration**

La filtration est faite à l'aide d'un papier-filtre déposé sur un entonnoir relié à un erlenmeyer permettant de recueillir l'eau filtrée. La quantité d'eau reçue après filtrage est récupérée dans un tube pour mesurer sa salinité et son acidité.

✓ **La mesure de la salinité ou de l'acidité**

Elle consiste à introduire la cellule de mesure du conductimètre ou du pH-mètre dans le tube contenant l'eau filtrée et le résultat est lu sur l'écran du pH-mètre pour le pH et du conductimètre pour la conductivité électrique. La valeur de la salinité ou de l'acidité est notée ou relevée à la stabilisation du clignotant (AR pour le pH-mètre et X pour le conductimètre). Après chaque mesure, les matériels utilisés sont nettoyés avec de l'eau distillée avant d'effectuer d'autres mesures. Le nettoyage permet d'éliminer toute trace de sel sur les matériels utilisés.

### III.1.2.1. Les données d'analyse des échantillons des sols

Pour analyser la variation spatio-temporelle de la salinité des sols, nous avons calculé la différence de salinité entre les campagnes d'échantillonnage des sols, le pourcentage de la

baisse ou hausse de cette salinité et la salinité moyenne des sols selon les campagnes de prélèvement. Les formules utilisées pour calculer les paramètres précités sont :

Salinité moyenne par profil

$$CEm = \frac{CEs+CEp}{2}$$

Différence de la salinité des sols entre les campagnes d'échantillonnage des sols.

$$\text{Différence de la CE} = CE2 - CE1$$

Pourcentage de la baisse ou hausse de la salinité des sols

$$\text{Pourcentage : baisse ou hausse de CE} = \frac{CE2-CE1}{CE1} \times 100$$

CE1 : conductivité électrique à la première campagne de prélèvement

CE2 : conductivité électrique à la deuxième campagne de prélèvement

CE m : conductivité électrique moyenne

CEs : conductivité électrique dans l'horizon surfacique (0-15cm)

CEp : conductivité électrique dans l'horizon profond (15-30cm)

### **III.2. Les données pluviométriques**

Le traitement statistique des données pluviométriques de la série retenue a été fait afin de mieux saisir l'évolution de la pluviométrie, surtout en termes de déficits et d'excédents. La normale climatique utilisée est celle de 1971-2000. Le choix de cette normale se justifie par l'importance de la série qui remonte à une période humide, antérieure à 1968 et qui traverse les années de sécheresse 1970 et 1980. L'analyse de la pluviométrie a permis de mettre en relation la variabilité pluviométrique et l'évolution des terres rizicoles salées dans la zone d'étude. La formule utilisée pour calculer les écarts pluviométriques en pourcentage est la suivante :

$$Ecart\ en\ \% = \left( \frac{Pmm\ annuelle - Pmm\ moyenne\ de\ la\ normale}{Pmm\ moyenne\ de\ la\ normale} \right) \times 100$$

Pmm : précipitations en millimètres.

### **III.3. Les données géospatiales**

Une étude diachronique permet ainsi d'analyser la dynamique de l'occupation des sols. Un traitement numérique avec plusieurs étapes (prétraitement, traitement et post traitement, en passant l'étape de la vérification sur le terrain) est fait sur la base des logiciels ENVI et Arc Gis. Le processus de traitement des images est constitué de trois étapes : le prétraitement, le traitement, la vérification et le post traitement.

#### **III.3.1. Le prétraitement**

- ✓ **Le géoréférencement**

Toutes les images disponibles sont corrigées géométriquement. L'image de 2017 est considérée comme l'image de référence à partir de laquelle, les autres images sont corrigées. Ce prétraitement permet de rendre superposables les différentes images pour la cartographie correcte des changements.

✓ **Le ré-échantillonnage**

Un ré-échantillonnage de la composition colorée de l'image Landsat de 30m de résolution spatiale a été nécessaire, pour obtenir 15m de résolution spatiale. Cette opération nous a permis d'augmenter la résolution spatiale de l'image Landsat.

**III.3.2. La cartographie de l'occupation des sols et des changements**

La méthode de traitement des images satellitaires utilisée est la numérisation associée à la photo-interprétation. La photo-interprétation est une discipline qui vise à reconstituer une réalité du terrain à partir d'images de la terre (aéroportée ou satellitaire). En effet, « pour reconstituer un modèle de la réalité, le photo-interprète dispose souvent, parallèlement aux images d'information annexe comme des cartes ou des études de terrain préalable » (Mangolini M, 1994). Quant à la numérisation, elle consiste à représenter les différents éléments de l'occupation des sols à partir de nos différentes données rasters corrigées géométriquement sous forme de polygone, de ligne et de point. L'étude de la dynamique paysagère de la zone d'étude a été faite sur Arc gis 10.3 en procédant au croisement des différentes couches d'occupation des sols (1967,1987, 2004 et 2017). Les statistiques de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la commune de Djibanar sont calculées à partir des formules ci-dessous.

Taux de Régression (Régress) et de Progression (Progress) des surfaces des différentes classes d'occupation des sols :

$$\text{Taux de Régress / Progress} = \left( \frac{\text{sup année d'A} - \text{sup année dépt}}{\text{sup année dépt}} \right) \times 100$$

Surface régressée ou progressée

$$\text{Surface Régressée ou Progressée} = \text{sup année d'A} - \text{sup année dépt}$$

$$\text{Ou } \text{sup année dépt} \times \text{taux Régress/Progress}$$

Pourcentage d'occupation des sols par classe/année

$$\text{Pourcentage d'occupation des sols par classe/année} = \frac{\text{sup d'une classe}}{\text{sup totale}} \times 100$$

Sup année d'A : superficie année en d'arrivée.

Sup année dépt : superficie année de départ

**III.3.3. La vérification et la première validation**



La vérification consiste à effectuer une descente sur le terrain de notre zone d'étude afin de s'assurer de la conformité entre les différentes classes thématiques de l'occupation des sols et la réalité sur le terrain.

#### **III.3.4. Le post traitement et la validation finale**

Elle permet de faire une correction des éléments des cartes mal classées lors de la numérisation en les associant à leurs classes idéales et de faire une validation finale.

#### **Conclusion partielle**

Les aspects théoriques développés sur cette partie de ce mémoire nous ont permis de disposer des prérequis nécessaires pour bien mener notre travail de recherche. Les objectifs et les hypothèses déterminés nous ont permis non seulement de structurer le document en partie, mais aussi d'adopter une méthodologie adaptée à la thématique pour la collecte et le traitement des données nécessaires pour la réalisation de ce travail d'étude et de recherche.

---

**DEUXIEME PARTIE :**  
**CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, DEMOGRAPHIQUES ET**  
**SOCIOECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE DJIBANAR**

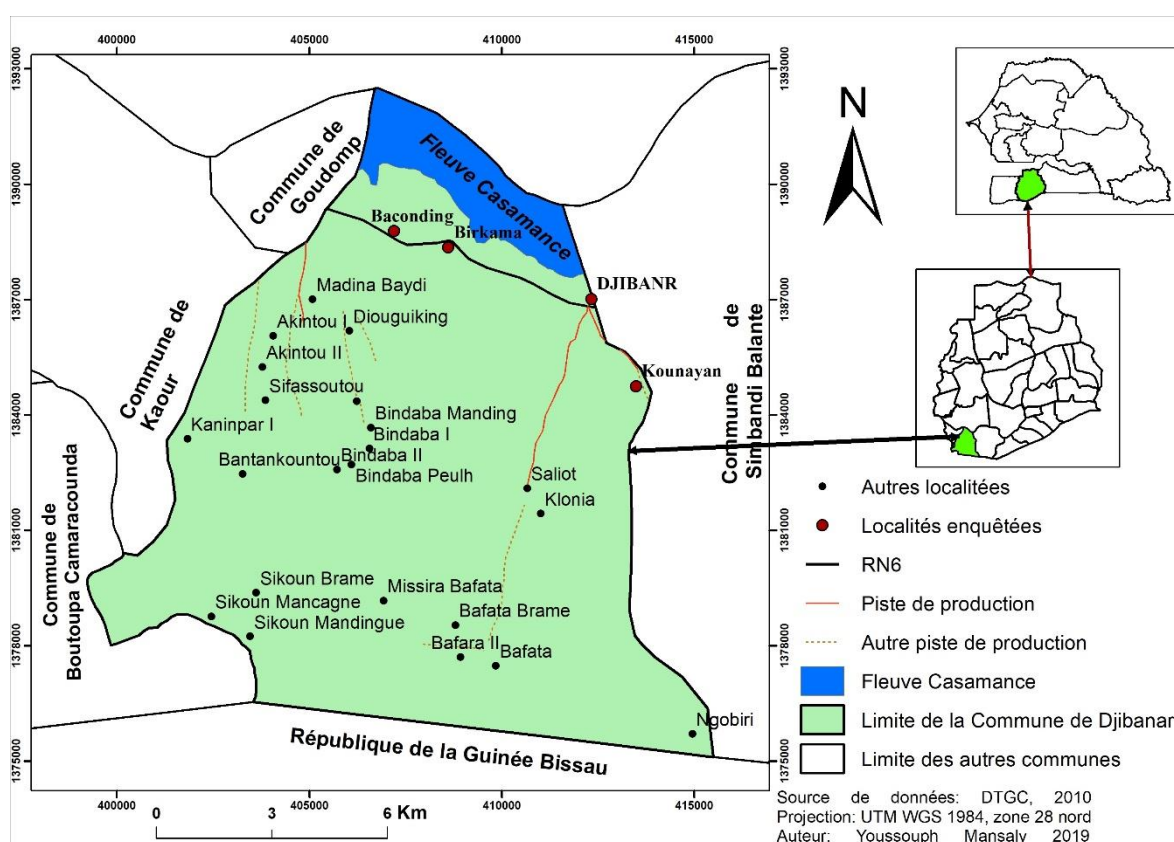
---

Cette partie de ce mémoire est composée de deux chapitres : le premier chapitre est axé sur les caractéristiques physiques de la zone d'étude. Le deuxième chapitre analyse les caractéristiques démographiques et socioéconomiques de la commune de Djibanar.

## CHAPITRE 3 : PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE DE LA COMMUNE DE DJIBANAR

### I. La situation géographique de la commune de Djibanar

La commune de Djibanar se situe au sud-ouest de la région de Sédhiou dans le département de Goudomp. Elle est limitée au Nord par le fleuve Casamance, au Sud par la Guinée Bissau, à l'Est par la commune de Simbandi Balante et l'Ouest par celle de Goudomp (Carte 2).



**Carte 2 :** Localisation de la commune de Djibanar

La commune est composée de 29 villages sur une superficie de 159 Km<sup>2</sup>. Cependant avec la crise casamançaise, seulement six villages sont habités de nos jours par la population civile (Djibanar, Birkama, Baconding, Kounayan, Klonia et Bafata Balante) et les 23 autres ont été abandonnés par la population (le village de Bindaba I occupé par les militaires qui en ont fait une base). Les localités les plus peuplées de la commune (Djibanar et Birkama) se situent sur la route nationale six (RN6).

### II. La présentation physique de la commune

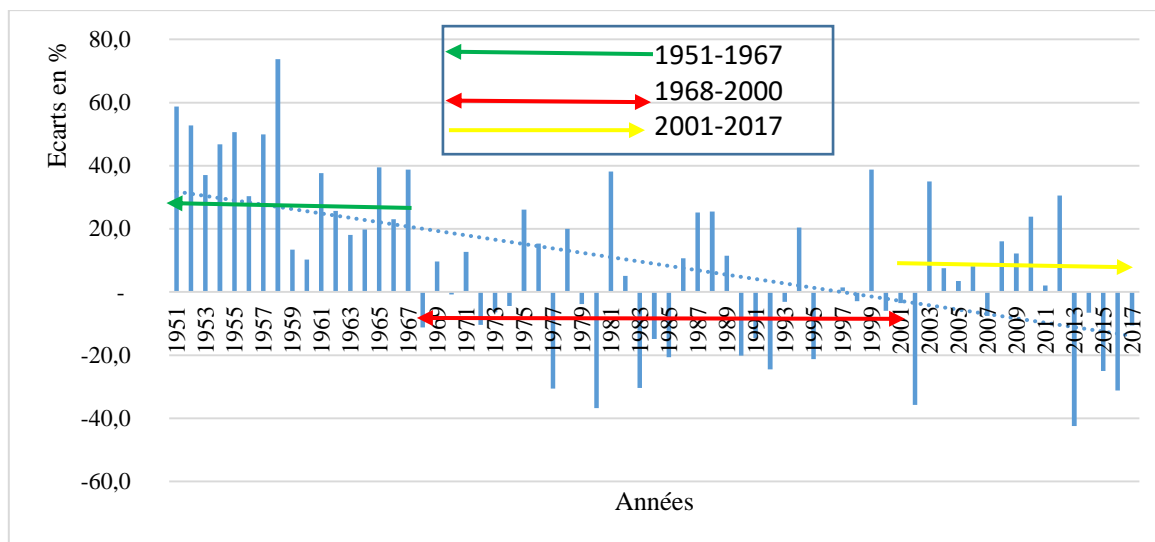
La commune de Djibanar présente des caractéristiques physiques diverses variées, tant du point de vue spatiale que surfacique.

## **II.1. Les caractéristiques climatiques, géomorphologiques et hydrographiques**

### **II.1.1. Le climat**

Le climat de la zone d'étude, de type sud-soudanien (Sagna, 2005), est marqué par l'alternance entre une saison sèche et une saison pluvieuse, deux saisons nettement individualisées. La circulation atmosphérique dans cette partie du Sénégal est dominée par deux vents : l'alizé continental en saison sèche et la mousson en saison pluvieuse. La température mensuelle maximale à la station de Ziguinchor en 2016 est atteinte en avril avec 41,2 °C et celle minimale est atteinte en décembre avec 34,2 °C. La zone d'étude, tout comme la Casamance à laquelle elle appartient, constitue la région la plus pluvieuse du Sénégal (Sané *et al.*, 2010). A la station de Diattacounda en 2016, le début de l'hivernage est noté dans la deuxième décennie du mois de juin avec 3,5mm, et la dernière pluie est enregistrée à la fin de la deuxième décennie du mois d'octobre avec 8,1mm. L'importance relative des précipitations et des températures atteste l'appartenance de la zone d'étude à la variante continentale du domaine sud-soudanien. La moyenne pluviométrique de la normale 1971-2000 est de 1120,2mm à la station de Diattacounda. Les écarts pluviométriques de cette station selon cette normale révèlent trois périodes caractérisées par des excédents et déficits pluviométriques (figure 1).

La période de 1951 à 1967 a été excédentaire. L'année 1958 a eu l'excédent le plus élevé (73,8 %) et le plus faible excédent a été obtenu en 1960 (10,2 %). La période 1968-2000 a été globalement déficitaire avec 18 années déficitaires et 15 années excédentaires. Le déficit pluviométrique le plus important de cette période a été atteint en 1980 (-38,6 %), tandis que le plus faible déficit pluviométrique est noté en 1970 (-0,7 %). Les excédents pluviométriques de cette période sont au nombre de 15 avec 1999 qui constitue l'année la plus excédentaire avec un excédent de 38% et 1996 qui est le moins excédentaire. En effet, l'année 1999 annonce la rupture entre la période la plus déficitaire (1968-2000) et celle qui annonce le retour timide de la pluviométrie (2001-2017), caractérisée par une évolution en dent-de-scie d'années excédentaires et celles déficitaires.



**Figure 1 :** Écarts pluviométriques à la station de Diattacounda de 1951-2017 (normale 1971-2000)

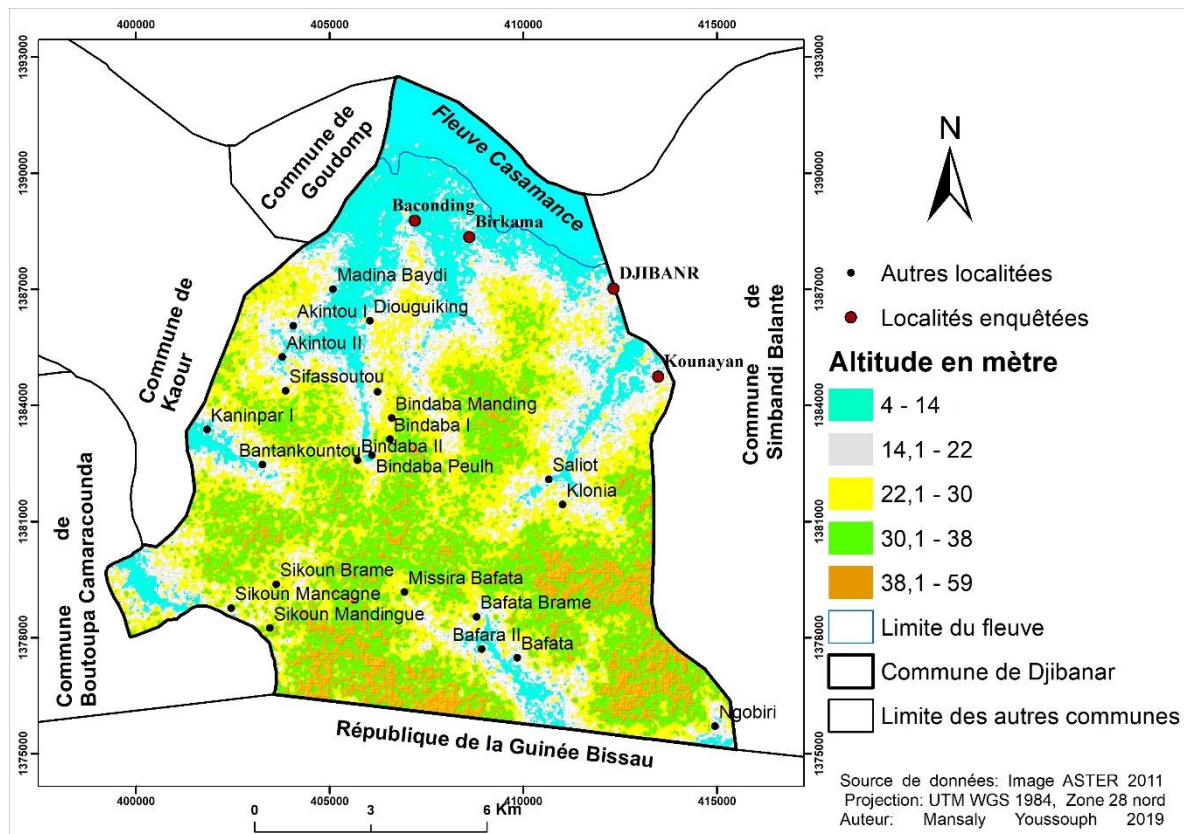
Trois ans plus tard (après 1999), une succession d’années excédentaires est notée entre 2003 et 2006. Cependant, la période 2001-2017 est constituée de 9 années excédentaires et 8 années déficitaires. Le plus fort excédent et le déficit le plus élevé sont respectivement notés en 2003 (35 %) et en 2013 (-42,4 %). Mais, 2001 et 2011 ont aussi respectivement un très faible déficit (-3,5 %) et un très faible excédent (2,1 %).

### II.1.2. Le relief

La Casamance constitue, du point de vue géologique, la partie méridionale du bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien, l’un des plus vastes bassins du littoral ouest-africain (Saos et *al.*, 1987). Les principales phases de formation de l’estuaire de la Casamance ont eu lieu durant le quaternaire (Michel, 1960 ; in Diouf et *al.*, sans date [http://intranet.isra.sn/aurifere/opac\\_css/docnum/OC0000678.pdf](http://intranet.isra.sn/aurifere/opac_css/docnum/OC0000678.pdf)).

L’évolution géomorphologique des basses vallées a été influencée par les mouvements eustatiques et des déformations tectoniques (Michel, 1973), mais c’est vers 1500 B.P. que la Casamance prend sa forme actuelle (Marius, 1985). Le relief de la moyenne Casamance est constitué de bas plateaux de part et d’autre du fleuve, recouvert par les formations détritiques du continental terminal. Il est généralement plat, disséqué par le réseau hydrographique, d’où le caractère légèrement accidenté. Ils s’y ajoutent les nombreuses plaines d’inondation (bas-fonds) qui subissent l’invasion des eaux salées (Dieng, 1999).

Le relief de la commune de Djibanar se décline progressivement en pente vers le fleuve Casamance d’une part et vers les vallées rizicoles d’autre part (carte 3).



**Carte 3 :** Relief de la commune de Djibanar représenté dans un MNT

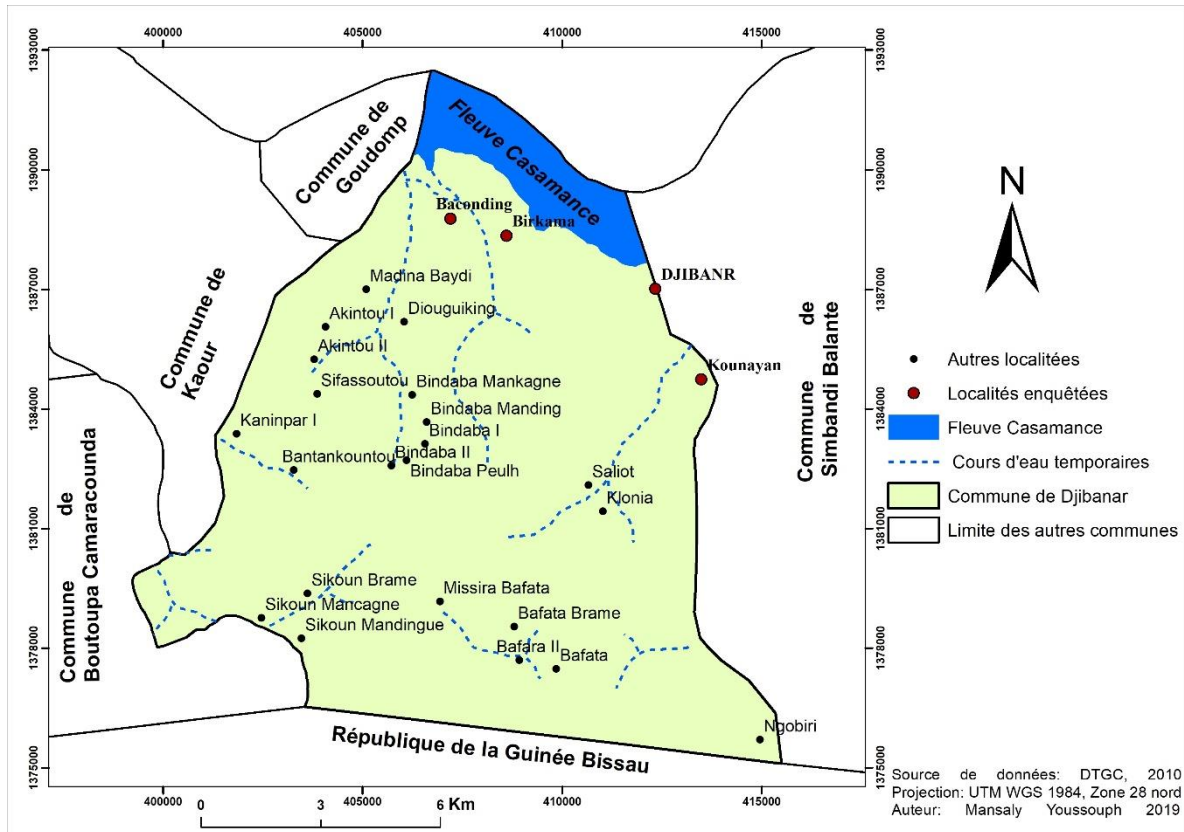
Les zones les plus basses de la commune sont constituées des rizières et du fleuve Casamance dont l'altitude est comprise entre 4 et 22 m d'altitude. Les terres hautes sont localisées essentiellement dans les forêts et certaines zones de culture de plateau. Elles s'élèvent entre 30,1 et 52 m d'altitude. Quant aux terres de versant, elles sont à l'interface entre des terres hautes et des terres basses et sont constituées essentiellement de cultures de plateau. Leurs altitudes s'élèvent entre 22,1 et 30m. Les vallées renferment des sols hydromorphes aptes à la riziculture et au maraîchage. Les vallées de la commune se confluent à la jonction avec le fleuve Casamance (en en aval). Il s'agit des vallées de Baconding et de Birkama, ainsi que la vallée de Manécounda (dans la Commune de Simbandi Balante) et celle nommée « fabour » (située entre Djibanar et Kounayan).

### II.1.3. L'hydrographie

La Casamance est drainée par le fleuve du même nom et ses principaux affluents que sont le Soungrougrou, le Kamobeul, le Thiangol, le Khorine, le Saré Koutayel, le Bantankoutayel, le marigot de Baïla et celui de Bignona (Dacosta, 1989). Le fleuve coule suivant la direction Est-Ouest à partir de la localité de Diattacounda (dans le département de Goudomp) jusqu'à l'embouchure. Il a la forme d'un méandre large par endroit (environ 50 m

près de Kolda, 2 km vers Séfa, 640 m au pont Emile Badiane à Ziguinchor) et présente plusieurs ramifications. (Diouf et *al.*, non daté, op. cit.).

Dans la commune de Djibanar, le réseau hydrographique est plus important sur l'axe Baconding-Djibanar, une zone drainée par le fleuve Casamance. De nombreuses cours temporaires drainent essentiellement les vallées de la commune (carte 4).



**Carte 1 : Réseau hydrographique de la commune de Djibanar**

L'écoulement des eaux des rivières vers le fleuve est essentiellement pluvial. Du point de vue hydrogéologique, le sous-sol casamançais révèle trois aquifères principaux (Bassel, 1993) :

- ❖ une nappe fossile du maestrichtien daté du crétacé supérieur ;
- ❖ une nappe oligomiocène;
- ❖ et une nappe du continental terminal de 40 m d'épaisseur, poreux et assez perméable, bénéficiant des apports pluviaux et du ruissellement. Cette nappe soutient l'écoulement du cours d'eau pendant l'été.

Selon Maignien (1961), en Moyenne-Casamance, le potentiel en nappe d'eau douce est dominé par les aquifères superficiels (5 à 10m). Il s'agit des nappes bénéficiant des apports pluviaux pendant l'hivernage. La nappe phréatique est proche de la surface du sol (50 à 200 cm) dans certaines zones de cette région, ce qui s'explique par la présence de puits peu

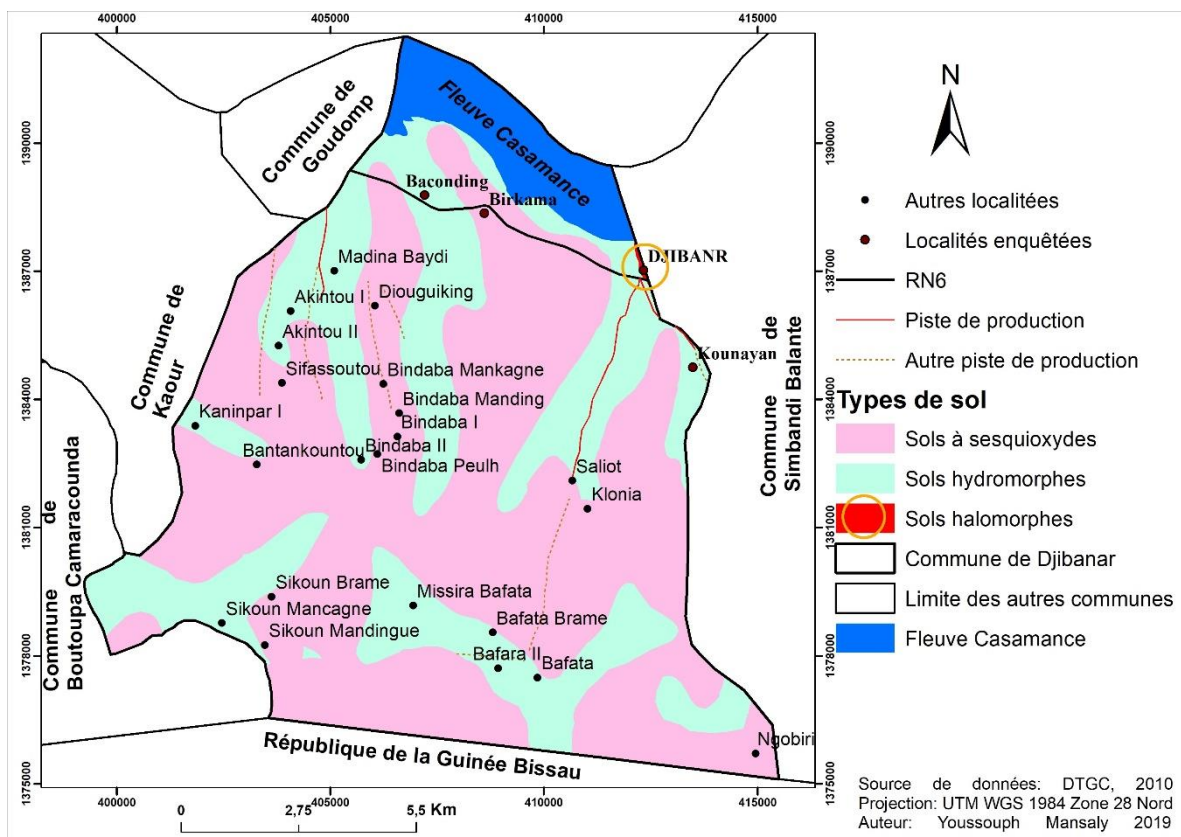
profonds. Cette nappe phréatique est chlorurée, sulfatée et la salinité est sensiblement la même que celle des eaux du fleuve dans certains endroits. Le confinement des eaux accentue le phénomène de salinisation dans les vallées rizicoles (Cormier Salem, 1992). Aussi, 51,8 % de la population interrogée dans les localités ciblées par cette étude déclarent que les eaux de puits qu'elles utilisent sont affectées par la salinité.

## II.2. Les caractéristiques pédologiques et floristiques

### II.2.1. Les sols

Les sols en Casamance sont caractérisés par leur diversité (Niane, 1984). Ils sont constitués de sols ferrugineux tropicaux lessivés et de sols faiblement ferrallitiques, auxquels s'ajoutent les sols halomorphes et les sols hydromorphes (Bassel 1993, Dieng 1999, Dacosta 1989).

Dans la commune de Djibanar, on retrouve les sols sesquioxydes (sols faiblement ferrallitiques et ferrugineux tropicaux), hydromorphes et halomorphes. (Carte: 5).



**Carte 5 :** les types de sols dans la commune de Djibanar



### **II.2.1.1. Les sols sesquioxides**

Cette famille des sols regroupe les sols ferralitiques et les sols ferrugineux tropicaux lessivés (Dacosta, 1989).

#### **✓ Les sols ferralitiques**

Ce sont des sols profonds, sablo-argileux en surface, appauvrie en éléments fins par rapport à la roche mère. Ils sont plus argileux en profondeur et riches en pseudo-sables, qui sont des agglomérats d'argile granulométrique, de fins grains de quartz et d'oxydes de fer (Aubert, 1963, Vieillefon, 1977). Ainsi, la roche mère favorisant la formation de ce type de sol peut être assez variée, mais essentiellement composée de quartz, de kaolinite et d'oxydes de fer. Selon Fauck (1955) et Niane (1984), ils occupent un système de plateau et d'interfluves. Selon Dacosta (1989) cette catégorie de sols est plus représentative dans la partie Sud de la moyenne Casamance. Ils sont faiblement ferralitiques. La pédogénèse dans ce type de sols, favorise la prédominance de quartz de dimension moyenne par suite de phénomène de dissolution entraînant des exportations de silice (Millot et *al.*, 1970 in Dacosta 1989) et de matières fines qui réduisent la fertilité de ces types de sol (Millot, 1970 in Niane, 1984).

#### **✓ Les sols ferrugineux tropicaux**

Les sols ferrugineux apparaissent sur les plateaux centraux mal drainés. Ils se développent sur les pentes, surtout lorsqu'elles sont supérieures à 1 % (Fauck, 1955 ; Dubois, 1948 in Michel, 1973). On les retrouve dans des zones relativement planes à pente très douce associées aux reliefs généralement tabulaires, cuirassés ou non, ou bien à des affleurements granitiques. Ils sont beaucoup moins épais (1 à 3 m) et leurs caractéristiques essentielles résultent du fait qu'il contient du fer individualisé (Segalen, 1967). Bien plus que les autres facteurs responsables de la genèse et l'évolution de ces sols, le climat et la roche mère (composée de sable meubles, de matériaux à granulométrie variable, de grès et de roche métamorphique) y jouent aussi un rôle très important d'après Bassel (1993). Ainsi, les sols ferrugineux tropicaux lessivés se trouvent généralement dans les zones où la pluviométrie est comprise entre 800 et 1200 mm et ceux non lessivés entre 500 et 800mm.

### **II.2.1.2. Les sols hydromorphes**

Ils représentent la catégorie des sols qui sont plus ou moins compacts et engorgés d'eau en permanence ou temporairement (Favrot et *al.*, 1988 ; Aubert, 1963). Selon Michel (1973) ce phénomène d'hydromorphie est le plus souvent temporaire et fréquent dans la zone tropicale à saison sèche. D'après Dacosta (1989), ils sont composés :

- de sols hydromorphes sur vases marines, qui sont des sols de mangrove constitués par la sédimentation de colloïdes minéraux et organiques, entraînés par les eaux de ruissellement qui flocculent au contact de l'eau de mer ;
- de sols hydromorphes sur colluvions sableuses sont des sols qui jalonnent les vallées de la Casamance et ses affluents dans leur partie non influencée par la marée. Ce sont des sols de couleur noire souvent appelés « diors noirs ».

### **II.2.1.3. Les sols halomorphes**

Ils sont aussi appelés sols salés ou de tannes en langue vernaculaire (Michel, 1973). On les retrouve essentiellement dans l'environnement immédiat de la mer, du fleuve ou de tout autre cours d'eau renfermant des eaux salées ou saumâtres. Dans la Casamance, les sols halomorphes se trouvent le long du fleuve Casamance, notamment dans les rizières qui jouxtent le fleuve ou ses défluent ou les vasières à mangrove (PAPSEN, 2013). Les sols halomorphes sont caractérisés d'une part par la présence d'efflorescences salines en surface. Ces efflorescences salines sont constituées par l'association des minéraux (tels que les sulfates hydratés d'aluminium, de fer, de magnésium et/ou de sodium) et se répartissent selon une séquence de précipitation, depuis la bordure vers l'axe de la vallée (Monteroi 1994). D'après Fauck (1955), de nombreux degrés de salure, qui se répartissent en taches délimitables par la végétation. Dacosta (1989) définit les sols halomorphes comme ceux qui se caractérisent par leur richesse en sels solubles et en sodium échangeable. Il distingue :

- les sols intergrades hydromorphes humifiés sur les alluvions argileuses qui se distribuent en arrière des vasières et des tannes dans le fond des vallées ; ils sont très humides durant la majeure partie de l'année,
- les sols halomorphes sur alluvions sableuses qui font partie des sols non lessivés à alcalis dont la caractéristique principale est l'accumulation importante des sels en surface ; ce sont les sols de tannes du Sénégal, sableux souvent encroûtés en surface, bariolée de taches de rouille en profondeur.

### **II.2.2. La végétation**

La Casamance est la partie du Sénégal où les formations forestières y sont les plus importantes, tant du point de vue spatial que du point de vue qualitatif (FAO et *al.*, 2009). En effet, la variabilité pluviométrique, l'exploitation des ressources forestières (le charbon de bois, le bois de chauffe et surtout le bois de service et d'œuvre), la salinisation des terres, les feux de brousse (Sané et *al.*, 2010), l'extension des zones agricoles font que ces forêts connaissent une régression de leur surface. La plus grande partie de la production locale du bois

de service et d'œuvre provient de trois espèces : *Khaya senegalensis* (caïlcédrat), le *Cordyla pinnata* (dimb) et *Azelia africana* le (linké), (FAO et al., 2009 op. cit.).

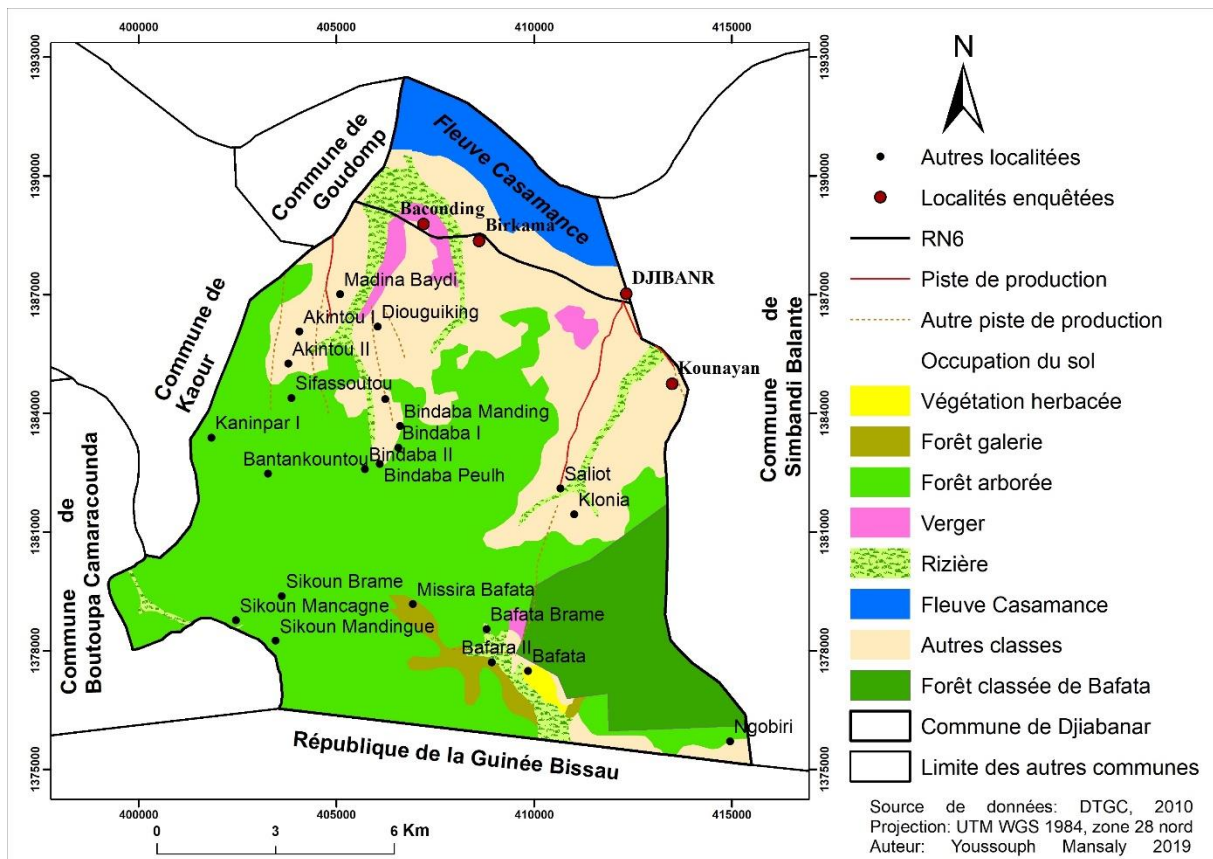
Dans la commune de Djibanar, la végétation est très importante et diversifiée en espèces. On y trouve le palmier à huile, la mangrove, le baobab, le rônier, etc. (Photo 4).



**Photo 4 :** Formations végétales naturelles et anthropiques dans la commune de Djibanar : palmiers à huile associés d'autres espèces (A et B), Verger de manguiers en C et d'anacardier en arrière-plan de l'image B à Birkama. (Clichés Mansaly, 2017)

Selon Kébé (2006), la zone frontalière de la commune avec la Guinée Bissau est plus connue grâce à la forêt classée de Bafata Balante (d'une superficie de 3 760 ha selon les Services des eaux et forêt en 2012) dont la structure végétale laisse apparaître une strate arborée, une strate arbustive constituée de combrétacées et un tapis herbacé important par année de bonne pluviométrie (Kébé, 2006 op. cit.), (carte 6). La strate arborée est plus représentée dans le Sud et Sud-Ouest de la commune. La forêt-galerie n'est notée qu'au Sud de la localité de Bafata.

De plus, les vergers d'anacardiens, de manguiers et d'orangers constituent des formations végétales, mises en place par la population autochtone et qui occupent actuellement de grande étendue de terre. Toutefois, il faut noter la présence des zones forestières constituant de potentielles zones écotouristiques non valorisées à l'image du « tsingué » et de la vallée à mangrove à Djibanar.



**Carte 6 :** les formations végétales de la commune de Djibanar

### Conclusion partielle

La commune de Djibanar présente des caractéristiques physiques variées. Le relief est relativement plat. Les zones de faibles altitudes sont constituées du fleuve Casamance et des bas-fonds et les points les plus élevés sont situés dans le plateau et essentiellement dans le Sud de la commune. Cette commune dispose d'importantes potentialités agricoles, pastorales et floristiques favorables à son développement socioéconomique.

## **CHAPITRE 4 : CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES ET SOCIOECONOMIQUES DE LA COMMUNE**

---

La commune de Djibanar présente des caractéristiques humaines très variées. La population est composée de plusieurs ethnies venant d'origines diverses, avec une prédominance des balantes et des mandingues. Les activités auxquelles s'active cette population sont aussi variées et majoritairement à vocation agricole.

### **I. Les caractéristiques démographiques de la commune**

#### **I.1. La démographie de la commune**

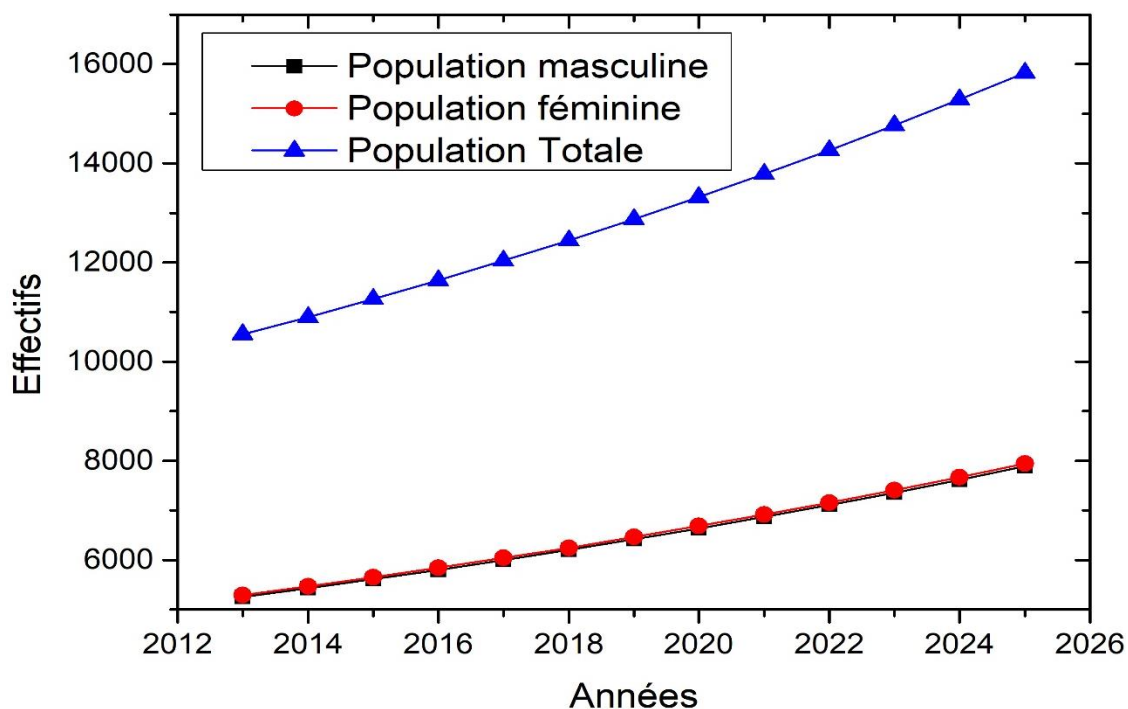
La principale cause du poids démographique de la région de Sédhiou est la conjonction d'une natalité élevée et d'une mortalité en baisse. Cette baisse de la mortalité est liée au progrès de la médecine, à l'hygiène et à une alimentation améliorée. En effet, le rapport définitif du RGPHAE (Année 2013) révèle que, dans la région de Sédhiou, les ISF (Indice synthétique de fécondité) sont plus importants, aussi bien en milieu urbain (5,8) qu'en milieu rural (7,6) comparé à ceux du niveau national (ANSD, 2015b). De plus, le taux brut de mortalité est 11 ‰ au niveau régional. La population de cette région est essentiellement jeune. En effet 76,11 % de la population de la commune de Djibanar ont moins de 35 ans (Sadio, 2017).

Toutefois, la population de la commune de Djibanar d'après le RGPHAE (2013) se chiffre à 10548 habitants (hbts) et est essentiellement composée de Balantes, Mandingues, Manjacques, Mancagnes, de Peulhs, de Toucouleurs. Le rapport de masculinité est en faveur des femmes dans cette commune. La population féminine est de 5292 hbts et celle masculine est de 5255 hbts (ANSD, 2014). Ainsi, d'après les données de ce dernier recensement, la répartition de la population de la commune n'est pas homogène, les villages de Djibanar et de Birkama sont les plus peuplés avec respectivement 4251 et 3296 habitants et le village de Klonia est le moins peuplé (180 hbts), (ANSD, 2014).

Les migrations internes et internationales n'épargnent pas aussi cette commune. Elles concernent particulièrement les jeunes qui constituent les principaux actifs du secteur agricole. Par conséquent, leur départ réduit la main-d'œuvre agricole. L'essentiel des émigrés ont pour destinations privilégiées au niveau national : la ville de Dakar et de Ziguinchor, et au niveau international : la Guinée Bissau, la Gambie et vers l'Europe (Espagne, France et l'Italie).

Par ailleurs, l'examen du rapport de projection de la population du Sénégal révèle que la population de la commune de Djibanar connaîtra une hausse croissante et atteindra un effectif de 15 830 hbts dont plus de la moitié seront des femmes à l'horizon 2025 (ANSD, 2015a), (figure 2). Ce qui entrainera une hausse de la demande en terres agricoles, notamment rizicoles

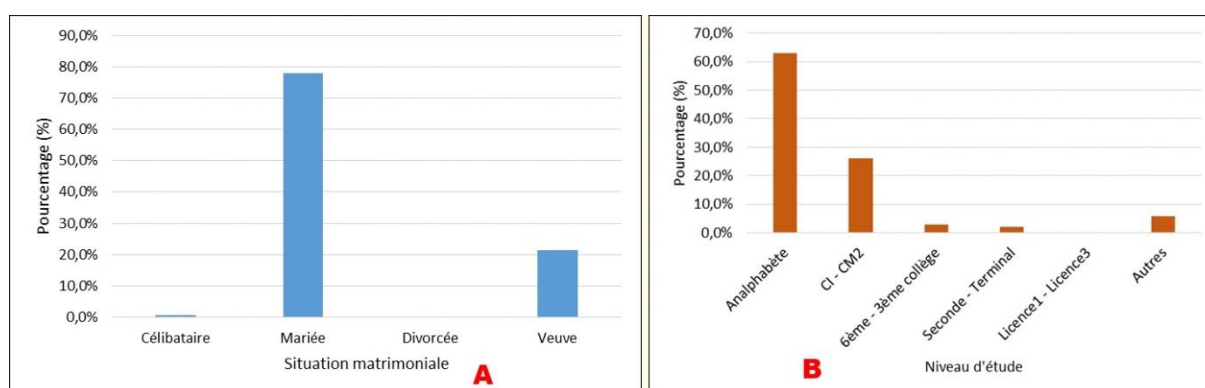
qui de nos jours, perdent progressivement leur fertilité et connaissent une régression de leur surface due au phénomène de salinisation, de l'ensablement, de toxicité ferreuse, etc.



**Figure 2 :** Population de la commune de Djibanar à l'horizon 2025 (ANSD, 2015a)

### I.2. Les caractéristiques de la population interrogée

La population interrogée dans la commune de Djibanar est composée de diverses ethnies et catégorisée par diverses situations matrimoniales (figure 3). Ainsi, cette population est constituée de 80,2 % de balante, 13,5 % de mandingue, 4,3 % de manjacque, 1,2 % de peulh et 0,7 % des autres ethnies. En effet, les balantes et les manjacques vivant dans cette commune sont des émigrés très anciens (balantes) et récents (manjacques) d'origines Bissau Guinéenne.



**Figure 3 :** Situation matrimoniale (A) et niveau d'étude de la population de la population interrogée (B) (Source : enquête-mémoire, 2017)

Les femmes mariées sont plus nombreuses avec 78 % de la population interrogée, suivi de 21,3 % de veuves et de 0,7 %. La faiblesse du taux de célibataire se justifie par le choix de l'unité de référence de la population interrogée qui est la ménagère. Par ailleurs, la faible participation des jeunes filles dans les travaux riziocoles actuellement dans la commune, s'explique aussi par le fait que la majorité des jeunes filles surtout élèves, partent en vacances dans les villes pour effectuer des travaux ménagers. Le but de cette migration saisonnière interne des jeunes filles est généralement lié à la recherche de moyens financiers pour satisfaire leurs besoins en habillement, en fourniture et parfois même en frais de scolarisation. Cette situation dégénère pour la plupart de ces jeunes filles à l'abandon scolaire. Ainsi, la plupart des ménagères interrogées sont analphabètes et représentent 63,1 % de la population interrogée, 26,2 % qui ont fréquenté seulement l'élémentaire, 2,8 % et 2,1 % de cette population interrogée ont fréquentés respectivement le lycée et le collège, et aucune d'entre elles n'a fait des études supérieures. Mais encore 5,7 % ont fait soit des études de langues (Balante et Mandingue) ou uniquement coraniques (figure 3).

En outre il faut noter la présence de très grande famille. En effet, un taux de 13,03 % des ménagères interrogées affirme que le nombre d'individus dans leur famille dépasse la vingtaine. Mais aussi, nous notons de grandes familles dont le nombre d'individus est compris entre 11-20 individus pour 51,1 %, de petites familles (6-10 individus) pour 28,4 % et de très petites familles (1-5 individus) pour 5 % de la population interrogée.

## II. Les activités socioéconomiques

### II.1. L'élevage

L'élevage est considéré comme un des secteurs clés de l'économie de la région de Sédhiou (ANSD, 2015b) qui possède un potentiel pastoral important. Ce potentiel pastoral lui confère une vocation de zone d'élevage par excellence. Il s'agit d'un élevage extensif qui utilise de vastes parcours et exerce une grande pression sur l'environnement. La divagation des bétails est souvent source de conflits entre agriculteurs et éleveurs (Faye et *al.*, 2013 ; MCA Sénégal, 2013). Cette activité est peu pratiquée par les femmes qui s'occupent le plus souvent de l'aviculture ou de l'élevage de petits ruminants. Les bœufs, chèvres, porcs, etc., font souvent l'objet de transactions financières. Cependant, l'élevage des porcs est essentiellement pratiqué par les chrétiens qui sont majoritairement des Mancagnes et des Balantes dans la commune. Par ailleurs, il faut noter que le conflit casamançais a favorisé le vol armé de bétail dans les zones de frontière de la Bissau Guinéenne (Grdr et *al.*, 2017 ; Amnesty International, 1998).

### II.2. La pêche

La pêche, pratiquée dans le fleuve Casamance et dans les bolongs, est de type artisanal avec de petites embarcations dont la plupart sont non motorisées. L'importance du réseau hydrographique explique le développement des activités de pêche dans les localités de Djibanar et de Birkama. Plusieurs espèces halieutiques sont répertoriées grâce aux captures, à savoir le Tilapias, le carpe, le Mulet, le silure, le Clarias et les crevettes (*Parapenaeus longirostris* et *Penaeus notialis*), (Eaux et forêts, 2012, et MCA Sénégal, 2013). L'état actuel de la pêche dans la zone étudiée, illustré par les captures actuelles de produits halieutiques, montre une dégradation des ressources halieutiques et une raréfaction surtout des poissons aussi bien en qualité qu'en quantité. Les juvéniles constituent ainsi l'essentiel des captures (Photo 5).



**Photo 5 :** Etat actuel de la pêche dans la commune de Djibanar A : quai de pêche de Djibanar, B : capture après 3 heures de pêche (pêcheurs de Birkama), C : tas de poisson de 200F CFA.

(Clichés Mansaly, juillet 2019)

Il faut aussi noter dans ce secteur la pisciculture dont les travaux sont encore en cours de réalisation dans le village de Djibanar. La forte pression, l'insuffisance de la surveillance,



les captures immatures des espèces halieutiques et surtout l'exploitation abusive (absence de repos biologique) constituent une menace très sérieuse pour une gestion durable des ressources halieutiques dans la région de Sédhiou et la commune de Djibanar en particulier.

### **II.3. Le commerce**

Les activités commerciales dans la région de Sédhiou se font le plus souvent de manière informelle. Elles sont généralement caractérisées par la non-inscription au registre du commerce pour certains et l'absence de tenue régulière de comptabilité (MCA Sénégal, 2013). Quant à la commune de Djibanar, les principaux points de vente (boutique, magasins, quincaillerie...) longent la RN6 dans les localités de Djibanar, Birkama et Baconding. Le chef-lieu de la commune dispose d'un marché hebdomadaire (tous les dimanches), une opportunité pour les commerçants locaux et la population autochtone d'écouler leurs produits. En outre, la plupart des vendeurs des poissons viennent de l'extérieur de la commune et majoritairement de Goudomp, Diattacounda et Thionck Essyle.

### **II.4. L'agriculture**

L'économie régionale de Sédhiou est pour l'essentiel une économie à vocation agricole (ANSD, 2015b). D'après le rapport du RGPHAE 2013, plus de 4/5 des chefs de ménages s'activent dans l'agriculture. Avec une production très variable, cette agriculture est largement dominée par des exploitations familiales qui constituent la quasi-totalité des activités agricoles. Elle constitue un pôle important de l'économie de la région, mobilise plus de 80 % des populations, assure plus de 90 % des revenus et joue un rôle prépondérant et dynamique dans l'alimentation des populations (MCA, 2013). Le potentiel agricole de la région de Sédhiou est énorme, avec des facteurs climatiques et pédologiques favorables, aux spéculations diverses (le riz, le mil, le sorgho, le maïs et le fonio comme cultures céréalières et l'arachide, le coton et le sésame, la patate comme cultures de rente). Dans la commune de Djibanar comme dans l'ensemble de la région de Sédhiou, le système de production agricole est de type mandingue et se caractérise par une séparation des hommes et des femmes dans le travail productif (BONNEFOND et LOQUAY 1985). Les femmes sont plus actives dans les travaux rizicoles de bas fond ou plateau, tandis que les hommes s'activent dans des cultures de plateaux (arachides, mil, patate...).

#### II.4.1. Le maraîchage

Le maraîchage est pratiqué à grande échelle dans la commune de Djibanar par les femmes durant la saison sèche, car 85,1 % de la population interrogée révèlent que le maraîchage est leur activité principale en saison sèche. Cette pratique est de moindre ampleur en saison des pluies, où 97,9 % des ménagères interrogées s'activent davantage dans la riziculture. Les petites portions de terre aménagées pour cette activité dominent dans la commune et sont destinées essentiellement à la culture de l'oseille, du gombo, du piment, du poivron, d'ognon. Ces activités agricoles participent beaucoup à l'alimentation des ménages et sont aussi génératrices de revenus.

De nos jours, les superficies dévolues à cette activité sont très importantes. En effet, certaines des parcelles utilisées durant l'hivernage pour la culture du riz ou pour d'autres spéculations sous-pluie, sont réaménagées et affectées au maraîchage. Les villages de Djibanar, Birkama et Baconding disposent de périmètres maraîchers communs et individuels (aussi à Kounayan), (photo 6). Les exploitants des blocs maraîchers communs bénéficient du soutien des partenaires : la coopération TIKA à Djibanar et (MCA Sénégal) à Birkama et Baconding.

En 2018, la récolte des produits maraîchers dans le bloc maraîcher de Djibanar est de 2317 kg de poivron, 4016 kg d'ognon et 347 kg de piment (Bilan du gestionnaire du Bloc maraîcher).



**Photo 6 :** Périmètres maraîchers communs à Djibanar (A) et individuels à Djibanar(C) et maraîchage après récolte du riz dans la vallée de fabour, Cliché de Mansaly, avril 2017)

#### II.4.2. L'arboriculture

L'arboriculture constitue une composante importante de la gestion de l'espace agraire et du foncier et représente une nouvelle voie de diversification agricole et une nouvelle source de revenus (Woin et Essang, 2002).

Dans la commune de Djibanar, elle se résume aux plantations d'anacardiens, de manguiers et d'orangers. La production de mangue et de noix d'anacarde domine. Les vergers de manguiers sont localisés le plus souvent au voisinage de l'habitat, tandis que ceux d'anacardiens occupent progressivement la zone forestière. Les variétés de manguiers ont connu

une mutation dans le temps, le plus souvent par le biais du greffage. Parmi ces variétés, nous notons les variétés locales d'amélie et de mangot et les variétés floridiennes telles que le Kent et la Keitt (Saiah, 2012). Les variétés dites Kent et Keitt sont les plus rentables du point de vue financier.

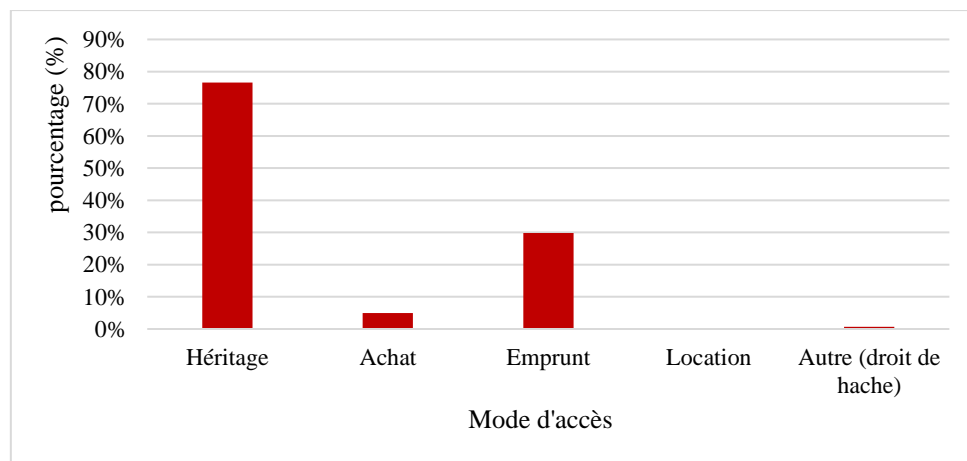
L'anacardier, originaire du Brésil, a été principalement introduit en Afrique par les Portugais (Lacroix et Gbadamassi, 2003). Au Sénégal, la noix d'anacarde est récoltée du mois de mars au mois de juin. Dans la commune de Djibanar, l'arboriculture procure des revenus non négligeables à la population locale. Une proportion de plus de 50 % de la population enquêtée révèle que l'argent tiré de la vente de la production des noix d'anacarde et des mangues est destiné à l'achat du riz importé pour satisfaire les besoins alimentaires dans les ménages.

### II.4.3. La riziculture

La riziculture est pluviale de nos jours dans la commune Djibanar comme dans la plupart des milieux ruraux de la Casamance. Elle est faite dans les bas-fonds et sur les plateaux. Les femmes sont les principales actrices de cette activité. L'intervention des hommes est généralement notée durant la période de labour avec l'usage des engins (motoculteur, tracteur) et de la récolte du riz.

#### II.4.3.1. Le mode d'accès aux terres rizicoles

La terre constitue une ressource primordiale de la vie socioéconomique des populations surtout en milieu rural. De ce fait, accéder à cette ressource passe obligatoirement par le respect d'un certain nombre de principes (figure 4).



**Figure 4 :** Modes d'accès aux parcelles rizicoles par les ménagères enquêtées

Cependant, l'accès aux terres agricoles, surtout rizicoles dans la Casamance, se fait par le droit du premier occupant ou droit coutumier ou encore droit de la « hache, » qui est le mode primitif de l'appropriation des terres. Ainsi, ces terres acquises sont léguées à des progénitures

de génération en génération sous forme d'héritage. Il s'agit donc d'un régime de propriété privée avec la seule différence par rapport au droit occidental du caractère inaliénable du bien, une terre ne pouvant être ni vendue ni revenir à quiconque, sauf en cas d'héritage. Allant dans ce sens, « le segment de lignage garde un droit éminent sur les terres autrefois défriché par un ancêtre fondateur » (BENNEFOND et LOQUAY, 1985). Les garçons constituent ainsi les principaux héritiers des terres qu'ils acquièrent du père ou de la mère qui leur octroient un certain nombre de parcelles une fois marié. Cependant, ceux qui ne disposent pas des terres peuvent en emprunter aux propriétaires pour exercer leurs activités rizicoles. L'emprunt d'une parcelle dans cette commune ne donne lieu à aucune redevance aussi en nature ou en espèce, toute la production revient à l'exploitant. Ainsi, 76,6 % de la population interrogée a acquis l'essentiel de leurs parcelles par héritage. Un taux de 29,8 % de cette population interrogée emprunte certaines de leurs parcelles, 5 % et 0,7 % de cette même population a aussi acquis certaines de leurs parcelles par achat et le droit de la « hache ».

#### II.4.3.2. Les outils utilisés dans la riziculture

Comme dans la plupart des milieux ruraux du Sénégal, le secteur agricole est faiblement mécanisé, l'essentiel du travail se fait manuellement. Le labour dans le terroir de la commune de Djibanar est généralement fait à la main avec le « fanting » qui constitue l'outil primordial de labour, suivi des tracteurs et des motoculteurs (photo 7).



**Photo 7 :** Outils utilisés dans le labour des parcelles rizicoles en A « fanting », en B motoculteur et en C tracteur : Cliché de Mansaly, août 2017 (B) et juillet 2018 (A, B)

Les autres outils de labour sont la «daba» et la charrue (traction attelée). Un taux de 98,6 % des ménagères interrogées labourent leurs parcelles rizicoles avec le « fanting » et 41,1 % de ces ménagères utilise soit le motoculteur soit le tracteur pour labourer certaines de leurs parcelles. Les autres outils de labour des parcelles rizicoles restent moins utilisés. La faiblesse du taux d'utilisation du tracteur et du motoculteur réside à leur non-disponibilité, ce qui justifie la supériorité de la demande par rapport à l'offre. Il faut aussi noter que le motoculteur reste le plus utilisé des engins de labour du fait de son accès facile et de sa mobilité dans les bas-fonds. Contrairement au motoculteur, le tracteur reste le moins utilisé en raison de l'importance de son

poids et le risque d'enfoncement qui est très probable dans les bas-fonds surtout en saison pluvieuse. De surcroît, le motoculteur sur l'image (B) ci-dessous, est une propriété extérieure (hors de la commune, le propriétaire est de Brofaye Baïnouk, localité située sur l'axe Ziguinchor-Mpack). Il est loué par les usagés pour une somme de 150 000 francs la semaine.

La récolte et le battage du riz se font aussi manuellement. La faucille constitue l'outil de récolte du riz le plus utilisé par les exploitants de la commune de Djibanar. Seulement 33,3 % de la population interrogée récoltent jusqu'à nos jours le riz avec le couteau. En effet, le riz récolté dans les parcelles est pour la plupart des cas entassé dans les parties de parcelle rarement immergées par l'eau durant une période variable selon les exploitants avant le battage (Photo 8).

L'outil principal de décortilage du riz est le mortier. Le décortilage du riz à l'aide du moulin est faiblement pratiqué dans la commune de Djibanar, car seulement 14,9 % de la population interrogée font le décortilage de leur récolte de riz au moulin.

Toutefois, les principaux problèmes qui gangrènent la riziculture sont la salinisation, l'ensablement, la toxicité ferreuse et la présence d'adventices dans les bas-fonds.



**Photo 8 :** Récolte du riz dans la vallée de Birkama : en A et B parcelles situées en amont de la digue anti moderne vers Goudomp et en C parcelle située en amont de la RN6 (dans le sac et la bassine une partie de la récolte), Clichés Mansaly décembre 2017.

### **Conclusion partielle**

Les caractéristiques démographiques de la commune de Djibanar sont similaires à celles de sa région (Sédhiou). La population de cette commune est essentiellement jeune et majoritairement balante. L'agriculture vivrière constitue la base de la production agricole. Le secteur arboricole est en plein essor avec une dominance des vergers de manguiers et d'anacardiens, tandis que le secteur de la pêche est en déclin avec une dégradation des ressources halieutiques. La riziculture est confrontée à de nombreux problèmes, liés à la dégradation des rizières essentiellement par salinisation, ensablement et toxicité ferreuse.

---

**TROISIEME PARTIE :**  
**DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES SOLS ET MANIFESTATIONS DE LA**  
**SALINISATION DES TERRES RIZICOLES**

---

Dans cette troisième partie du mémoire, nous présentons les résultats de notre étude relatifs à la dynamique de l'occupation des sols et de mesures de la salinité (des eaux de surface et des sols) dans la commune de Djibanar. Elle est composée de deux chapitres : dans le premier chapitre, nous analysons la dynamique de l'occupation des sols et le second, la variation de la salinité des eaux de surfaces et des sols.

## CHAPITRE 5 : ÉVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DE L'OCCUPATION DES SOLS DE LA COMMUNE DE DJIBANAR

---

« Il est communément admis qu'à partir d'états plus favorables, réputés "climaciques" ou mieux équilibrés, les paysages se détériorent par altération ou par perte d'éléments biocénétiques, par modification physique et chimique, allant dans le sens d'une simplification des écosystèmes et d'une baisse de la productivité » (Gavaud, 1988). De la période humide à maintenant, nos écosystèmes ont connu une dégradation très intense affectant les activités socioéconomiques des populations qui y résident.

La télédétection est un outil qui, de nos jours, est couramment utilisé dans les suivis environnementaux, en raison de la diversité des capteurs satellitaires existants (Louise, 2012). Elle apparaît comme l'une des techniques les plus prometteuses et rentables pour la cartographie et le suivi de l'évapotranspiration (Merlin, 2016) et permet aussi d'appréhender les modifications des couverts végétaux (Aman et *al.*, 2001). Les satellites, essentiellement, fournissent des images de la surface terrestre à des échelles de temps et d'espace variées. Dans le cadre de cette étude, l'usage des images multidates et multicateurs, nous a permis d'analyser la dynamique spatio-temporelle des terres rizicoles salées dans la commune de Djibanar. Cette approche cartographique de l'occupation du sol de la zone étudiée a permis de mettre en exergue la situation des terres rizicoles exploitées et non exploitées et, l'avancée des sols de tannes (sols salins). En effet, plusieurs études, dont celles de Marius (1979), Olivry (1987) et Bassel (1993), ont montré que la sécheresse des années soixante-dix a pour corolaire une perte importante des terres cultivables due à la salinisation en Casamance.

Pour cartographier l'occupation des sols et les changements intervenus dans la commune de Djibanar, nous avons utilisé les données du satellite Corona acquises en 1967 et du satellite Landsat acquises en 1987. Ces images ont été associées à des images capturées sur Google Earth, acquises en 2004 et 2017.

Les évolutions de l'occupation des sols sont cartographiées pour les périodes : 1967-1987, 1987-2004, 2004-2017 et 1967-2017. Le choix de ces dates et périodes se justifie par notre objectif qui est de montrer la situation des terres rizicoles avant la sécheresse des années 1970 et 1980, après l'installation de la sécheresse (1987), au retour timide de la pluviométrie et la construction des digues anti sel (2004) et récente (2017), mais aussi, de cartographier les changements notés dans les vallées de la commune de Djibanar de 1967 à 2017.

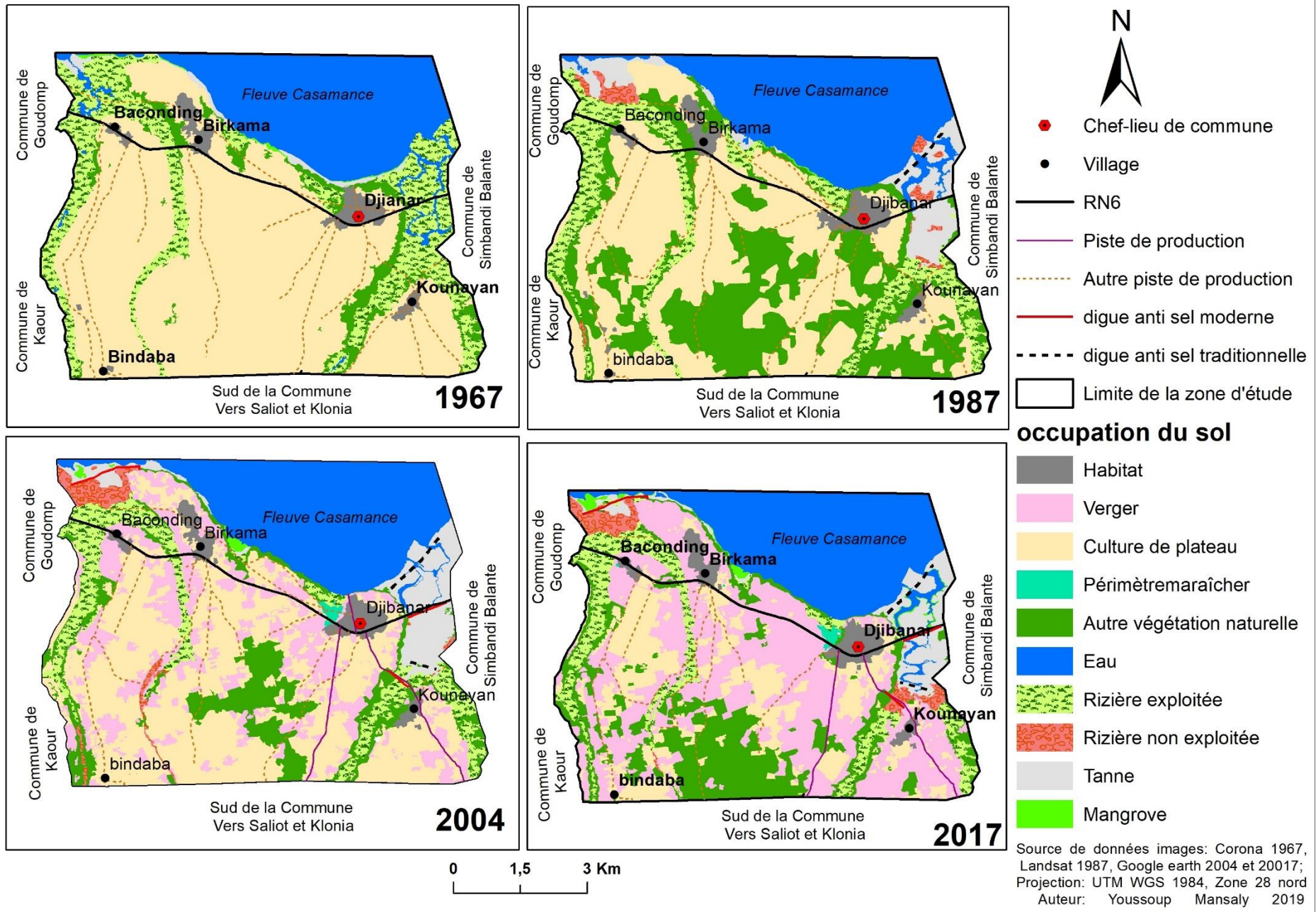
### **I. La cartographie monodate de l'occupation des sols dans la zone d'étude**

L'objectif de la conception des cartes monodates est de situer les terres rizicoles exploitées et non exploitées, ainsi que les tannes sur l'occupation des sols de chaque année. Pour cartographier l'occupation des sols de la zone d'étude, nous avons déterminé dix (10) classes d'occupation des sols à partir de l'interprétation visuelle des éléments de surface de cette espace, reflétés par les différentes images satellitaires (Corona 1967, Landsat 1987, Google earth 2004 et 2017). Il s'agit des classes : habitat, mangrove, autre végétation naturelle, rizière exploitée, culture de plateau, tanne, eau, rizière non exploitée, périmètre maraîcher et verger. Un code et un libellé sont attribués à chaque classe d'occupation des sols, permettant de les différencier les unes des autres. La carte 5 présente l'occupation des sols dans la commune en 1967, 1987, 2004 et 2017.

### **I.1. L'occupation des sols en 1967**

On constate sur l'occupation des sols (carte 7), une dominance des zones de cultures de plateaux avec une superficie couverte de 3546,6 hectares (ha) soit un pourcentage d'occupation des sols de 55,2 %. Les parcelles rizicoles exploitées occupent une superficie de 1003 ha, soit un pourcentage d'occupation des sols de 15,6 %. Les eaux de surface occupent une importante partie du terroir (1283,1 ha) et sont localisées essentiellement au nord et nord-est de la zone d'étude. Les classes « mangrove », « autre végétation naturelle », « tanne », et « habitat » occupent des proportions d'occupation des sols très faibles (respectivement à 4,3 %, 2 %, 0,3 % et 2,7 %). L'importance des surfaces agricoles (zone de culture, de plateau et bas-fonds) se justifie par les conditions pluviométriques favorables pendant cette période antérieure à la sécheresse des années 1970. En effet, les moyennes pluviométriques annuelles enregistrées pendant cette période antérieure à cette sécheresse étaient largement supérieures à la moyenne de la normale 1971-2000 qui est de 1120,2 mm à la station de Diattacounda. Cette forte pluviométrie explique la présence des eaux de surface sur certaines parties des vallées durant toute l'année. C'est le cas des mares pérennes dans les parties les plus en amont des vallées de Baconding vers Akintou et de « fabour » (vallée située au Sud-Ouest de Kounayan). Il faut aussi noter la présence de la végétation naturelle dans les zones de cultures de plateau. Les grands arbres, situés à l'intérieure des champs n'étaient pas abattus, car ils servaient de points de repos pour les cultivateurs. Quant aux zones de tannes, elles étaient localisées essentiellement au voisinage du fleuve, dans la zone de marnage.





**Carte 7** : Occupation des sols de la commune de Djibanar en 1967, 1987, 2004 et 2017

## **I.2. L'occupation des sols en 1987**

Les zones de cultures de plateaux, avec une surface couverte de 2298,1 ha, occupent 35,8 % de la superficie de la zone étudiée (carte 7). Elles sont plus représentées au sud de la RN6 et occupent la surface d'occupation des sols la plus importante de cette année. Elle est suivie de la surface couverte par la classe autre végétation naturelle dont la superficie est de 1507,3 ha soit une proportion de 23,5 % de la surface totale. La classe « eau » couvre 20,5 % de la zone d'étude soit une superficie de 1318,4 ha. La particularité de l'occupation du sol de cette année réside dans l'apparition des rizières non exploitées qui s'explique en grande partie par le déficit pluviométrique, entraînant la dégradation des sols par salinisation et l'avancée de la langue salée.

## **I.3. L'occupation des sols en 2004**

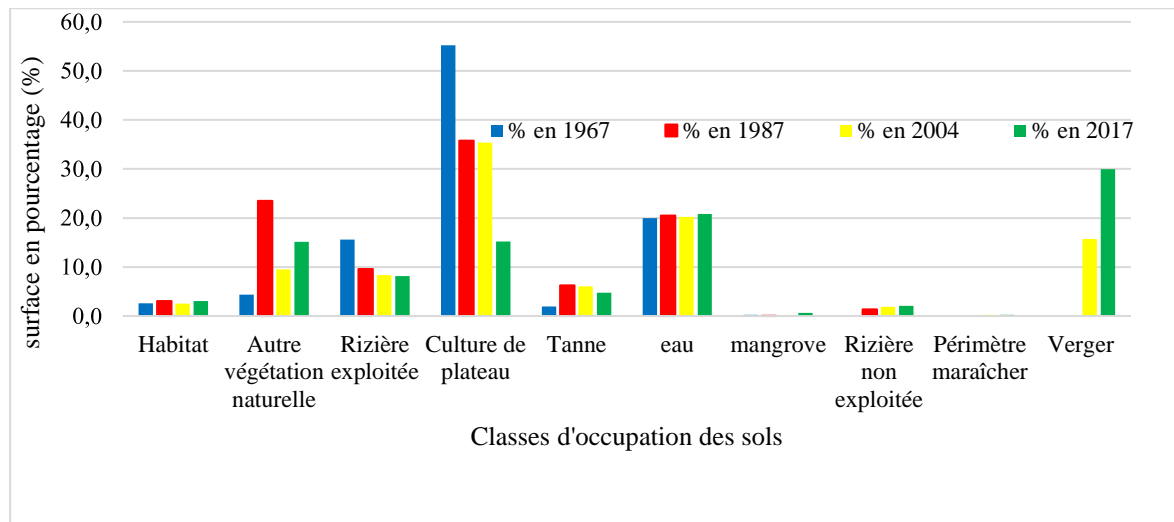
Les cultures de plateaux en 2004, comme dans les précédentes années, couvrent la plus grande surface (35,4 % de la superficie de la zone étudiée), suivi de la classe eau avec 1298,5 ha (carte 7). Les vergers de manguiers et d'anacardiens sont aussi importants (1011,5 ha) et remplacent progressivement les forêts naturelles et les zones de cultures de plateau. La classe « autre végétation naturelle » est plus représentative sur les accotements des vallées (constituée essentiellement de palmiers à huile), le long du fleuve et au Sud-Ouest de la localité de Djibanar. Elle ne représente plus que 9,5 % de la superficie totale de la commune. Les parcelles rizicoles exploitées couvrent une superficie de 535,4 ha et celles non exploitées couvrent une superficie de 120,3 ha. Ces dernières sont essentiellement localisées à la confluence des vallées de Baconding et de Birkama, mais aussi dans les parties les plus en amont de ces deux vallées. Leur extension est due, d'une part à l'avancée de la langue salée et, d'autre part à l'insécurité de la zone sud de la commune, souvent sillonnée par des bandes armées. Les proportions d'occupation des sols les plus faibles sont constituées par les classes suivantes : mangrove (0,2 %), périmètre maraîcher (0,2), rizière non exploitée (1,9 %), habitat (2,5 %) et tannes (6 %).

## **I.4. L'occupation des sols en 2017**

Les états de surface de la commune de Djibanar en 2017 se distinguent des autres par la présence importante des vergers qui couvre 29,9 % de l'espace cartographié (carte 7). Les vergers, surtout d'anacardiens, sont omniprésents aujourd'hui dans toutes les zones de plateau des villages de Djibanar, Birkama, Baconding et Kounayan. En effet, l'importance des surfaces couvertes par cette classe est liée aux bénéfices non négligeables que l'arboriculture génère dans la commune. Les surfaces occupées par les parcelles rizicoles exploitées de cette année sont relativement moins importantes (976,1 ha), comparées aux autres années, tandis que les

rizières non exploitées augmentent davantage (133 ha). Les classes « eau », « culture de plateau », « mangrove », « autre végétation naturelle », « tanne », « habitat » et « périmètre maraîcher » occupent respectivement 20,8 %, 15,2 % et 15,1 %, 0,6 %, 4,8 %, 3,1 % et 0,3 % de la superficie totale de la zone d'étude.

L'importance des surfaces couvertes par chaque classe varie d'une année à une autre (figure 5).



**Figure 5 :** Superficies des classes d'occupation des sols dans la commune de Djibanar en 1967, 1987, 2004 et 2017 (Source : Corona 1967, Landsat 1987, Google Earth 2004 et 2017)

La couverture pédologique de la zone étudiée présente différentes caractéristiques selon les années. D'une manière générale, les proportions d'occupation des sols pour l'essentiel des classes et selon les années sont généralement inférieures ou égales à 20 %. Au fil des années, la baisse de la proportion des surfaces d'occupation des sols est plus notée au niveau des classes de rizières exploitées, de zones de cultures de plateau, tandis que la hausse de cette proportion est plus notée dans les classes de rizières non exploitées, de verger et de la mangrove. Une légère baisse des zones de tannes est essentiellement liée notée au profit de la mangrove et de la végétation naturelle. Mais, les terres rizicoles salées sont en hausse du fait de l'accroissement des rizières non exploitées majoritairement proches du fleuve ou des défluent et des tannes.

## II. La cartographie des changements de l'occupation des sols de la commune de Djibanar

L'étude diachronique de l'occupation des sols dans la commune de Djibanar concerne essentiellement quatre périodes : 1967-1987, 1987-2004, 2004-2017 et 1967-2017. Pour réaliser les cartes de changements, les tables attributaires des couches thématiques de l'occupation des sols pour chaque date ont été croisées pour générer des couches de changements. Les cartes de changements conçues avec ces couches de changements montrent

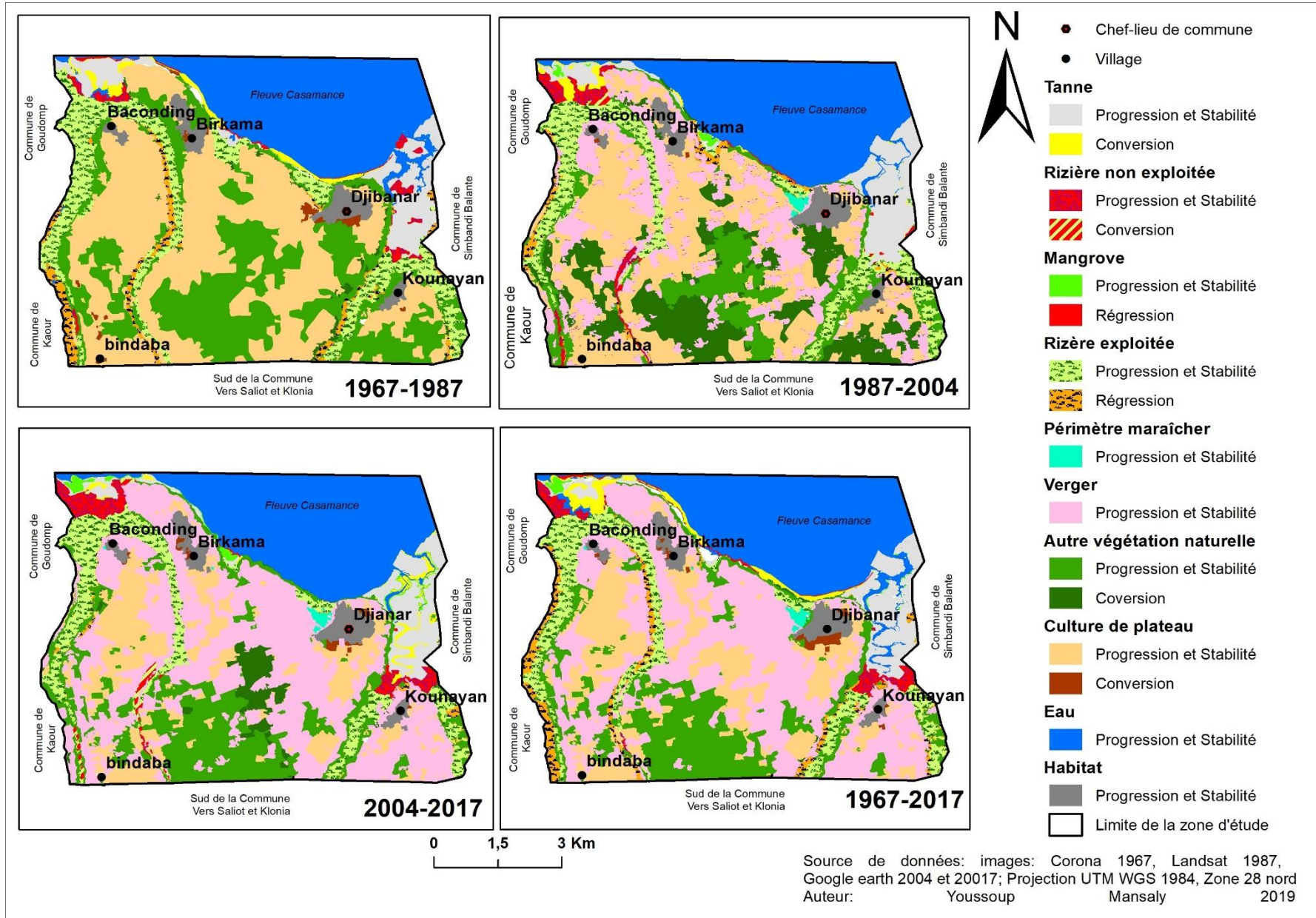
une forte dynamique de l'occupation des sols de la commune de Djibanar avec une évolution négative des terres rizicoles exploitées (Carte 8).

### **II.1. L'évolution de l'occupation des sols entre 1967 et 1987**

L'évolution des états de surface entre 1967 et 1987 montre une hausse des surfaces de la majorité des classes de l'occupation des sols de commune (carte 8).

Seulement trois classes de l'occupation des sols ont connu une régression de leur surface entre 1967 et 1987. Il s'agit des classes : cultures de plateaux, rizières exploitées et de mangrove. Les parcelles rizicoles exploitées ont régressé de 38,7 %, avec une superficie de 367,9 ha, au profit des rizières non exploitées, des tannes, de cultures de plateau et de la végétation naturelle. Ces surfaces rizicoles exploitées régressés, sont essentiellement localisées à la confluence des vallées de Baconding et de Birkama et de la vallée de « fabour » (entre Kounayan et Djibanar) et de Manécounda, ainsi que sur les accotements des vallées. La surface des rizières exploitées stables est de 452,5 ha alors que celle progressée (surface d'autres classes converties en rizières exploitées) est de 162,7 ha.

Les champs de cultures de plateau ont régressé de 35,2 %, soit une superficie de 1248,5 ha. La baisse des superficies des zones de cultures est due en partie aux déficits pluviométriques des années soixante-dix et quatre-vingt. Cette baisse a favorisé l'extension des zones de cultures de plateau et des tannes sur les bas-fonds, ainsi que la régénération de la végétation naturelle sur les bordures des rizières. La régénération de cette végétation est particulièrement notée le long des vallées et dans la partie sud, Sud-Est et Sud-Ouest de la zone d'étude. On constate l'apparition d'une nouvelle classe : rizière non exploitée qui occupe 1,3 % de la superficie de la zone d'étude, soit une surface de 86,2 hectares. Les zones de tannes, quant à elles, ont connu une hausse de 272,8 ha et couvre une superficie totale de 399,8 ha. Les surfaces de mangrove ont connu aussi une régression favorisée par l'installation de la sécheresse de 1970 entraînant la dégradation de la mangrove sous l'influence de la salinité extrême des eaux du fleuve et des sols des vasières (Olivry, 1987). Cette sécheresse est à l'origine de la progression du front salé vers l'amont des vallées dues à invasion marine et la remontée capillaire du sel. En effet, les eaux du fleuve, lourdement chargées en sel, pénètrent les marigots et inondent les parcelles rizicoles au voisinage du fleuve et de ses défluent, dont les sols se minéralisent davantage.



**Carte 8** : Evolution de l'occupation des sols de la commune de Djibanar entre 1967-1987, 1987-2004, 2004-2017 et 1967-2017

## **II.2. L'évolution de l'occupation des sols entre 1987 et 2004**

Entre 1987 et 2004, la tendance générale de l'évolution des surfaces des différentes classes d'occupation des sols est à la baisse. Seulement deux classes ont vu leur surface augmentée, il s'agit des classes de mangroves et de rizières non exploitées (carte 8).

Les terres rizicoles non exploitées, malgré le retour timide de la pluviométrie à la fin des années 1990, connaissent une hausse de 39,6 % de leur surface, essentiellement au détriment des terres rizicoles exploitées. Elles sont plus importantes à la confluence des vallées de Baconding et de Birkama, ainsi que dans les zones, les plus en amont de ces vallées (vers Bindaba). Les facteurs à l'origine des changements environnementaux dans les rizières sont : l'amplification du phénomène de salinisation des terres, et à la crise casamançaise (affrontement entre les combattants du MFDC et l'armée sénégalaise) qui a favorisé l'abandon de certains villages dans la commune de Djibanar. Selon Amnesty International (1998), même le chef-lieu de la commune (Djibanar) a subi une attaque (précisément le foyer des jeunes en pleine soirée dansante) faisant une dizaine de morts et des bétails emportés. Cependant, les parcelles rizicoles situées dans les terroirs des villages abandonnés, susceptibles d'être minées ou fréquentées par les bandes armées, n'étaient plus cultivées, durant plusieurs années du conflit, et surtout pendant les périodes de vive tension. Les surfaces rizicoles exploitées ont régressé ainsi de 79,8 ha et celles restées stables occupent 451 ha entre 1987 et 2004.

Les zones de tannes ont régressé de 3,1 %, car la végétation naturelle a régénéré sur les bordures de la vallée de Djibanar, particulièrement à l'Est de cette localité et le long du fleuve Casamance au nord de Birkama. Certaines surfaces de ces tannes ont été récupérées avec le reboisement de la mangrove et d'autres converties en rizière non exploitées, particulièrement au Nord-Ouest de Baconding et Nord-Est de Birkama. L'accroissement des superficies de mangrove est dû aussi au retour timide de la pluviométrie signalée depuis 1999 et dont la moyenne annuelle (1555,1 mm) à la station de Diattacounda, était largement supérieur à la moyenne de la normale utilisée (1971-2000).

La régénération des formations végétales naturelles est notée sur les bordures des rizières jadis cultivées, plus particulièrement dans le Sud-Ouest de la commune et au voisinage de la localité de Bindaba. Cette localité est de nos jours, seulement habitée par les militaires. L'inexploitation des parcelles rizicoles situées dans le terroir de cette localité est liée essentiellement à l'ensablement et la peur des exploitants de croiser les rebelles. Les zones d'habitation ont connu une réduction de 16 % de leurs surfaces initiales. Les terres de cultures de plateau ont régressé de 1,1 % au profit des plantations d'anacardiens et de manguiers. L'activité maraîchère, génératrice de revenus, renforce l'adaptation aux contraintes



climatiques, car la plupart des produits maraîchers sont aussi consommés dans les ménages. Les périmètres maraîchers occupent une superficie totale de 15 hectares soit un pourcentage d'occupation des sols de 0,2 % en 2004.

### **II.3. L'évolution de l'occupation des sols entre 2004 et 2017**

La dynamique de l'occupation des sols de la commune de Djibanar entre 2004-2017 est caractérisée par la plus forte hausse des surfaces des plantations (essentiellement des manguiers et d'anacardiens). Les pourcentages des changements, montrent une régression de surfaces de trois classes d'occupation des sols : rizière exploitée (-13,5ha), culture de plateau (-1296,7 ha) et tanne (-80,7 ha).

Les surfaces des rizières exploitées et des champs de plateau ont été réduites au bénéfice des surfaces constituées de parcelles rizicoles non exploitées, des plantations et de la végétation naturelle (carte 8). En effet, les superficies occupées par les parcelles rizicoles non exploitées et celles des vergers ont progressé respectivement de 10,8 % et de 90,1 % soit une hausse respective de 13 ha et de 911,3ha. Cette hausse des surfaces de verger concerne essentiellement les vergers d'anacardiens qui remplacent progressivement les forêts naturelles.

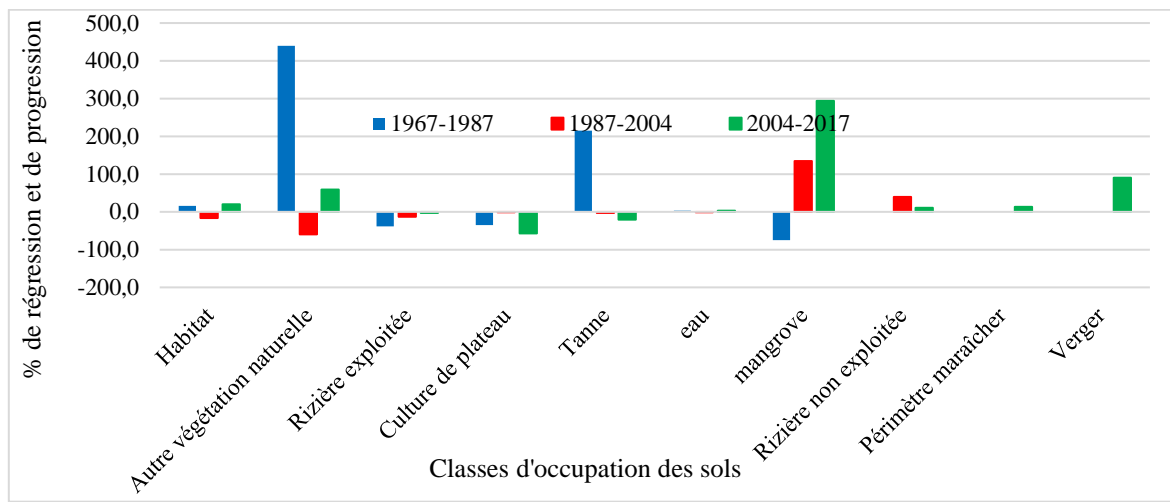
La régénération de la végétation naturelle est plus importante dans les accotements des bas-fonds (Baconding et Djibanar à « Fabour ») et dans le centre Sud de la commune, précisément au Sud-Est de la localité de Bindaba en 2017. L'accroissement des zones habitées est dû en partie à la croissance démographique et au retour des réfugiés de guerre grâce à l'accalmie de la crise casamançaise. De plus, la progression des surfaces de mangroves dans le terroir de la commune est essentiellement liée au reboisement initié par l'OCEANIUM depuis 2007.

### **II.4. L'évolution de l'occupation des sols entre 1967 et 2017**

L'occupation des sols de la commune de Djibanar a connu des mutations environnementales très considérables sous l'influence du climat et des activités anthropiques. La tendance globale de l'évolution des terres agricoles entre 1967 et 2017 est la baisse et la principale composante de l'occupation des sols devient les zones de plantation en 2017. Ces vergers, du fait de l'importance des enjeux socio-économiques tirés, constituent de nos jours, la forme primordiale de mise en valeur du terroir communal de Djibanar par la population locale (carte 8).

Les superficies des différentes classes de l'occupation des sols qui sont restées globalement stables, sont relativement importantes au sein des classes eau (1186,8 ha), « culture de plateau » (945,6 ha) et rizières exploitées (406,2 ha). Les surfaces rizicoles exploitées ont connu une évolution négative (régression) au profit des terres rizicoles non exploitées, des

tannes et de la végétation naturelle. En effet, les zones de tannes ont connu une hausse de surface de 179,7ha, pour atteindre 306,7 ha en 2017. Les terres rizicoles non exploitées, non notées dans la zone avant la sécheresse, sont apparues en 1987 et ont connu une hausse continue de leurs surfaces dues essentiellement à la progression du front salé dans les vallées. Elles étaient de 86,2 ha en 1987, 120,3 ha en 2004 et 133,3 ha en 2017. Par ailleurs, les cultures de plateau ont régressé de 72,5 % au profit des plantations. La figure 6 présente une synthèse des changements mieux et ressort les différentes évolutions notées dans l'espace cartographié (régression, progression, stabilité et apparition).



**Figure 6 :** Surfaces d'occupation des sols régressées ou progressées en pourcentage

Elle montre globalement une régression des terres agricoles et une hausse des zones de tannes pour les périodes 1967-1987 et des rizières non exploitées pour les périodes 1987-2004 et 2004-2017, mais aussi une hausse des surfaces de la classe « autre végétation naturelle » pour l'essentiel des périodes. Une conversion des zones de tannes est notée entre 1987 et 2017 avec le reboisement de la mangrove. Malgré la faible conversion de certaines zones de tannes, les terres rizicoles salées ont cru au fil des années grâce à la hausse des rizières non exploitées, essentiellement proches du fleuve, des *bolongs* et des zones de tannes, qui regorgent d'importante quantité de sel.

### Conclusion partielle

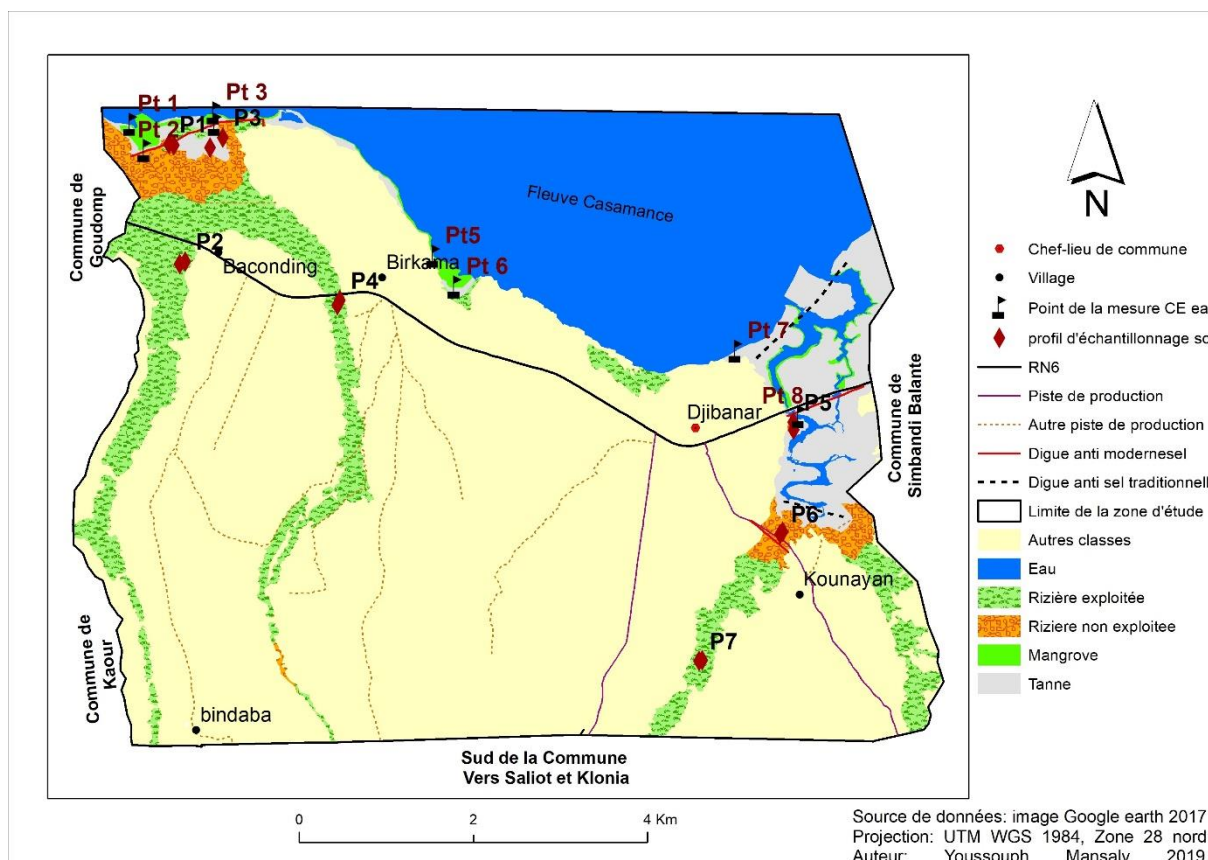
L'occupation des sols de la commune de Djibanar présente une diversité de classes dont celles retenues pour la cartographie de l'occupation des sols sont les suivantes: habitat, végétation naturelle, rizière exploitée, culture de plateau, tanne, eau, mangrove, rizière non exploitée, périmètre maraîcher et verger. L'apparition de certaines classes est due aux changements climatiques, car ces derniers sont à l'origine des modifications écologiques avec une régression des terres agricoles (rizières exploitées et zones de cultures de plateau)

essentiellement au profit des zones de tannes, de rizières non exploitées (pour les terres rizicoles) et des plantations d'anacardiens et de manguiers (pour les zones de cultures de plateau).

## CHAPITRE 6 : ÉTUDE DE LA SALINITE DES EAUX DE SURFACE ET DES SOLS DANS LA COMMUNE DE DJIBANAR

Les bas-fonds dans la commune de Djibanar sont situés dans les zones de basse altitude. L'exutoire des rivières qui les drainent est rattaché au fleuve Casamance. La grande sécheresse des années 1970 qui a frappé l'ensemble des pays du sahel (Niasse et al, 2004), a favorisé en Casamance le processus de salinisation des terres rizicoles (Olivry, 1987). Cette salinisation, notée dans l'estuaire de la Casamance depuis cette sécheresse, constitue de nos jours un problème majeur pour la riziculture de bas-fonds. Les superficies des rizières affectées par ce phénomène ne cessent de croître au fil des années avec des teneurs en sels des eaux et des sols qui sont extrêmement élevés.

Dans ce chapitre, nous analysons la variation spatio-temporelle de la salinité des eaux de surface et des sols de bas-fonds dans la commune de Djibanar. Pour atteindre ce but, des mesures in situ de la salinité des eaux du fleuve Casamance ont été faites, ainsi que des prélèvements et analyses laboratoires des échantillons de sols. Les points de mesure de CE de l'eau et les profils d'échantillonnage des sols sont localisés dans la carte (carte 9).



**Carte 9 :** Localisation des points de mesure de la salinité des eaux de surfaces et les profils d'échantillonnage des sols

## I. La salinité des eaux de surface

Les points de mesure de la salinité des eaux du fleuve se situent le long du fleuve Casamance à l'exutoire des rivières et dans les vallées sur les lits mineurs des rivières ou des marigots. Le taux de salinité des eaux du fleuve Casamance a connu d'importantes fluctuations de la sécheresse des années 1970 à nos jours. Selon Bassel (1993), la variation de cette salinité est d'ordre temporel (d'une année à une autre et d'un mois à un autre) et spatial (d'aval en amont).

### I.1. La variation temporelle de la salinité des eaux du fleuve Casamance à Djibanar (de 1987 à 1992)

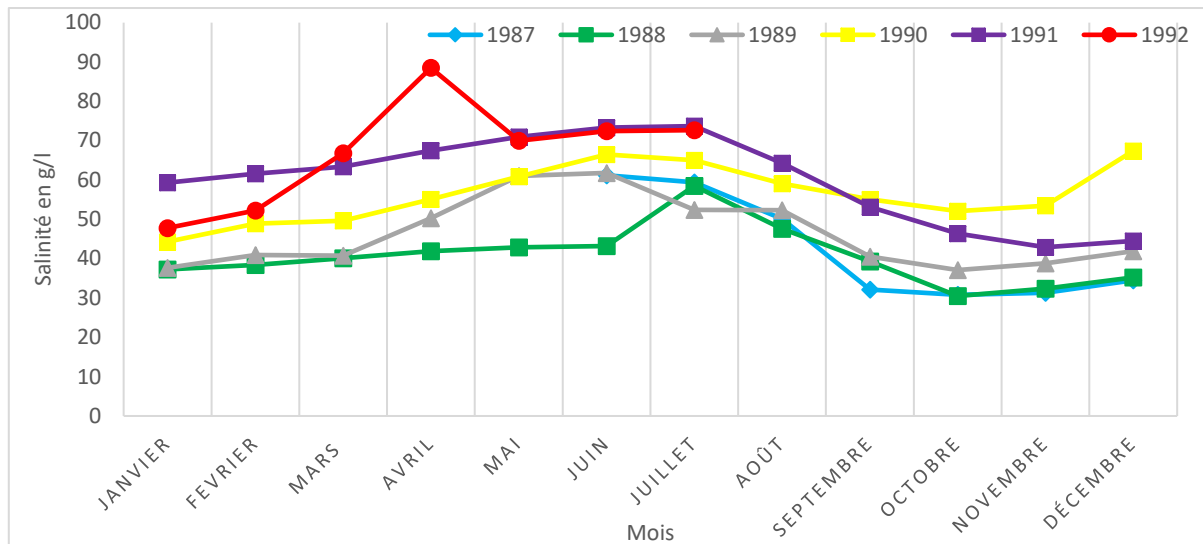
Les mesures de salinité des eaux du fleuve Casamance de Bassel (1993) ont été faites aussi au niveau de Djibanar, situé à 122 km de l'embouchure. Elles ont été faites sur une échelle temporelle de six ans dont le début remonte à la date du 15 juin 1987 et la fin le 15 juillet 1992. Durant cette période, des mesures de salinité des eaux du fleuve ont été faites le 15 de chaque mois sur le même point (tableau 4).

**Tableau 3 :** salinité des eaux du fleuve Casamance au niveau de Djibanar de 1987 à 1992 (à 122 km de l'embouchure) (Source : Bassel (1993))

Année et mois	salinité en g/l en 1987	salinité en g/l en 1988	salinité en g/l en 1989	salinité en g/l en 1990	salinité en g/l en 1991	salinité en g/l en 1992
Janvier	-	37,3	37,7	44,3	59,3	47,8
Février	-	38,4	40,9	48,9	61,6	52,2
Mars	-	40,1	40,8	49,6	63,4	66,8
Avril	-	41,9	50,3	55,1	67,5	88,5
Mai	-	42,9	61	60,9	71	70
Juin	61,2	43,2	61,8	66,5	73,3	72,4
Juillet	59,4	58,5	52,4	65	73,7	72,7
Août	50,09	47,6	52,3	59,1	64,3	-
Septembre	32,1	39,3	40,5	55,1	53,1	-
Octobre	30,8	30,5	37,1	52,1	46,4	-
Novembre	31,3	32,4	38,8	53,5	42,9	-
Décembre	34,5	35,2	41,9	67,4	44,5	-
Total	42,77	40,61	46,29	56,46	60,08	67,20

La salinité des eaux du fleuve Casamance a cru de façon exponentielle dans le temps et dans l'espace. Elle passe de 42,77 g/l à 67,20 g/l entre 1987 et 1992. Cette hausse de la salinité

de ces est liée en grande partie par la remontée des eaux salées de l'océan atlantique sur le fleuve Casamance. En effet, l'installation de la sécheresse des années 1970 a favorisé la remontée des eaux salées de l'atlantique sur le fleuve Casamance compensant les pertes d'eau par évaporation. L'apport en eau douce durant la période de sécheresse, était très minime pour soutenir l'écoulement des eaux du fleuve dans le sens amont-aval durant toute l'année et de diluer l'eau salée. Ainsi, Bovin et le Brusq (1985) révèlent que l'estuaire de la Casamance, par année sèche se transforme en bassin d'évaporation, concentrant les sels marins venus de l'atlantique et qui deviennent une menace pour les sols du domaine fluviomarin. Les résultats de mesures de salinité des eaux du fleuve Casamance au niveau de Djibanar entre 1987 et 1992, point de mesure situé à 122 km de l'embouchure d'après de Bassel (1993), montrent deux tendances de l'évolution de la salinité. D'abord, une légère baisse de 2,16 g/l est notée de 1987 à 1988. Cette baisse du niveau de la salinité trouve sa justification dans le retour timide des précipitations noté de 1986 jusqu'en 1989. C'est une période où les écarts pluviométriques, à la normale 1971-2000, sont excédentaires à la station de Diattacounda. Malgré les années excédentaires de la période 1986-1989, la tendance en baisse du niveau de la salinité n'est pas maintenue entre 1988 et 1989 où elle a connu plutôt une hausse. Cette augmentation de la salinité par rapport aux années antérieures et cela, malgré des pluies relativement importantes, indiquerait que l'évolution de la salinité n'est pas encore stabilisée, mais au contraire continue de varier (Pagès et al, 1987). Dacosta (1989) souligne que la sécheresse aurait pour conséquence un rétrécissement de la saison de pluie avec les mois d'octobre et de novembre de plus en plus secs ; ce qui freine précocement le processus de dessalement amorcé avec les pluies. Puis, une hausse vertigineuse du niveau de la salinité est notée entre 1988 et 1992 soit une augmentation d'un taux de 26,59 g/l à la salinité initiale de 1988 pour atteindre un pic de 67,2 g/l en 1992 qui est une année faiblement déficitaire et qui est précédée de trois autres années aussi déficitaires à savoir 1989, 1990 et 1991. La salinité des eaux du fleuve Casamance est aussi variable selon les mois d'une année à l'autre (figure 7).

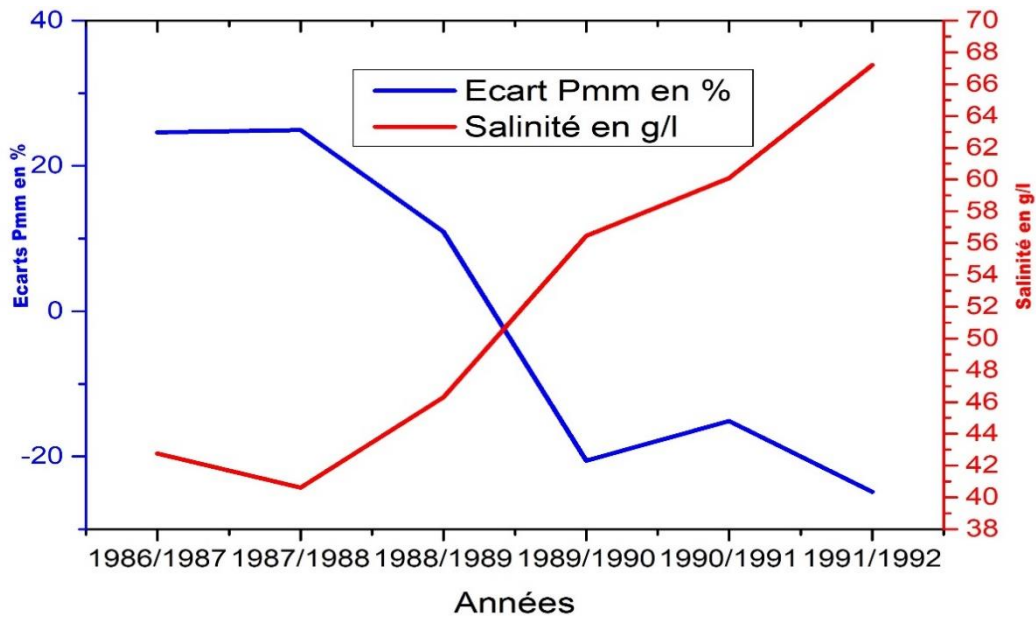


**Figure 7 :** Variation mensuelle de la salinité des eaux du fleuve Casamance à Djibanar entre 1987 et 1992 (Source : Bassel, 1993)

L'analyse des courbes de la salinité mensuelle des eaux du fleuve Casamance au niveau de Djibanar, montre trois grandes phases de l'évolution de cette salinité au cours de chaque année. D'abord, une hausse de la salinité est généralement notée entre le mois de Janvier et le mois Juillet avec les mois de juin et juillet où les pics de salinité sont généralement atteints. Le degré de salinité le plus important est noté en Avril 1992 avec 88,5 g/l. Ensuite, une baisse de la salinité est notée entre juillet et octobre, qui s'en suit d'une légère hausse entre octobre et décembre. Cette évolution de la salinité mensuelle est essentiellement liée aux apports d'eaux douces (pluviales). Le dessalement n'est pas immédiat, car la salinité reste élevée au début de l'hivernage (généralement, entre mai et juin en Casamance). Les quantités d'eau précipitées ne permettaient pas généralement de diluer les eaux du fleuve durant cette période. Une baisse de la salinité est progressivement notée à partir du mois d'Août jusqu'à la fin de l'hivernage et s'en suit d'une hausse après la fin de celui-ci (octobre). En effet, durant les années 1991 et 1992, les taux de salinités mensuelles étaient les plus importants avec des moyennes annuelles de salinité respectives de 60,08 g/l et 67,2 g/l. Cette importance de la salinité annuelle des années 1991 et 1992 s'explique par l'importance de leur déficit pluviométrique.

## **I.2. L'analyse comparée de l'évolution de la salinité des eaux et celle de la pluviométrie**

La comparaison des données de la salinité des eaux du fleuve Casamance à Djibanar (de 1987 à 1992) et celles de la pluviométrie de ces mêmes années à la station de Diattacounda montre un rapport de cause à effet. La diminution des quantités de pluies précipitées annuellement qui favorise une hausse de la salinité des eaux du fleuve Casamance (figure 8).



**Figure 8 :** Analyse comparée de l'évolution de la salinité des eaux et celle de la Pluviométrie (Sources : Bassel, 1993)

L'analyse de la figure n° 8 montre que les plus importants taux de salinités sont notés durant les années les plus déficitaires. En effet, les années où les quantités d'eau précipitées annuellement sont relativement faibles ont les degrés de salinité des eaux du fleuve les plus élevés. Ainsi que le pic de la salinité des eaux du fleuve noté en 1992 correspond à l'année où le déficit pluviométrique est le plus criard. Selon Bassel (1993), une réduction des précipitations annuelle de l'ordre de 100mm durant les années 1990, se traduit au niveau de la salinité moyenne par une hausse de 10g/l.

### **I.3. La variation spatiale de la salinité des eaux dans le terroir de la commune de Djibanar**

Pour apprécier la variation spatiale de la salinité des eaux de surface dans la commune de Djibanar, nous avons effectué des mesures in situ de la salinité, dans le fleuve Casamance et hors du fleuve. En effet, les points de mesures ciblés constituent essentiellement les entrées d'eaux fluviales dans les bas-fonds et les sorties d'eaux des rivières en direction du fleuve (tableau 5). L'examen de ces résultats de mesures in situ de la salinité des eaux du 1er Mai 2018 révèle une variation croissante de la salinité des eaux d'aval en amont du fleuve Casamance et du fleuve vers les marigots. La teneur en sel de l'eau est plus importante hors du fleuve que dans le fleuve. En effet, la salinité de l'eau au sein du fleuve est inférieure à 50 ‰ dans tous les points de mesure (Pt1, Pt3, Pt5 et Pt7), alors qu'elle supérieure à 50 ‰ dans tous les points de mesure situés hors du fleuve (Pt2, Pt4, Pt6 et Pt8).

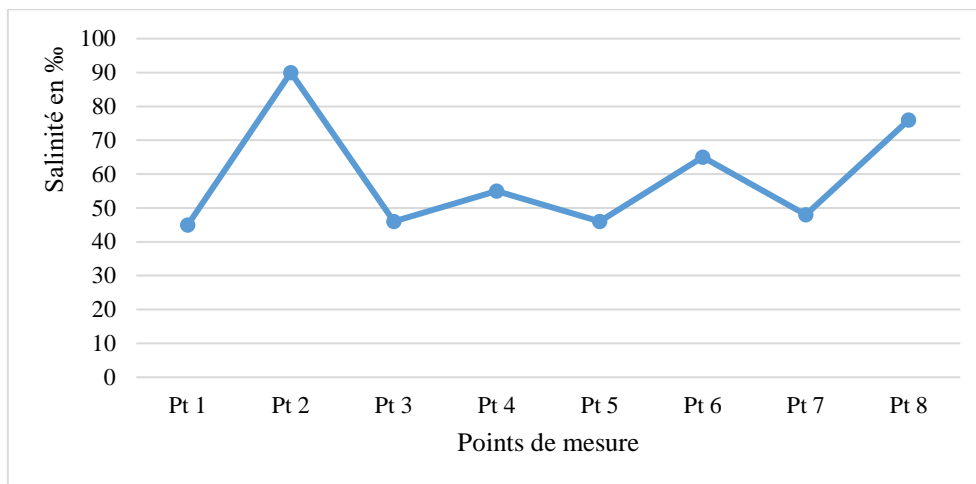
**Tableau 4 :** Salinité des eaux de surface dans la commune de Djibanar le 01 Mai 2018



Points (Pt) de mesure	Sites de mesure	Coord X	Coord Y	CE ‰
Point 1	Fleuve, en aval du 2ème ouvrage de la digue anti sel à la confluence des vallées de Birkama et Baconding vers Goudomp	0405670	1390517	45
Point 2	En aval du 2ème ouvrage de la digue anti sel à la confluence des vallées de Birkama et Baconding vers Goudomp	0405828	1390209	90
Point 3	Fleuve en aval l'ouvrage en bec de canard de la digue anti sel à la confluence des vallées de Birkama et Baconding vers Birkama	0406637	1390580	46
Point 4	Au sein de l'ouvrage en bec de canard de la digue anti sel à la confluence des vallées de Birkama et Baconding vers Birkama	0406637	1390580	55
Point 5	Fleuve, dans le quai de pêche Birkama, près de la mangrove	0409393	1388641	46
Point 6	Derrière la mangrove de Birkama près quai de pêche	0409393	1388641	65
Point 7	Fleuve à Djibanar derrière les bassins Piscicoles	0412624	1387905	48
Point 8	En amont de l'ouvrage de la digue anti sel de Djibanar près du pont de la RN6	0413348	1387155	76

Au niveau de ces points de mesures situés hors fleuve, le niveau d'eau est moins important et le renouvellement n'est assuré qu'en période de marée haute apportant davantage plus de sel, ce qui explique la forte salinité des eaux. La variation de la salinité des eaux du fleuve illustre bien le fonctionnement du fleuve en « estuaire inverse » avec une augmentation de la salinité de l'aval vers l'amont. Selon Pagès et *al.*, (1987) « le cours du fleuve, peu profond, est parcouru par des courants de marée. Le débit propre d'eau douce est négligeable. Le fleuve se comporte en estuaire inverse, et montre une hypersalinité qui s'amplifie ». Le minimum de salinité se trouve au point de mesure le plus en aval du fleuve dans la zone étudiée (Pt1) avec une valeur de 45 ‰ et, le maximum se situe au Pt7 à Djibanar, qui est le point de mesure le

plus en amont dans le fleuve avec un taux de salinité de 48 ‰ (figure 9). Toutefois, la salinité des eaux croît au fur et à mesure que ces eaux s'éloignent du fleuve Casamance, de ses défluent en direction des marigots ou des vallées rizicoles. La diminution du débit des eaux au niveau de ses défluent, l'absence des apports en eaux douces des marigots pour soutenir l'écoulement du fleuve surtout durant la saison sèche, la forte température favorisent la cristallisation du sel dans les rebords de ces chéneaux, d'où l'importance de leur salinité.



**Figure 9:** Variation spatiale de la salinité des eaux du fleuve Casamance à Djibanar le 01 Mai 2018

En effet, la salinité des eaux se culmine à 90 ‰ au Pt2 situé juste en aval du deuxième ouvrage en béton de la digue anti-sel à la confluence des vallées de Birkama et Baconding. Le renouvellement des eaux au niveau de ce point n'est assuré qu'en marée haute en saison sèche et le réchauffement de l'eau du lit mineur entraîne la formation des cristaux de sel qui justifie l'importance du niveau de salinité.

Le confinement des eaux des marigots illustre aussi l'importance de la salinité des eaux en dehors du fleuve. En effet, les eaux d'inondation fluviale, plus qu'elles séjournent dans le lit mineur des défluent en direction des rivières et sans renouvellement permanent, se minéralisent davantage et affectent la composition physico-chimique des sols des vallées. Autrement dit, l'absence de contact de ces eaux avec celles du fleuve favorise la hausse de leur salinité au fur et à mesure que leur quantité diminue par évaporation. Par ailleurs, le Point huit (Pt 8), situé en amont de la digue anti-sel de la vallée de Djibanar près de la RN6 et dont la salinité est de 75 ‰ en est une parfaite illustration. Ainsi, les pertes d'eaux par évaporation liées au réchauffement solaire entraînent davantage la cristallisation du sel (photo 9).



**Photo 9 :** Confinement des eaux du marigot de Djibanar : tarissement de l'eau et cristallisation du sel en amont de l'ouvrage de régulation du niveau d'eau de la digue anti sel (photo A) près de la RN6 B état de l'eau à environ 50m en amont de la digue et et C cristallisation du sel au niveau de la digue de vallée de Birkama et Djibanar, (Cliché Mansaly Mai 2018)

## II. La salinité des sols

La conductivité d'un sol a longtemps été exprimée en mmhos. Dans le système international on se réfère désormais au Siemens (S), et à ses subdivisions (milli = m et micro =  $\mu$ ) pour exprimer cette conductivité électrique :  $1\text{dS/m} = 1\text{mS/cm} = 1\text{mmhos/cm} = 0,1\text{S/m} = 1000\ \mu\text{S/cm}$  (Marlet et Job, 2006). Les échantillons de sols prélevés aux deux campagnes ont été analysés au laboratoire de Chimie le 06/07/2017 pour 1ère campagne et le 18/12/2017 pour la 2ème campagne. L'interprétation des mesures de salinité obtenues ont été faite selon la classification de Baucoum (tableau 6).

**Tableau 6 :** Classification de la salinité des sols selon Baucoum (2004)

CE en $\mu\text{S/cm}$	Sol
<250	Non salin
[250 – 500[	Légèrement salin
[500 – 1000[	Salin
[1000 – 2000]	Très salin
>2000	Extrêmement salin

Les résultats d'analyse de la salinité des échantillons de sols prélevés, montre d'importantes teneurs en sel. L'examen des résultats d'analyse de la salinité des échantillons de sols prélevés aux deux campagnes montre une variation de la salinité selon les profondeurs, les profils, les sites, ainsi que les campagnes. La classification des valeurs de la salinité des sols,

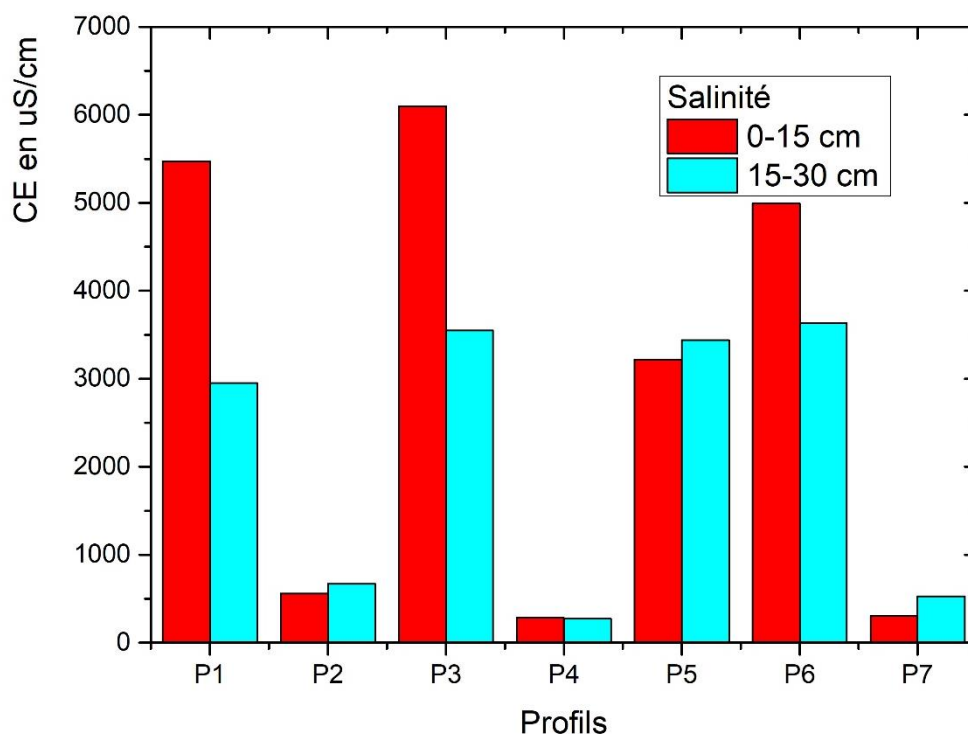
selon les différentes classes de sols salins, est faite en référence à la classification de Baucoum (2004) in Diallo et *al.*, (2015).

## II.1. La variation verticale de la salinité des sols

Nous analysons dans cette partie la variation du degré de la salinité des sols selon les horizons de prélèvement. L'analyse des échantillons de sol aux deux campagnes de prélèvement montre différentes gammes de salinité aussi bien en surface (0-15cm) qu'en profondeur (15-30cm). Une minutieuse observation de ces résultats révèle une salinité relativement plus importante dans l'horizon 0-15 cm sur l'essentiel des profils.

### II.1.1 La variation verticale de la salinité des sols à la première campagne de prélèvement des échantillons de sols

Les résultats de la salinité des sols à la première campagne d'échantillonnage, montre une salinité comprise entre 271  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (salinité minimale au P4 en profondeur) et 6100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (salinité maximale au P3 en surface) (figure 10).



**Figure 10 :** Variation verticale de la salinité des sols à la première campagne de prélèvement

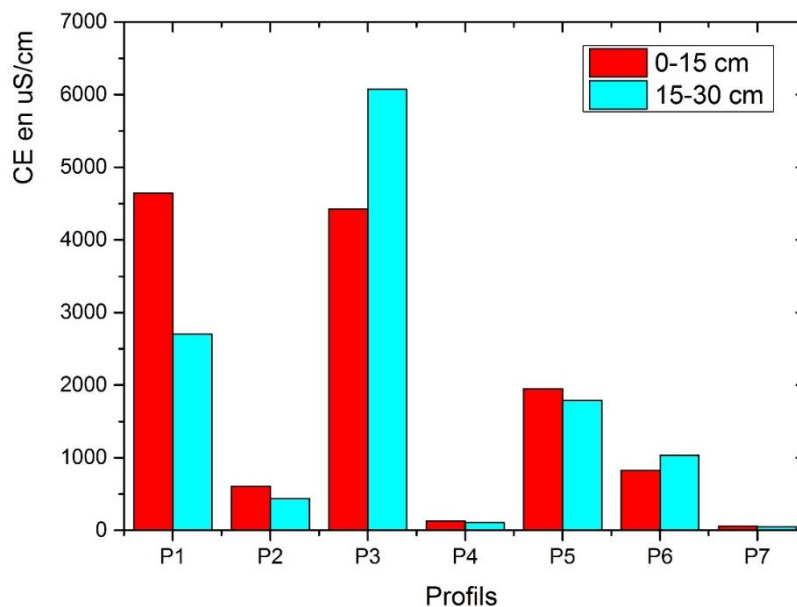
Les profils pédologiques les plus salés dans l'horizon surfacique (0-15cm) sont : le P3, le P1, le P4 et le P6, qui sont essentiellement constitués des profils dénommés « profils salés ». A l'exception de la salinité du sol des autres profils salés, la salinité du sol au P5 est plus importante dans l'horizon 15-30cm avec 3440  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cette forte salinité des sols dans cette couche surfacique (0-15cm) au niveau des profils salés, s'explique par leur proximité au fleuve Casamance et la faiblesse de la topographie des bas-fonds (carte 2) favorables à l'invasion

marine. La salinité des sols est extrême au P3 dans la couche surfacique (0-15cm) avec 6100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  qui constitue le maximum de la salinité des sols à cette campagne. Hormis l'extrême salinité des sols dans la couche surfacique (0-15cm) du P3, les sols du P1 et P6 sont aussi caractérisés d'extrêmement salins à ce même horizon de prélèvement des échantillons de sol. Le niveau de salinité dans ces profils s'élève respectivement à 5470  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (pour le P1) et 3220  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (pour le P6). Cependant le niveau de salinité des sols est plus faible entre 0-15cm au P4 (profil non salé) avec une salinité de 283  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Les profils non salés (P2 et le P7), comparés aux précédents types de profils, ont une salinité des sols plus importante dans l'horizon profond (15-30cm), excepté le P4. Le niveau de salinité des sols varie aussi d'un site à un autre. A cette première campagne de prélèvement, tous les profils sont en réalité salés. La salinité des sols de tous les profils dénommés salés (P1, P3, P5 et P6) et dans tous les niveaux de profondeur est supérieure à 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , seuil au-dessus de laquelle le sol est qualifié d'extrêmement salin d'après Baucoume (2004). Cependant, les plus faibles taux de salinité des sols sont notés dans la catégorie des profils non salés (P2, P4 et P7). Ces derniers ont des sols qui sont classés de légèrement salins à salins.

### II.1.2. La variation verticale de la salinité à la deuxième campagne de prélèvement

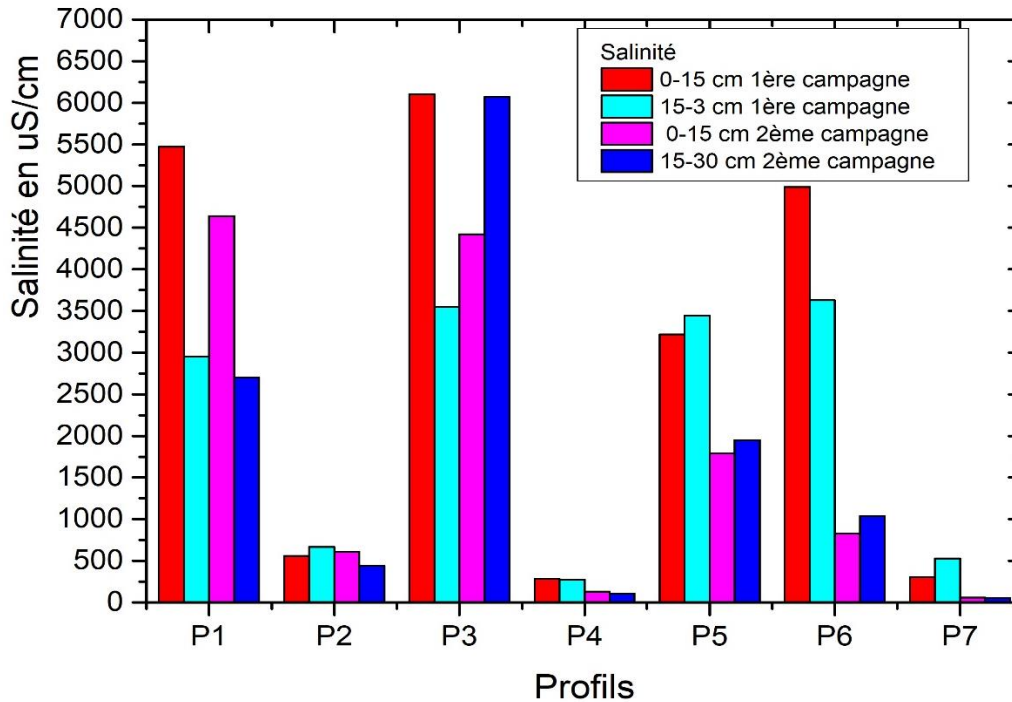
Les degrés de salinité des sols à la seconde campagne de prélèvement sont compris entre 52,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans l'horizon 15-30 cm du P7 et 6070  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans l'horizon 15-30cm du P3 (figure 11).



**Figure 11 :** Variation verticale de la salinité des sols selon les profondeurs à la deuxième campagne de prélèvement

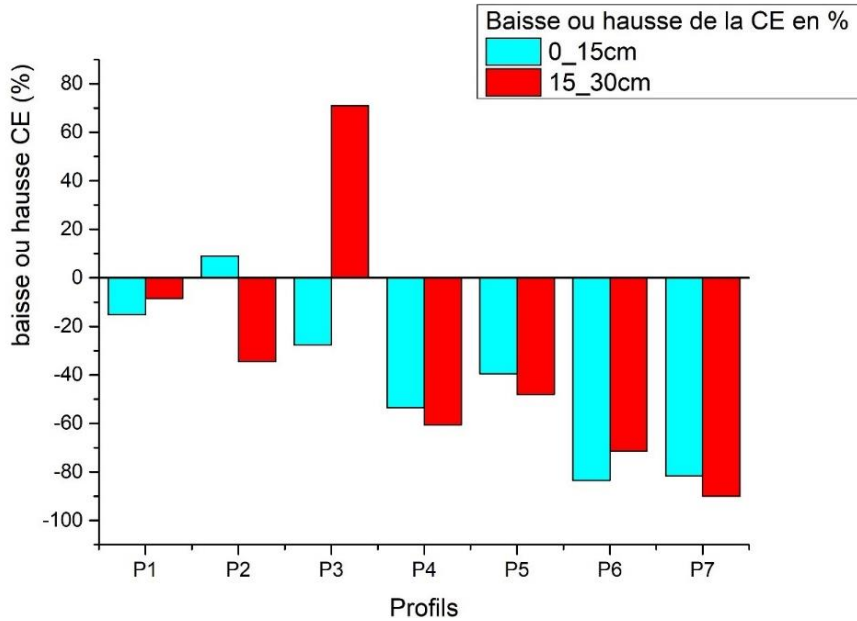
### II.1.3. La variation verticale de la salinité des sols entre les campagnes de prélèvement des échantillons des sols

L'étude de la variation de la salinité des sols entre les campagnes d'échantillonnage des sols, révèle que cette salinité a fortement diminué dans les différentes couches de l'essentiel des profils (figure 12).



**Figure 12 :** Niveau de salinité des sols par horizon de prélèvement aux deux campagnes d'échantillonnage des sols

La différence de la salinité entre la deuxième et la première campagne de prélèvement, montre que la salinité des sols n'a connu de hausse que dans l'horizon superficiel du P2 et celui profond du P3. Au niveau de ces couches, la concentration du sel a plutôt connu une hausse de 8,98 % soit 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour la première et de 70,99 % soit 2520  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour la seconde. Cette hausse de la salinité des sols au niveau des couches de ces deux profils, est illustrée par les pourcentages positifs sur le graphique de la baisse ou de la hausse de la salinité des sols (figure 13).



**Figure 13 :** La différence de la salinité des sols entre la 1ère et 2ème campagne de prélèvement

La hausse de la salinité dans ces horizons (P2 entre 0-15 cm et P3 15-30 cm) peut être justifiée par les apports de sels solubles par des eaux de ruissellement venant de l’amont des deux vallées (Baconding et Birkama) et la remontée des eaux salées du fleuve par invasion marine. Cependant, l’importance de la baisse ou hausse de la salinité des sols est variable selon les profils et les niveaux de profondeurs de prise d’échantillons. En effet, la baisse de la salinité des sols est très importante au niveau du profil P7 aussi bien dans l’horizon 15-30cm que dans l’horizon 0-15cm. Elle est de 90,02 % soit 474,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour la première et de 81,61 % soit 248,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour la seconde. En surface (0-15cm) du P6, cette baisse est qualifiée aussi de très importante avec une réduction de 83,45 % soit une baisse de 4164  $\mu\text{S}/\text{cm}$  du niveau de la salinité des sols initiale.

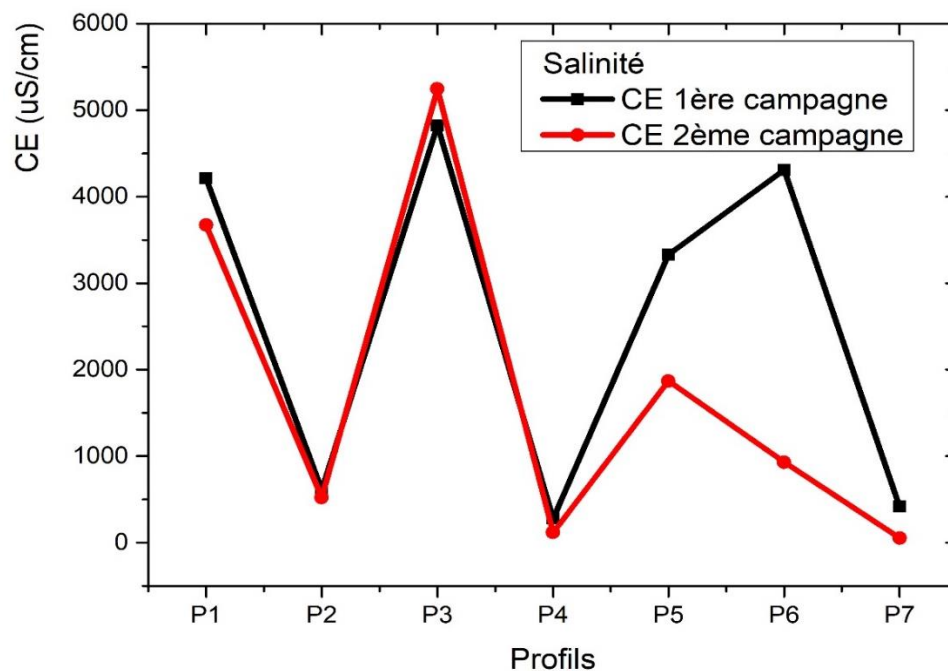
La baisse de la salinité des sols est également importante en profondeur du P6 et P7 dont les proportions des sels réduits s’élèvent respectivement à -71,49 %, et -60,59 %. De plus, cette baisse est caractérisée de moyenne en profondeur du P5 (47,97 %) et en surface du P4 (53,53 %). La diminution du niveau de la salinité des sols dans le reste des couches de ces profils (P5 et P4) est négligeable, car leurs pourcentages en baisse sont inférieurs à 40 %. L’importance de la baisse du niveau de salinité des sols dans certains de ces profils s’explique d’une part par l’importance du drainage des sols par les eaux pluviales. Les profils situés dans des zones de convergence des eaux de ruissellement pluviales connaissent un très fort dessalement à l’image du P7 et du P6.

## II.2. La variation spatiale de la salinité des sols

Nous analysons ici la variation de la salinité moyenne des sols selon les profils et surtout la proximité des sites au fleuve Casamance, ainsi que l'évolution de la salinité moyenne entre le début et la fin de l'hivernage. Cette salinité moyenne des sols dans la commune de Djibanar varie selon les profils, les types de profils et les campagnes de prélèvement des échantillons de sols.

### II.2.1. La variation spatiale de la salinité moyenne des sols des deux campagnes d'échantillonnage des sols

Les résultats d'analyse de la salinité des sols de la première campagne de prélèvement affichent une nette distinction entre les profils dits salés et ceux non salés (figure 14).



**Figure 14 :** Variation spatiale de la salinité moyenne des sols aux deux campagnes de prélèvement

Les profils dénommés salés (P1, P3, P5 et P6) se différencient de ceux non salés par l'importance de la salinité de leurs sols caractérisés d'extrêmement salin. Cette importance de la salinité des sols se justifie en partie par la proximité de ces sites au fleuve Casamance ou de ses bolongs qui constituent les principales sources de provenance des sels dans la commune. La valeur maximale de la salinité moyenne des sols à la première campagne d'échantillonnage des sols s'élève à 4825  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au P3. Tandis que celle minimale est de 277  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , caractérisant ainsi les sols du profil quatre (« P4 ») de légèrement salins. Néanmoins, les profils « non salés » (P2, P4 et P7) ont des valeurs de salinités des sols moins élevées comparées à celles des profils dits salés. Ces profils (non salés) se localisent tous dans les rizières encore exploitées et à une distance de 1 km au moins du fleuve. L'exploitation de ces parcelles facilite ainsi le lessivage des sels contenus dans les sols via le ruissellement ou l'infiltration des eaux pluviales.

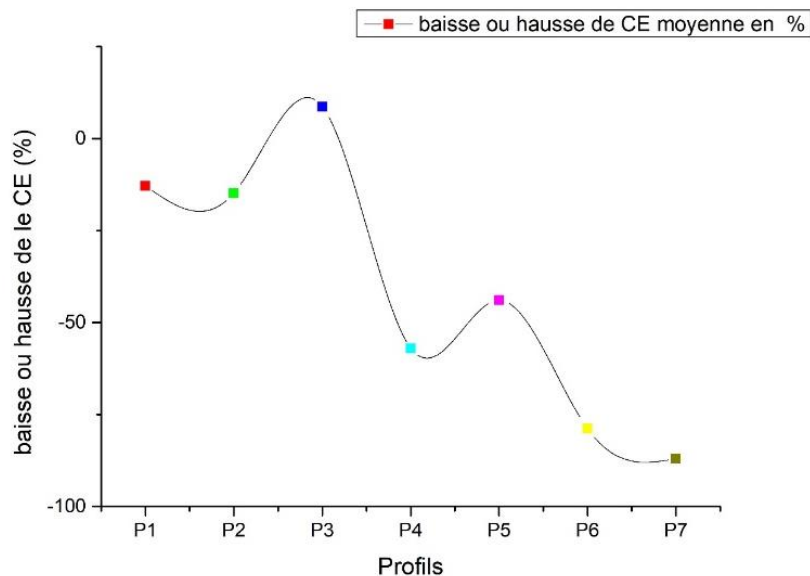


Par ailleurs, les valeurs de la salinité des sols sont moins élevées à la deuxième campagne d'échantillonnage des sols. Parmi tous les profils, seul le P3 (situé en amont de l'ouvrage de régulation du niveau d'eau en « bec de canard » de la digue anti sel situé à la confluence des vallées de Baconding et de Birkama), a une salinité des sols beaucoup plus élevée à la 2ème campagne comparée à la 1ère campagne. Cependant, la salinité des sols aux deux campagnes d'échantillonnages des sols est plus élevée dans les profils salés P3 et P1 (à la confluence des vallées de Birkama et Baconding) et plus faible dans les profils non salés P4 (vallée de Birkama) et p7 (vallée de Djibanar : fabour).

### **II.2.2. La Variation spatio-temporelle de la salinité moyenne des sols**

La tendance globale de l'évolution de la salinité des sols entre la première et la deuxième campagne d'échantillonnage des sols est la baisse. Celle-ci est remarquée sur l'essentiel des profils. La différence de la salinité moyenne entre la première et la deuxième campagne d'échantillonnage permet ainsi d'apprécier le dessalement des sols entre le début et la fin de l'hivernage. Ce dessalement peut être illustré non seulement par la faiblesse des valeurs de la salinité à la deuxième campagne d'échantillonnage des sols, mais aussi par la présence des sols caractérisés de non salins au P7 et P4, dont les niveaux de salinité, sont inférieurs à 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (figure 15).

L'analyse de la courbe des pourcentages de la baisse ou hausse de la salinité des sols montre que cette baisse de la salinité est très importante au P7 (-86,95 %) qui constitue le pic des pourcentages de la baisse et plus faible au P1 (-12,88 %), (figure13). Dans le P3, la tendance de l'évolution de la salinité des sols est la hausse. L'importance de la diminution du niveau de la salinité des sols du profil P7 et P6 peut s'expliquer par l'importance des apports d'eaux de ruissellement pluviales. En effet, toutes les eaux de ruissellement venant de l'amont de la vallée de « Fabour » convergent vers ces sites avant de se déverser dans le fleuve Casamance.



**Figure 15 :** Pourcentage de la baisse ou hausse de CE moyenne par profil entre la deuxième et la première campagne de prélèvement

Par ailleurs, le P3, situé dans une zone d'accumulation des eaux de ruissellement venant de l'amont des vallées de Baconding et Birkama avant de se déverser dans le fleuve et soumis à la remontée des eaux salées sous l'effet de l'invasion marine, a connu plutôt une hausse de la salinité de son sol. L'invasion de ces eaux salées dans les rizières est facilitée par le mauvais état de l'ouvrage de régulation du niveau d'eau en « bec de canard » de la digue anti sel existant. Ce qui explique l'extrême salinité des sols de ce profil (P3).

### Conclusion partielle

La salinité des eaux de surface et des sols dans la commune Djibanar varie dans le temps et dans l'espace. Les résultats de mesure de la salinité des eaux de surface montrent une hausse de la salinité d'aval en amont du fleuve et du fleuve en direction des vallées. La salinité est plus importante dans les profils salés et faible dans les profils non salés. Ces taux élevés de la salinité des eaux de surface et des sols des vallées, illustrent la dégradation physicochimique des eaux de surface et des terres rizicoles par salinisation. Les conséquences de ces mutations écologiques se répercutent négativement sur et la vie de la population de la commune de Djibanar.

---

**QUATRIEME PARTIE :**  
**EFFETS DE LA SALINISATION DES TERRES RIZICOLES ET LES STRATEGIES**  
**DE LUTTE ET D'ADAPTATION DANS LA COMMUNE DE DJIBANAR**

---

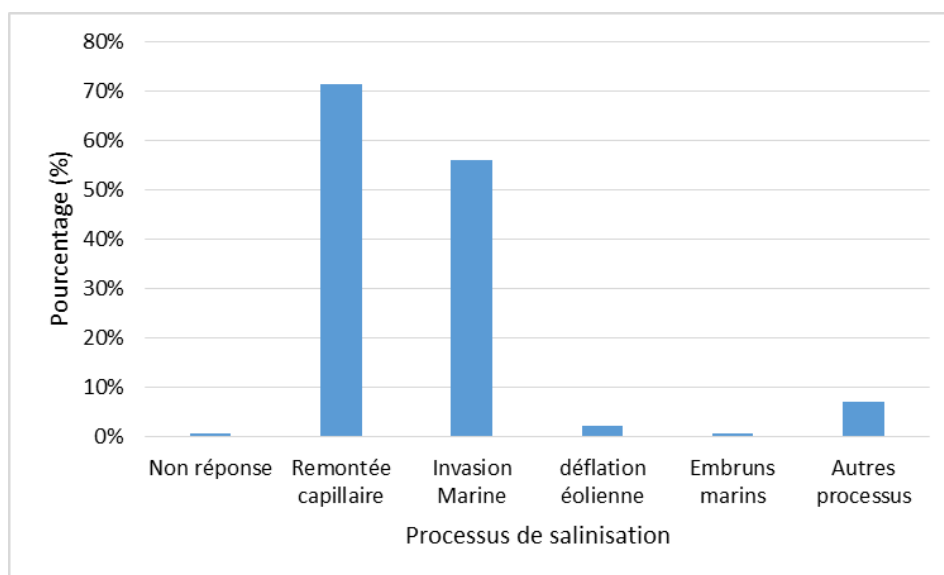
Cette partie du mémoire présente les facteurs et les impacts de la salinisation des terres rizicoles (successivement chapitres 7 et 8) et les stratégies développées par la population en union avec leurs partenaires au développement pour faire face au phénomène de salinisation des vallées (chapitre 9).

## CHAPITRE 7 : FACTEURS EXPLICATIFS DE LA SALINISATION DES TERRES RIZICOLES DANS LE TERROIR DE LA COMMUNE DE DJIBANAR

La salinisation des terres est un processus qui consiste à accroître les sels solubles dans le profil du sol et qui aboutit à la formation de sols salins. Ainsi, pour les chimistes, un sel est le produit qui résulte de l'action d'un acide sur une base. Pour l'agronome, un sel est une substance dont la solubilité dans l'eau est suffisante pour gêner la croissance des plantes (Legros, 2009). Les facteurs qui sont à l'origine de la salinisation des terres sont regroupés en deux catégories : les facteurs naturels et les facteurs anthropiques. Les processus qui favorisent la salinité des sols sont dits salinisation primaire et salinisation secondaire ou encore salinisation naturelle et anthropique (Grünberger, 2015 ; Djemaa, 2011 ; Monteroi, 2017).

### I. Les processus de salinisation des terres dans le terroir de la commune de Djibanar

Selon la population consultée, les principaux mécanismes par lesquels les sols deviennent salins dans les bas-fonds de la commune de Djibanar sont l'invasion marine et la remontée capillaire. Selon Grünberger (2015), les mécanismes intimes de l'évaporation et de la remontée capillaire au sein du profil sont en cause dans l'accumulation de sels solubles et la formation des croûtes salines au sein des horizons superficiels du sol pendant la saison sèche. Cependant, d'autres processus s'ajoutent à ces deux comme la déflation éolienne et les transports par les eaux de ruissellement pluviales et les brises de mer (figure 16).



**Figure 16 :** Processus de la salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar (enquête - mémoire, 2017)

#### I.1. L'invasion marine

L'invasion marine est un mécanisme par lequel l'eau salée du fleuve remonte sur la terre ferme. Elle contribue à la salinisation des terres surtout rizicoles, car ces dernières se situent dans la plupart des cas dans des zones de basses altitudes et soumises à la fluctuation des eaux salées du fleuve. Par conséquent, les eaux du fleuve Casamance, mélangées à celles marines sont lourdement chargées en sels dissous, envahissent les terres rizicoles pendant les marées hautes et engendrent la dégradation des terres par salinisation qui à la longue deviennent impropre à la riziculture. Les études d'Olivry *et al.*, (1981) ont mis en évidence en période de déficit pluviométrique durant la saison sèche, un fonctionnement classique de progressive salinisation du réseau hydrographique dans le temps et dans l'espace en Casamance. Cette progression du front salé se fait d'aval en amont du fleuve sous l'influence de la marée qui compense les pertes d'eau par évaporation.

Les mesures in situ de la salinité des eaux du fleuve Casamance dans la commune de Djibanar affichent d'importants taux de salinité hors du fleuve, justifiant l'importante quantité de sel dont regorgent ses eaux à la sortie du fleuve et en direction des bas-fonds. Ainsi, la salinité au point de mesure Pt 2 (situé à l'aval de la digue anti sel à la confluence des vallées de Baconding et Birkama), au point de mesure Pt 6 (à l'amont de la mangrove de Birkama près du quai de pêche) et au point de mesure Pt 8 (à l'amont de la digue anti sel de la vallée de Djibanar près de la RN6), très élevée et étant respectivement de 90 ‰, 65 ‰ et 76 ‰, illustrent bien cet apport de sel par invasion marine.

## **I.2. La remontée capillaire**

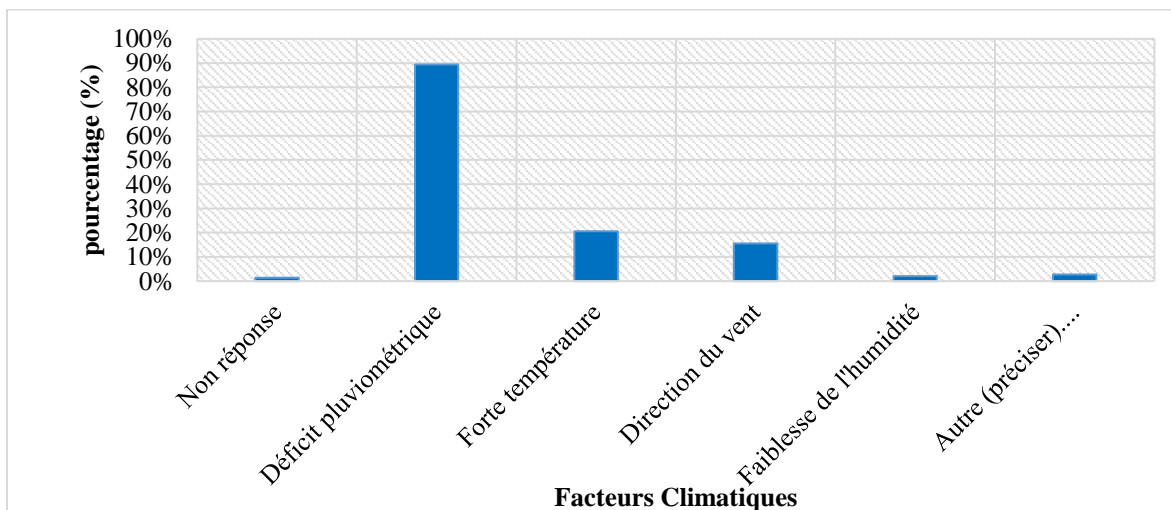
Le mécanisme de remontée capillaire du sel peut être défini comme la migration de celui-ci de la profondeur de la terre vers sa surface. Ainsi, l'eau souterraine peut se charger en sel soluble contenu dans le sol, elle monte par capillarité depuis la profondeur du sol jusqu'à son horizon supérieur. A l'air libre, l'eau s'évapore et le sel se cristallise à la surface du sol sous forme d'efflorescences salines. Plusieurs facteurs sont à l'origine de ce mécanisme à savoir la proximité de la nappe phréatique, l'évaporation due au réchauffement de la surface terrestre, la topographie, etc. Ainsi, dans la commune de Djibanar, les bas-fonds constituent essentiellement les parties dépressionnaires du relief avec une nappe phréatique affleurante et une faible dénivellation. Selon Brahic (2002), « la topographie et les contextes d'alimentation de la nappe sont autant de facteurs à prendre en compte dans l'analyse de l'orientation des flux d'eau souterraine et dans la détermination des conditions favorables à l'apparition des flux de remontée capillaire ». De surcroît, Tabet (1999) montrant l'influence prépondérante de la topographie sur la propagation et l'orientation des flux de remontée capillaire, révèle après observation qu'il existe une forte corrélation entre les variations du niveau de la surface du sol

et la concentration des sels à sa surface. L'absence d'eau à la surface du sol entraîne un apport de la nappe pour assurer les besoins en eau des végétaux et favorise ainsi la précipitation du sel dans le profil du sol.

## II. Les facteurs à l'origine de la salinisation des terres rizicoles

### II.1. Les facteurs naturels de la salinisation des terres rizicoles

A l'échelle mondiale, « de nombreux facteurs naturels génèrent des sels solubles sur la planète Terre (altération et dissolution des minéraux contenus dans les sols et les roches, sources géothermales, érosion éolienne, nécrose des êtres vivants), les transportent (pluies, rivières, eaux souterraines, eaux de mer, vents) et les accumulent dans les sols (climats secs, sécheresses temporaires, proximité de la mer dans les zones côtières et deltaïques, présence d'une nappe salée peu profonde, dépôts éoliens [embruns, aérosols], zones endoréiques [sebkhas, chotts]) » (Montoroi, 2017). La présence du sel sur le substratum de la Casamance remonte à la transgression Nouackchottien où, la mer avait une côte de +2 à +2,5 et a pénétré en « doigt de gant » l'estuaire de la Casamance jusqu'à Diana Malari (Michel, 1973). En effet, selon la population interrogée, les facteurs naturels sont les principales causes de la salinisation des terres rizicoles dans la Casamance en général et dans la zone étudiée en particulier (figure 17).

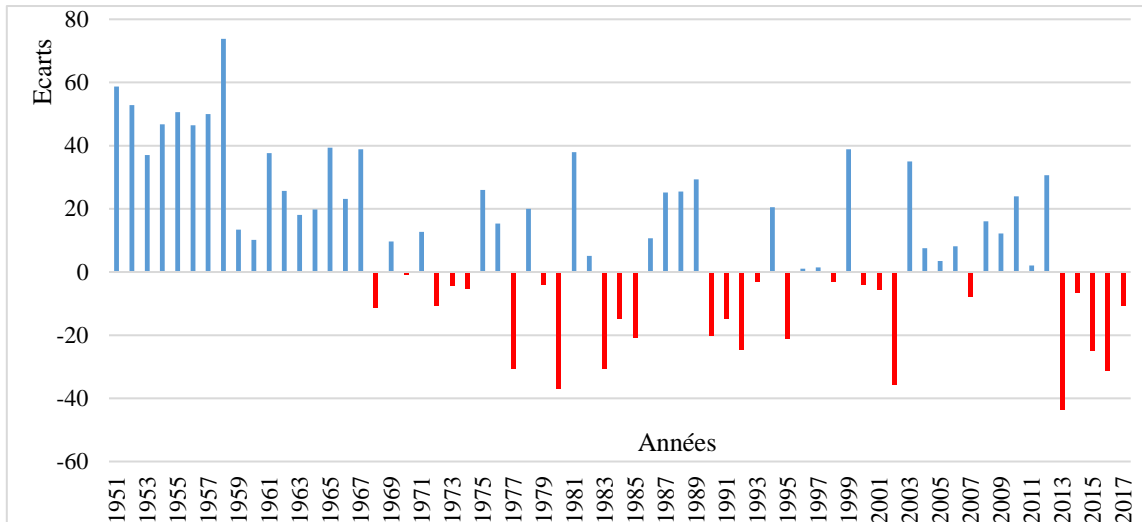


**Figure 17 :** Facteurs naturels à l'origine de la salinisation des terres rizicoles (enquête - mémoire, 2017)

Les modifications écologiques de l'estuaire de la Casamance sont favorisées par la sécheresse des années 1970. Cette sécheresse est perçue comme la racine de tous les phénomènes liés à la dégradation des zones de production surtout agricole. La cause première de la sécheresse réside dans un déficit pluviométrique plus ou moins accusée. C'est une anomalie météorologique qui ne s'identifie que par référence à une norme climatologique, reposant par convention sur trois décennies consécutives d'observation (Dorize, 1990).

### **II.1.1 Le déficit pluviométrique**

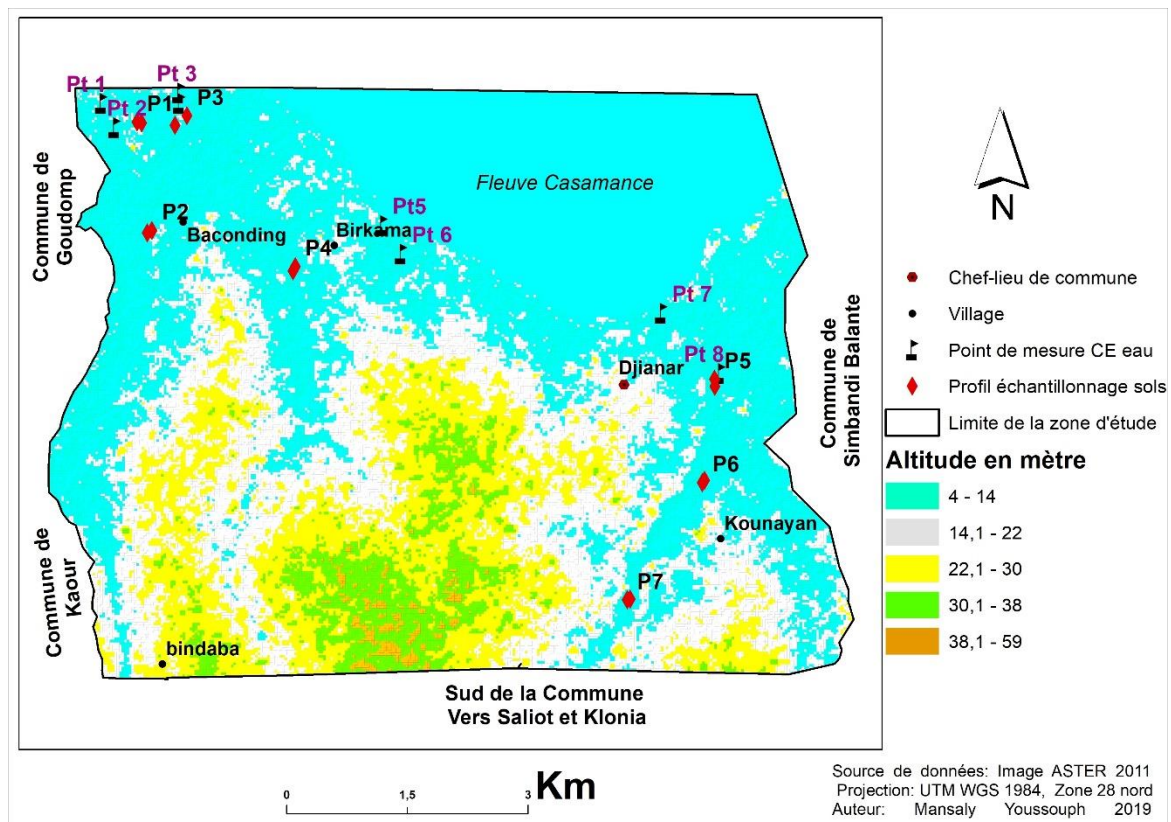
Durant la période humide, les apports en eau douce assuraient le fonctionnement normal de l'écoulement dans le bassin de la Casamance. Les eaux de ruissellement pluvial acheminées dans le fleuve favorisaient la dilution des eaux salées et empêchaient ainsi leurs remontées vers les vallées rizicoles. L'abondance de l'eau douce dans les bas-fonds était une des principales caractéristiques de ces milieux durant cette période. Ainsi, les conditions climatiques et environnementales étaient propices à une riziculture productive. Mais l'avènement de la sécheresse des années 1970 a changé la donne. D'après Sultan (2011) in Sané (2017), la mémoire collective garde encore en souvenir les sécheresses des années 1970 et 1980 aux conséquences environnementales et socio-économiques dramatiques. La variabilité climatique (pluviométrique notamment) est l'un des principaux facteurs de la salinité des eaux et des sols en Casamance (Sané, 2017 op.cit.). L'écoulement des eaux douces des rivières au fleuve n'est noté de nos jours, essentiellement qu'en saison pluvieuse sur l'essentiel des vallées de Casamance. L'insuffisance de ces apports en eau douce favorise la remontée de l'eau salée de l'atlantique dans le fleuve Casamance. Puis les eaux du fleuve, chargées en sels solubles inondent à leur tour les parcelles rizicoles situées à la lisière du fleuve ou de ses affluents pendant les périodes de hautes marées. De plus, l'évaporation des eaux à la surface des rizières sous l'effet du rayonnement solaire incident entraîne la cristallisation du sel dans le profil des sols. La dilution de l'eau salée et le lessivage des sols deviennent saisonniers et partiels. D'après les données pluviométriques de la série 1951 - 2017 relevées à la station de Diattacounda, le premier déficit pluviométrique fut noté en 1968 avec une valeur de 11,3, selon la normale pluviométrique 1971 – 2000. Depuis 1968, une juxtaposition d'années déficitaires (parfois successives) et excédentaires est notée sur la série de cette station. En guise d'exemple, on peut citer les périodes déficitaires suivantes (station de Diattacounda) : 1972-1974, 1983-1985, 1990-1993, notamment 2013-2016. Selon 89,4 % de la population interrogée, le déficit pluviométrique constitue le principal facteur climatique à l'origine de la salinisation des terres rizicoles dans le terroir de ladite commune (figure 18).



**Figure 18:** Ecarts pluviométriques à la station de Diattacounda de 1951 2017, normale 1971-2000 : mise en exergue du déficit pluviométrique (avec les barres de couleur rouge)

### II.1.2 Le caractère bas de l'altitude

Les bas-fonds sont des espaces qui naturellement se localisent dans des endroits de basse altitude. Ils constituent les parties encaissées du profil topographique de l'essentiel des reliefs (carte 10).



**Carte 10 :** Le relief de la zone étudiée et localisation des points de mesure de la salinité d'eaux de surface et des profils d'échantillonnage des sols dans la commune de Djibanar



La faiblesse de l'altitude des bas-fonds favorise l'avancée de la langue salée des parties les plus en aval vers l'amont des vallées. En effet, les vallées et le fleuve Casamance ont des altitudes relativement faibles (4-14m).

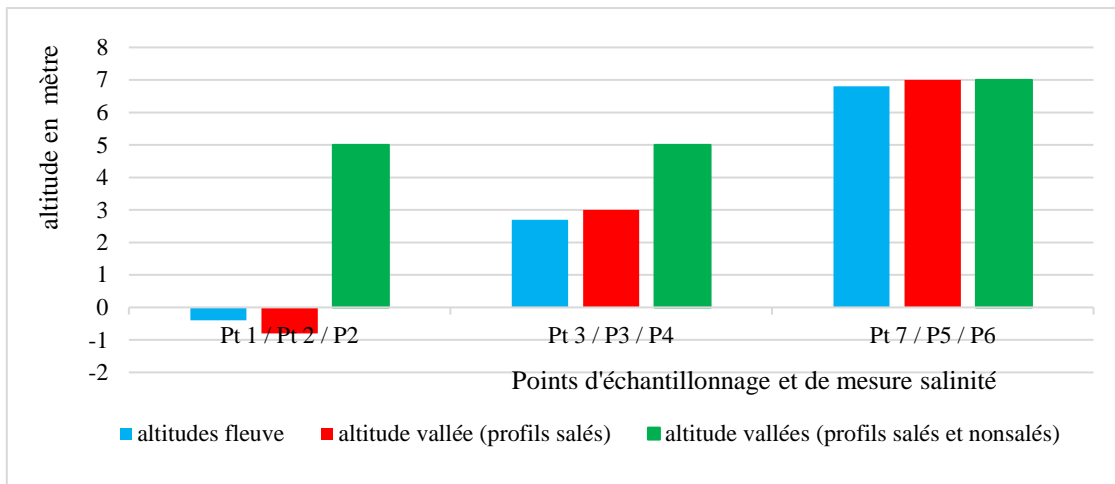
#### **II.1.2.1. La faiblesse de la pente**

La faiblesse de la pente du bassin versant du fleuve Casamance est aussi un des facteurs responsables de la salinisation des terres rizicoles dans cette partie Sud du Sénégal (Dacosta, 1989). Cette faiblesse de la pente et du débit du fleuve favorisent l'incursion des eaux salées de la mer de l'embouchure vers l'amont du fleuve surtout durant les années de sécheresse. En effet, la pente longitudinale du fleuve Casamance est de 1,069 % à Fafakourou (37 km de l'embouchure), 0,485 % à Kolda (97 km de l'embouchure), 0,335 % à Diana-Malari (139 km de l'embouchure). La pente transversale de ce fleuve est de 0,923 % à Fafakourou (Dacosta, 1989). Ainsi, les débits de marée étant supérieurs à ceux fluviaux, la pente très faible, et le lit marqué par le processus d'alluvionnement, la progression de l'eau marine ne trouve plus d'obstacles majeurs pour participer à une aggravation de la situation de sursalure des vallées (Ndieng, 1999). Selon Dacosta (1989), plus de 92 % de l'écoulement annuel se concentre sur six mois de Juillet à Décembre. Ce qui témoigne une manque de pondération dans la répartition de l'écoulement annuel à l'échelle mensuelle.

Cependant, les pentes les plus fortes du relief dans le bassin versant de Goudomp sont inférieures à 5 % et les valeurs de la pente s'estompent au fur et à mesure que l'on va vers l'aval (Manga, 2003). Cette faiblesse de la pente entraîne d'une part, un ralentissement de la dynamique fluviale avec comme conséquence un alluvionnement au sein du lit du marigot, d'autre part, elle facilite la remontée du biseau salé à l'intérieur des terres rizicoles.

#### **II.1.2.2. La faiblesse du dénivellement**

Les altitudes relevées lors des prises des points GPS durant l'échantillonnage des sols et la mesure in situ de la salinité des eaux du fleuve dans les différents sites, ainsi que le modèle numérique de terrain (carte 8), montrent un relief de faible dénivellation. L'altitude de quelques points de mesures de la salinité des eaux de surface et des profils d'échantillonnage de sol géoréférencés est inférieure à 10 m dans l'essentiel des sites au niveau du fleuve et des vallées (figure 19).



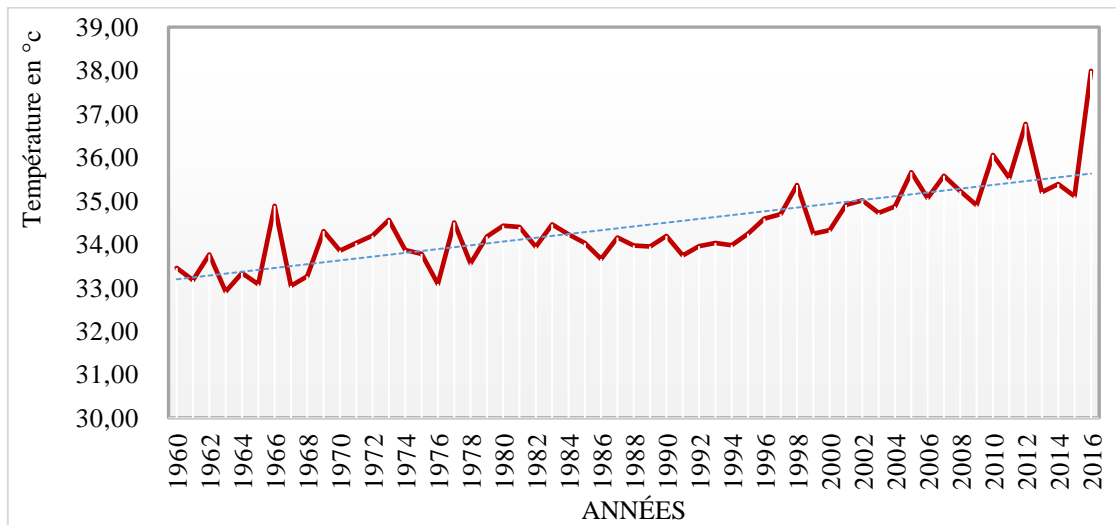
**Figure 19 :** Altitude de quelques points de mesure et site des profils de sols

Le dénivelé entre les points de mesure de la salinité de l'eau du fleuve et leurs correspondances (même alignement avec profils de prélèvement des échantillons de sol) dans les vallées selon les sites, reste tout de même très faible. En effet, la dénivellation entre le point de mesure Pt 3 et le profil d'échantillonnage P3, de 0,3m et sur une distance de 253 m, en est une parfaite illustration. Une interprétation des résultats d'analyse de la salinité des sols en fonction de l'altitude, montre que la salinité est plus importante dans les profils où l'altitude est relativement faible et qui se situe à proximité du fleuve. La proximité de ces sites au fleuve justifie d'une part la remontée de la langue salée par invasion marine ou par remontée capillaire. Les profils situés au voisinage du fleuve ou de ses défluent ont des sols caractérisés d'extrêmement salins.

### II.1.3. Les autres facteurs naturels liés à la salinisation des terres rizicoles

La salinisation des terres peut être aussi causée par le vent à travers les flux de poussières et des embruns marins. Ainsi « le vent peut causer l'apparition de phénomène de salure sur des sols qui étaient indemnes, en y déposant les éléments salés et les cristaux de sels formés à la surface des sols très salés » (Aubert, 1976 in Djemaa, 2011). Un vent fort qui survole une zone de tannes salées en direction des bas-fonds exploités peut contribuer à l'enrichissement en sel des sols des vallées via la déflation éolienne. D'après Downes (1961), Cope (1958) et Yaalon (1963) in Bovin et le Brusq (1985) la salinisation par transport éolienne est aggravée par la présence des embruns susceptibles d'apporter à eux seuls 200 kg de sel par hectare. De plus, l'importance de la température est favorable à la cristallisation du sel dans l'horizon surfacique du sol. Or, la période allant du mois d'avril à fin mai est souvent chaude et sèche dans la zone étudiée et la circulation du vent des tannes en direction des vallées entraîne le déplacement des particules salines des sols à travers les flux de poussières. Un pourcentage de 20,6 % et de 15,6 % de la population interrogée pensent respectivement que la température et le vent

contribuent à la salinisation des sols de leurs bas-fonds (figure 18). En effet, les données de température à la station de Ziguinchor montrent une variation de la température entre 1960 et 2016 (figure 20).

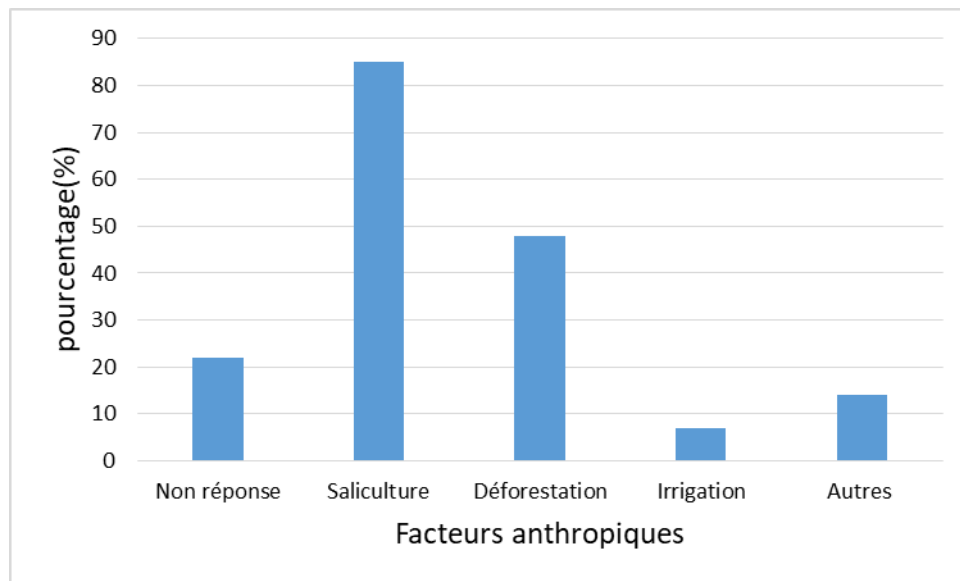


**Figure 20 :** la température moyenne annuelle à la station de Ziguinchor (Source : ANACIM)

L'analyse de la courbe des températures moyennes annuelles montre une évolution en dents de scie entre 1960 et 2016. Deux grandes périodes se dessinent. La première va de 1960 à 2000 avec des températures moyennes annuelles sont essentiellement inférieures à 35 degrés. La température minimale de cette période est notée en 1963 avec 32,91°C et, maximale en 1998 avec 35,36 °C. La deuxième période correspond à 2001-2016 où les températures moyennes annuelles sont généralement supérieures à 35 degrés. La température minimale de cette période est notée en 2003 avec 34,72°C et maximale en 2016 avec 37,99 °C. La tendance globale de l'évolution de cette température est la hausse. Conformément à Sagna et *al.* (2015), l'évolution des températures au Sénégal montre une conformité avec les scénarios du GIEC (2013) révélant une hausse de celles-ci en Afrique de l'Ouest. La hausse de cette température aggrave le phénomène de salinisation des terres des terres rizicoles, car elle favorise la cristallisation du sel dans le profil du sol et la formation de croûtes salines dans sa surface.

## II.2. Les facteurs anthropiques liés à la salinisation des terres

Au-delà des causes naturelles de la salinisation des terres rizicoles, plusieurs activités anthropiques (figure 20) contribuent à l'accumulation des sels sur ces terres à savoir la déforestation (coupe de bois de mangrove), l'irrigation, la saliculture, etc. D'après la population interrogée dans la commune de Djibanar, ces pratiques ont considérablement contribué à la salinisation des terres de leurs rizières (figure 21).



**Figure 21 :** Facteurs anthropiques à l’origine de la salinisation des terres rizicoles (source de données enquête-mémoire, 2017)

### II.2.1. La déforestation

« Selon la FAO, les pertes mondiales de superficies boisées entre 2000 et 2005 se sont élevées à 73000 km<sup>2</sup> par an. Une conséquence peu connue de ce changement brutal d’usage des terres est l’augmentation de l’infiltration de l’eau dans les sols des versants causés par la diminution de l’évapotranspiration que produit le remplacement des arbres par des plantes saisonnières. Cette perturbation du cycle hydrologique peut conduire à une augmentation des niveaux d’eaux salées dans les plaines, et à la salinisation de vastes surfaces de sol » (Grünberger, 2015).

Jadis, les parcelles rizicoles situées au voisinage du fleuve Casamance dans la commune de Djibanar constituaient des périmètres de riziculture salée. Elles étaient protégées par une barrière à mangrove et d’autres espèces végétales halophytes limitant l’avancée du biseau salé vers les vallées. Ce peuplement de mangrove a subi la pression anthropique et était considérablement réduit dans le temps et dans l’espace, car son bois était utilisé à des fins domestiques (cuisine ou fumage de poissons). La présence des fumoirs à Goudomp dans les années 1970 et 1980 est à l’origine de la dégradation de la mangrove dans les terroirs des villages environnants y compris Baconding et Birkama, car le bois de la mangrove était utilisé dans ces fumoirs comme combustible de séchage de poissons.

### II.2.2. La saliculture

La saliculture est une activité qui consiste à la production du sel. La manière dont elle est faite dans certains villages de la commune de Djibanar contribue à la dégradation des terres

rizicoles par salinisation due à l'accumulation des sels. En effet, la contribution de cette pratique sur la salinisation des terres rizicoles est due au processus de production du sel dont les phases sont : l'extraction de la croûte saline, la filtration, le chauffage au feu de la solution de filtration et le rejet de la boue de filtration (photo 10).



**Photo 10:** différentes phases de la saliculture dans la commune de Djibanar : chauffage (A), filtration (B et C), chauffage de la saumure (D) et rejet de la boue de filtration (F) (cliché Mansaly, 2017)

L'extraction de la croûte saline se fait par les femmes au niveau des tannes extrêmement salines présentant le plus souvent des efflorescences salines en surface. La matière extraite (croûte saline), pour la plupart des cas, est transportée à l'aide des récipients en plastique ou des paniers tissés à base des feuilles de rônier, jusqu'à la proximité des maisons. Une fois sur place, une filtration est faite à l'aide de sac vide de riz fixé sur quatre piqués. Les croûtes salines y sont déposées au-dessus du sac suspendu à l'air. Puis celles-ci sont diluées avec de l'eau et dont la solution filtrée est récupérée dans un récipient placé en dessous du sac. Après filtration, la saumure est chauffée au feu jusqu'à la cristallisation complète du sel. Enfin, la boue de filtration est rejetée sur l'environnement immédiat.

La filtration ne permet pas d'éliminer tout le sel dissous dans la boue qui est rejetée sur place après filtration. Cependant durant l'hivernage, la boue est lessivée par les eaux de ruissellement pluviales qui acheminent les sels dans les vallées qui constituent les zones d'accumulation de ces eaux. Même si les apports annuels en sel liés à cette pratique semblent négligeables, l'effet cumulatif des sels dans le temps contribue à la dégradation physico-chimique des sols des vallées.

### II.2.3. L'irrigation

La raréfaction des ressources en eau de bonne qualité conduit à l'utilisation des eaux saumâtre pour l'irrigation. Ainsi, l'usage répété de ces eaux dans le temps favorise également une accumulation progressive de quantité de sel soluble non négligeable dans les sols des zones basses où se situent généralement les périmètres irrigués (Mhiri et *al.*, 1998). Cependant, l'irrigation représente une des causes majeures de la salinisation des terres dans le monde. Elle accentue le processus de salinisation, car à force d'arroser la structure du sol avec des eaux chargées en sel dissous même de faible quantité, l'effet se fait sentir à long terme. Plus qu'on apporte au sol de l'eau minéralisée, plus son potentiel agricole se dégrade. L'irrigation dans le terroir de la commune de Djibanar se fait généralement pendant la saison sèche dans les périmètres maraîchers essentiellement localisés dans les bas-fonds. Certaines des parcelles rizicoles connaissent une succession culturale : de la riziculture en hivernage, au maraîchage en saison sèche. Pendant les périodes de sécheresse ou de manque de pluies, des puits sont creusés dans certaines parcelles de la commune à des fins d'irrigation pour faciliter le repiquage des plants de riz issu des pépinières et d'assurer leurs besoins en eau afin d'éviter leur stress hydrique pendant leur cycle de croissance. Ce qui amplifie le phénomène de salinisation dans les bas-fonds.

### **Conclusion partielle**

Les processus de la salinisation des terres dans la commune de Djibanar sont essentiellement l'invasion marine et la remontée capillaire. Les facteurs favorisant ce phénomène de salinisation sont de deux natures : naturels et anthropiques. Les principaux facteurs naturels sont le déficit pluviométrique, la faiblesse de la topographie, le vent et les fortes températures et ceux anthropiques sont la saliculture, la déforestation, l'irrigation, etc. Ainsi, la salinisation s'amplifie d'année en année et génère des très négatifs aussi bien du point de vue environnemental que socioéconomique.

## **CHAPITRE 8 : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIOECONOMIQUES GENERES PAR LA SALINITE DES TERRES RIZICOLES DANS LA COMMUNE DE DJIBANAR**

---

La dégradation des sols par salinisation affecte plus de 1,700 millions d'hectares de terre au Sénégal (Lada, 2009). Les impacts générés par cette salinisation sont de natures diverses et sont d'ordre environnemental et socioéconomique. La perception des impacts liés à la dégradation des sols par salinisation varie selon les secteurs d'activité et les acteurs. L'ampleur de ce phénomène varie également selon la proximité des terres agricoles au fleuve Casamance et de ses défluent, principales sources de la salinité dans notre zone étude.

### **I. Les impacts environnementaux**

Les conséquences environnementales de la salinisation des terres rizicoles sont perçues à travers la dégradation physico-chimique des sols, des eaux de surface et des nappes superficielles, etc.

#### **I.1. La dégradation physico-chimique des sols**

La salinisation des terres occasionne une véritable catastrophe écologique par une forte extension des espaces dénudés, sur salés, hyperacidifiés et impropres à la culture (Tamba et *al.*, 2012). La contrainte chimique, qui empêche la mise en valeur des sols est exprimée par trois paramètres indicateurs, le potentiel Hydrogène (pH), la conductivité électrique, ainsi que l'aluminium échangeable (Monteroi, 1996b). Selon Bovin et Le Brusq (1985), les éléments qui constituent les sels solubles et qui participent à des cycles biogéochimiques complexes sont : le sodium (Na), le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium, le Chlorure (Cl), le sulfate (SO<sub>4</sub>), l'Hydrogénocarbonate (HCO<sub>3</sub>) et le trioxyde de carbone (CO<sub>3</sub>).

Cependant, la forte concentration du sel dans le profil du sol entraîne une modification de sa structure et une carence en éléments nutritifs pour les végétaux. La dégradation de la structure du sol est favorable au transport des éléments nutritifs du sol par les eaux de ruissellement et de drainage (Godefroy et *al.*, 1975) ou par le vent, vers d'autres espaces. Lorsque la concentration du sel dans le sol atteint de grandes proportions, on note la formation d'une épaisse carapace au-dessus de sa surface appelée croûte saline et la présence d'efflorescences salines. De plus, la dégradation du sol sous l'effet de la salinisation peut se traduire par la formation d'une structure poudreuse du sol dans sa couche superficielle. Cette dégradation fragilise davantage le sol et l'expose à d'autres risques de dégradation comme l'érosion hydrique et éolienne. En effet, les horizons superficiels organiques des sols salins sont emportés par le vent pour favoriser la salinisation d'autres terres et s'accumuler sur de maigres

touffes de végétation subsistant pour former des nebkas<sup>1</sup> (Bovin et Le Brusq, 1985). Selon l'OMM (1994), le dépôt de polluants atmosphériques engendre des impacts considérables du point de vue écologique. Les sols argileux salins, du fait de la structure feuilletée de l'argile et le stress hydrique, sont disséqués en surface présentant des failles et contenant des efflorescences salines sur la surface et dans les parois après avoir subi une évaporation intense (Photo 11).



**Photo 11 :** Effet de la salinité sur structure du sol dans la vallée de Birkama à l'amont de l'ouvrage de régulation du niveau d'eau en bec de canard de la digue anti sel (A) et dessiccation des sols (B) : clichés Mansaly juillet 2017

Dans la vallée de Birkama, à l'amont du dispositif de régulation du niveau d'eau en bec de canard de la digue anti sel, on retrouve typique des sols salins impropres à la riziculture. En effet dans ce site, la salinité moyenne au Profil n° 3 (P3) est de 5245  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à la première campagne d'échantillonnage des sols et la couverture pédologique est dominée par des adventices. L'activité microbiologique dans les sols salés est très faible (Garcia et *al.*, (1974), car la salinité est l'un des facteurs physico-chimiques qui limitent le plus l'activité microbiologique des sols surtout submergés. Elle est défavorable à la fixation rhizosphérique de l'azote ( $\text{N}_2$ ) par les bactéries, à la nitrification, à la dénitrification et à la méthanogénèse (Garcia et *al.*, 1974). Selon ces derniers, les sols favorisant la meilleure croissance du riz, sont ceux qui ont des activités bactériennes élevées essentiellement : la fixation de l'azote ( $\text{N}_2$ ), la nitrification et la dénitrification. De nos jours, il est très rare de rencontrer les vers de terre durant la culture du riz dans les rizières de la commune de Djibanar surtout affectées par la salinisation. Selon Pfiffner et *al.*, (2013), les vers de terre participent beaucoup à la fertilisation des sols en y déposant entre 40 et 100 tonnes de déjections par hectare, riche en éléments nutritifs facilement assimilables par les plantes. Ainsi, la forte concentration des sels dans l'horizon arable du sol (5-40cm) (Pfiffner et *al.*, 2013) favorise la migration des vers de terre

---

<sup>1</sup> Nebkas : Selon George et Verger (1970), nebka est un mot arabe qui signifie une petite dune d'obstacle en arrière d'un buisson.



vers d'autres horizons, ainsi qu'une réduction de leur fonction est noté telle que la fertilisation des sols, leur aération, la transformation des débris de végétaux morts en matières organiques. De plus, la paille de riz récolté dans la commune reste presque intacte sur certaines parcelles affectées par la salinisation jusqu'à la saison culturale suivante, due essentiellement à la faiblesse de l'activité bactérienne qui transforme la paille de riz en matière organique. Cependant, la salinisation des terres dans les vallées de la commune de Djibanar s'accompagne d'une forte acidification des terres avec des pH très faibles, caractérisant les sols d'acide à très acide (Tableau 7).

**Tableau 7 :** Acidité des sols des vallées de la commune de Djibanar aux deux campagnes de prélèvement

Profils	Profondeur en cm	pH 1ère Campagne	Interprétation	pH 2ème campagne	Interprétation
P1	0-15	5,8	Modérément acide	4,4	Extrêmement acide
	15-30	5,7	Modérément acide	4,4	Extrêmement acide
P2	0-15	7,2	Neutre acide	4,9	Très Acide
	15-30	7,1	Neutre	4,7	Très Acide
P3	0-15	5,3	Acide	3,9	Extrêmement acide
	15-30	5,7	Modérément acide	4	Extrêmement acide
P4	0-15	6,8	Neutre	4,4	Extrêmement Acide
	15-30	6,9	Neutre	4,5	Extrêmement acide
P5	0-15	5,4	Acide	4,1	Extrêmement
	15-30	4,7	Très acide	3,9	Très Acide
P6	0-15	4,7	Très acide	4,3	Extrêmement Acide
	15-30	4,7	Très acide	4,3	Extrêmement Acide
P7	0-15	6,2	Légèrement acide	4,5	Extrêmement Acide
	15-30	5,8	Modérément acide	4,5	Extrêmement Acide

Les pH neutres dans vallées de la commune sont notés que dans les profils « non salés », localisés au niveau des bas-fonds encore exploités et en saison sèche. Après la saison pluvieuse, précisément à la deuxième campagne de prélèvement, tous les profils ont un pH très faible et qui varie de très acide à extrêmement acide.

## I.2. La dégradation des formations végétales

À de très faibles concentrations, certains de ces sels sont utilisés comme éléments nutritifs par les végétaux. La quantité de sel dans le sol que les plantes peuvent supporter varie selon les familles, les genres et les espèces, mais aussi selon les variétés considérées. Ce qui explique la difficulté à déterminer un seuil de salinité commun à tous les végétaux (Levignoron et al., 1995). Cependant, à des concentrations plus élevées, les sels solubles peuvent empêcher les racines d'absorber l'eau et les éléments nutritifs, favorisant un stress hydrique qui restreint la croissance des plantes cultivées. C'est ce qui fait dire à Acton et Gregorich (1995) que « *la salinisation engendre chez les cultures une réaction fort semblable à celle suscitée par le stress de sécheresse* ».

### **I.2.1 Les effets de la salinité sur les palmiers à huile et la mangrove**

Dans la zone étudiée, les formations végétales les plus exposées aux risques de dégradations sous l'effet de la salinisation sont essentiellement les palmeraies et la mangrove. Le risque de dégradation croissant de ces formations végétales est lié principalement à leur position géographique (mangrove située dans la zone de fluctuation des marais et palmeraie dans les bordures et à l'intérieure des vallées). Les peuplements de palmiers à huile, estimés à 50000 hectares (FAO, 2014 in LABO et al., 2016), sont essentiellement naturels et localisés sur les rives du fleuve Casamance, dans le Sud du Sénégal. Ils sont présents souvent à proximité des villages en allant vers les terrains de cultures et jouent un rôle important dans l'alimentation des populations locales (fruits, noix, vin de palme). Ces palmiers sont fortement atteints par le stress salin et dans les bas-fonds de la commune de Djibanar (photo 12)



**Photo 12 :** Effet de la salinité sur les palmiers à huile en amont de la mangrove de Birkama : clichés Mansaly 14/12/2017

Les peuplements de mangroves constituent une barrière physique entre le fleuve et les vallées rizicoles. Depuis les années de sécheresses (1970 et 1980), la remontée des eaux salées sur les bas-fonds est devenue un problème majeur pour la mise en valeur de leur sol et de tous

les écosystèmes qui y gravitent. Marius (1979 in Gavaud 1988) atteste que la sécheresse a accéléré brutalement les premières étapes de la transformation de l'environnement là où on l'attendait le moins, au sud du Sénégal et que la sursalure des rias, l'affaissement de la nappe salée, le recul des nappes douces vers les plateaux, ont détruit les mangroves et accru l'acidification des sols en Casamance (photo 13).



**Photo 13 :** Dégradation de la mangrove sous l'effet du stress salin (A : en aval de la digue anti sel à la confluence des vallées de Birkama et Baconding, B : près du quai de pêche de Birkama) et C : en aval du pont de la RN6 à Djibanar

### **I.2.2. Les effets de la salinité sur les autres formations végétales**

Le stress salin affecte aussi très négativement d'autres formations végétales. Il s'agit de la perte des pieds de fromager et de certains manguiers dont les plantations longent le fleuve. La strate herbacée en bordure du fleuve, des bolongs et dans les parcelles rizicoles affectées par la salinisation, est de nos jours dominée par des espèces halophytes du fait de la salinité extrême des sols (photo 14).



**Photo 14 :** Herbes halophytes à la confluence des vallées de Birkama et Baconding (A et B) et, dans la vallée de Djibanar (C), (clichés Mansaly Youssouph décembre 2017)

De plus, les aires de pâturages ont été considérablement réduites au profit des tannes dépourvues de végétation. Ce qui est à l'origine de la divagation fréquente de bétail dans les parcelles rizicoles. Cette situation est de nos jours à l'origine des conflits entre agriculteurs et éleveurs (Faye et *al.*, 2013, MCA Sénégal, 2013).

La salinité dans la commune de Djibanar a aussi des effets sur la qualité des eaux de « boisson ». Une proportion de 51,8 % de la population interrogée affirme que la salinité a aussi affecté les eaux de puits dans leurs localités. La mesure in situ de la salinité de l'eau d'un puits (de la famille Fara Sadio à moins de 100m environ du fleuve) à Djibanar révèle une salinité de 3 ‰ à la date du 18/11/2018. Ce qui pourrait entraîner à la longue une difficulté d'accès à l'eau douce pour les ménages qui ne disposeront pas des robinets.

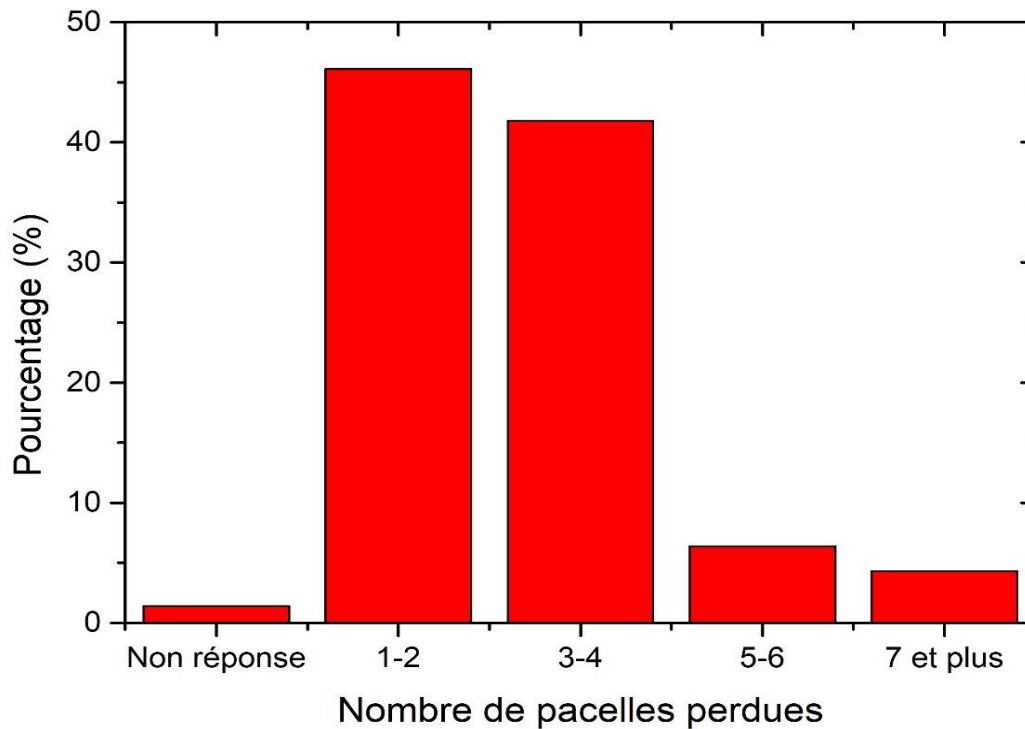
### **I.3. La perte des terres rizicoles sous l'effet de la salinisation**

La sécheresse des années soixante-dix s'est manifestée par un déficit pluviométrique chronique même dans les zones les plus pluvieuses du Sénégal à l'image de la Casamance (Ndong, 1995). Cette baisse des quantités d'eaux précipitées a favorisé l'intrusion des eaux salées dans les vallées de la Casamance et la dégradation physico-chimique de leurs sols. En effet, durant les années antérieures à la sécheresse, les rizières étaient exploitées jusqu'à la lisière du fleuve. Mais, de nos jours, l'essentiel de ces parcelles rizicoles sont converties en zone de tannes (carte 9).

#### **I.3.1. L'estimation des parcelles rizicoles perdues sous l'effet de la salinisation par les ménagères**

La perte des terres rizicoles exploitées sous l'effet de la salinisation dans le terroir de la commune de Djibanar s'est accentuée dans le temps. L'enquête effectuée dans les ménages montre bien la hausse des terres rizicoles salées (figure 22).

Avant la sécheresse des années soixante-dix, la salinisation des terres était moins ressentie dans la riziculture, car les zones occupées par les tannes ne couvraient qu'une très faible superficie de la commune de Djibanar. Les terres salées durant cette période antérieure à la sécheresse sont qualifiées de très peu à peu nombreuses par la population consultée. Actuellement, la salinisation des terres rizicoles menace la survie des ménages, du fait de son amplification.



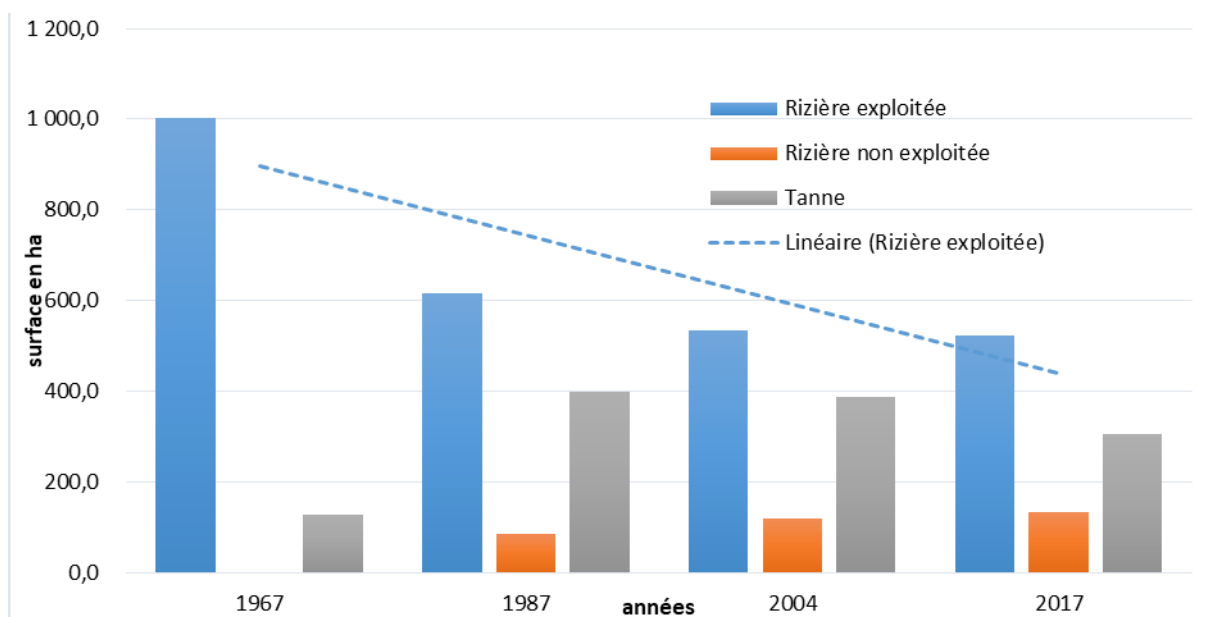
**Figure 22 :** Estimation des parcelles affectées par la salinisation (source : enquête-ménage)

Un taux de 96,5 % de la population interrogée affirme que les terres rizicoles salines ont connu un accroissement de leur surface. La perte en parcelles rizicoles par individu est estimée entre 1 et 2 parcelles pour 46,1 % de la population interrogée, 3 et 4 parcelles pour 41,8 %, plus de 6 parcelles pour 6 % et entre 5 et 6 pour 4,3 % de cette même population interrogée. Au fil des années, la salinisation a entraîné une perte en terres rizicoles exploitées qui s'est considérablement accrue dans le temps au profit des terres incultes.

### **I.3.2. Quantification des terres rizicoles perdues par cartographie diachronique**

La cartographie diachronique des états de surface de la zone d'étude à l'aide d'images satellitaires montre une régression continue des surfaces rizicoles exploitées au profit de celles non exploitées et des zones tannes (figure 23).

En effet, les zones de tannes ont connu une hausse de 179,7ha, pour atteindre 306,7 ha en 2017. Les terres rizicoles non exploitées (du fait de la salinité), absentes dans la zone avant la sécheresse, sont notées en 1987 et ont connu une hausse continue de leurs surfaces dues essentiellement à la progression du front salé vers l'amont des vallées. Toutefois, la régression des terres rizicoles exploitées, combinée à la hausse de la population notamment du nombre de ménages, favorise le morcellement des parcelles rizicoles en lopin de terre. Ce qui explique de nos jours que les tailles des parcelles rizicoles dans les vallées de la commune de Djibanar deviennent de plus en plus petites.



**Figure 23 :** Régression des surfaces rizicoles exploitées au profit de celles rizicoles non exploitées et de tannes entre 1967 et 2017 (source : occupation des sols de la commune de Djibanar de 1967, 1987, 2004 et 2017)

#### I.4. Les effets de la salinisation des terres sur la production rizicole

La mise en valeur de terres rizicoles affectées par la salinisation constitue une opération très délicate. Elle nécessite d'énormes efforts physiques et de moyens techniques de labour sophistiqués, car les sols salins ont une structure souvent très dure dont le labour manuel avec le « fating » est très pénible. Selon Zeng et *al.*, (2000), la salinité des sols fait partie des stress abiotiques majeurs pouvant ralentir l'augmentation de la production du riz dans le monde. Ainsi, elle entrave fortement la production agricole (Reichardt, 1983). Par ailleurs, le riz, comme l'essentiel des végétaux cultivés est très sensible à une salinité très élevée durant son cycle de croissance (Lacharme, 2001 ; Zongo, 2014). Le riz aquatique et notamment le riz pré germé supporte des salinités relativement élevées et surtout n'exige pour pouvoir être repiqué qu'un dessalement assez profond des sols, d'environ 10 à 20 cm (Ndecky, 1996). Durant les stades de germination/levé et de floraison/fécondation, le riz est très sensible au stress salin. La résistance du riz au stress salin durant son cycle de croissance est notée au stade du tallage et de maturation (Lacharme, 2001). D'après Lacharme (2001), les symptômes permettant de percevoir les effets de la salinité sur le cycle de croissance du riz sont nombreux dont un taux de mortalité élevé pendant la phase de levé, une réduction du cycle de croissance au tallage, un raccourcissement de la durée de floraison, une diminution du poids des graines, etc. Les plants de riz repiqué (ou poussant) sur un sol salin à extrêmement salin connaissent un changement de

teinte à savoir le changement de couleur et l'assèchement des feuilles jusqu'à la mort des plants (photo 15).



**Photo 15 :** Effet du stress salin sur les plants de riz : assèchement des plants de riz dans une parcelle à l'aval de digue anti sel dans la vallée de « fabour » (A) et l'image B est extraite du cercle rouge de A) : cliché Mansaly octobre 2017

Les plants de riz sur cette parcelle située près du profil six dont la salinité est de 4310 à la première campagne d'échantillonnage des sols, sont affectés par le stress salin d'où la forte mortalité des plants après repiquage.

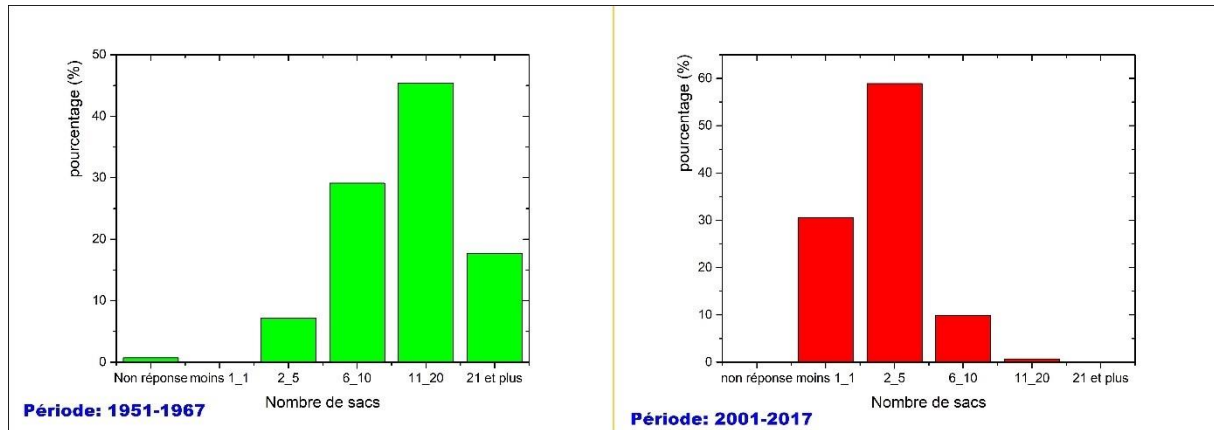
## **II. Les impacts socioéconomiques de la salinisation des terres rizicoles**

La salinisation des terres est très néfaste pour la croissance des végétaux, car ces derniers y tirent l'essentiel des éléments nutritifs (nutriments et eau) propices à leurs développements (Acton et Gregorich 1995). Dans la commune de Djibanar, la salinisation est la principale cause de régression des terres rizicoles et de la dégradation physico-chimique des sols, qui, sans nul doute, contribuent à la baisse des rendements en riz cultivé.

### **II.1. Baisse de rendements rizicoles**

La riziculture dans les vallées de la Casamance en générale et de la commune de Djibanar en particulier, est essentiellement pluviale. Autrement dit, la durée de l'hivernage détermine la période et la durée des activités de labour, de semi et de repiquage du riz. Des années 1970 à nos jours, la pluviométrie s'est dégradée dans le temps et a pour conséquences la dégradation des zones de production de riz (bas-fonds), ainsi que la baisse de rendement de cette céréale cultivé (riz). Durant la période humide, la pérennité de l'eau douce en surface et l'humidité permanente des sols des vallées pendant les douze mois de l'année permettaient à certains exploitants de faire deux récoltes de riz dans l'année. La riziculture de contre saison était notée dans les vallées de Birkama et de Baconding grâce aux aménagements (Casiers rizicoles) et l'assistance (irrigués à l'aide de motopompe) de la mission agricole chinoise (MAC). En effet, après la récolte du riz cultivé en hivernage (décembre - février), certaines

parcelles rizicoles individuelles étaient repiquées avec de nouveaux plants de riz dont la récolte se faisait avant le début de l'hivernage suivant (avril – mai). Cependant, les rendements obtenus durant cette période antérieure à la sécheresse, étaient très satisfaisants (figure 24) et sont à l'origine de l'importance de la durée de consommation du riz local dans les ménages qui dépassait les douze mois de l'année d'après 60,3 % des ménagères interrogées.



**Figure 24 :** Évolution du rendement rizicole par parcelle selon les estimations des ménagères interrogées durant la période 1951-1967 et 2001-2017 (source : enquête ménage 2017)

Ainsi, un taux de 45,4 % des femmes interrogées obtenaient un rendement saisonnier qui variait entre 11 à 20 sacs par parcelle, 29,1 % des ménagères avaient un rendement saisonnier par parcelle de 6 à 10 sacs, 17,7 % et 7,1 % de ces mêmes des ménagères interrogées avaient un rendement saisonnier par parcelle respective de de plus de 20 sacs et de 2 à 5 sacs. Toutefois, l'installation de la sécheresse depuis l'année 1968 a entraîné un raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse, la dégradation des rizières, ainsi que la baisse des quantités de pluies annuelles. Ces changements ont pour conséquences directes le rétrécissement de la durée de la riziculture, la dégradation des sols rizières qui perdent progressivement leur fertilité et la baisse des rendements rizicoles. On est passé d'un rendement saisonnier de 10 à 20 sacs par parcelle pour la majorité des exploitants enquêtés durant la période antérieure à la sécheresse, à un rendement compris entre 2 et 5 sacs (58,9 % des ménagères interrogées), voir même moins (-1 à 1 sac pour 30,5 % de la population interrogée) de nos jours. De même, la durée de consommation du riz local dans les ménages actuellement s'est considérablement réduite. Elle varie entre 2 et 5 mois pour 81,6 % de la population interrogée, de -1 à 1 mois pour 14,9 % et de 6 à 12 mois pour les 3,6 %. En effet, le riz récolté dans les vallées est consommé dans l'essentiel des ménages que durant la période allant du début de la récolte à la fin de la récolte. Ce qui fait dire à l'actuel chef de village de Kounayan que « le riz local récolté passe des parcelles à la marmite et la durée de consommation de cette denrée alimentaire rime avec celle de sa récolte ». La baisse des rendements en riz cultivé se justifie également par le morcèlement des parcelles



en petites portions de terres dû à la hausse de la population, notamment des ménages. Néanmoins, la dégradation des terres reste la principale cause de cette baisse des rendements. Face à cette situation de baisse progressive de rendement du riz cultivé, l'exode rural s'impose aujourd'hui pour certains ruraux à la quête de meilleures conditions de vie.

## **II.2. Les impacts de la salinisation des terres rizicoles sur le vécu de la population dans la commune de Djibanar**

La baisse des rendements en riz cultivé dans la commune suscite la recherche des moyens de subsistance par les populations vivant dans ses localités où les zones de production sont affectées par le phénomène de salinisation.

Face à la forte baisse des rendements en riz local due à la dégradation des terres, les populations de la commune de Djibanar ont adopté des stratégies complémentaires afin de satisfaire leur besoin alimentaire. L'achat du riz importé devient un impératif dans les ménages pour couvrir les besoins en riz consommé. Ainsi, l'argent utilisé dans les ménages n'ayant pas de revenu à caractère mensuel provient essentiellement de la vente des récoltes des cultures de rente (arachide, patate, sésame), des produits maraîchers, de la récolte arboricole (mangue et noix d'anacarde) et parfois de la vente des animaux élevés. Les chefs de ménages qui disposent de revenus mensuels ou dont les enfants sont des fonctionnaires ont des fréquences mensuelles d'achats du riz. Les greniers de riz qui durant la période antérieure à la sécheresse étaient remplis de riz local sont de nos jours substitués par des stocks de riz importés dont l'importance dépend du pouvoir d'achats des chefs de ménage. C'est dans ce sens qu'un vieux chef de la localité de Baïla en Basse Casamance disait par les écrits de Thieba (1985), mon grenier c'est l'argent que m'envoie mon fil qui se trouve à Dakar. La riziculture de plateau, pratiquée par 15,6 % de la population consultée et essentiellement dans le village de Kounayan, constitue une des pratiques d'adaptation au phénomène de salinisation des terres de bas-fonds.

### **Conclusion partielle**

La salinisation des terres est de nos jours un phénomène mondial. Elle est devenue une préoccupation majeure des acteurs agricoles dans la commune de Djibanar, car ce phénomène est à l'origine de la dégradation physicochimique des sols essentiellement de bas-fonds, de certaines formations végétales (mangrove et palmier à huile) et a entraîné la baisse des rendements rizicoles. Face à l'amplification de ce phénomène de salinisation et la baisse considérable des rendements, des stratégies d'adaptation ont été mises en place afin de réhabiliter les terres affectées et de protéger celles non affectées.

## **CHAPITRE 9 : STRATEGIES DE LUTTE ET D'ADAPTATION A LA SALINISATION DES TERRES RIZICOLES DANS LA COMMUNE DE DJIBANAR**

---

La gestion des sols en agriculture est considérée comme l'un des thèmes prioritaires des chercheurs pour assurer la durabilité des modes de production agricole. Cette gestion concerne non seulement les préoccupations liées à une production importante et une meilleure qualité du produit, mais aussi à la protection de l'environnement (Diallo et *al.*, 2015). Au vu de la perte croissante des terres rizicoles exploitées sous l'effet de la salinisation, la restauration des parcelles affectées et la protection de celles non encore affectées par la salinisation sont inéluctables pour préserver une riziculture productive et durable. Allant dans ce sillage, diverses stratégies ont été mises en œuvre dans la commune de Djibanar afin de conserver la fonction rizicole des bas-fonds. Ces stratégies d'adaptation à la salinisation peuvent être regroupées en deux catégories : les stratégies de lutte ou d'atténuation de la salinité des sols et les stratégies d'ajustement ou d'adaptation à cette salinisation.

### **I. Les stratégies de lutte contre la salinisation des terres rizicoles dans la commune**

L'adaptation au phénomène de salinisation désigne la capacité de résilience d'une population donnée ayant subi des dommages très importants liés à ce phénomène. Ainsi, les initiatives entreprises par les acteurs de la riziculture, soutenues par leurs partenaires pour faire face au phénomène de salinisation des terres de bas-fonds sont multiples. Elles permettent de réduire le niveau de salinité des sols rizicoles et de renforcer la résilience des populations en situation de forte vulnérabilité.

#### **I.1. Les aménagements hydroagricoles**

Les aménagements hydroagricoles les plus fréquents dans les vallées de la Casamance sont généralement de petits ouvrages nommés digues anti-sel. Ils sont construits soit de façon traditionnelle soit moderne par le biais de la population en accord avec les partenaires privés ou l'État sénégalais à travers ses services. Le choix des sites de leurs implantations dépend du niveau de progression du front salé dans les vallées et la situation du lit mineur des rivières afin de déterminer l'endroit idéal de l'édification des ouvrages de régulation du niveau d'eau des parcelles. En outre, le but premier de ces aménagements consiste à stopper l'avancée de la langue salée, réhabiliter les terres rizicoles dégradées, contrôler le niveau d'eau et d'assurer la protection des terres rizicoles non affectées par la salinisation afin de garantir une riziculture durable.

##### **I.1.1. Les digues anti sel traditionnelles**

Les digues anti sel traditionnelles sont construites avec la matière in situ (sol, le plus souvent argileux). Elles ont des dimensions variables et sont équipées ou non d'ouvrage de régulation du niveau d'eau qui se fait à travers un système d'ouverture et de fermeture des vannes dont il dispose. Pour évacuer l'eau emmagasinée en amont d'une digue anti sel traditionnel ne disposant pas d'ouvrage de régulation du niveau d'eau, une ouverture servant d'exutoire temporaire est créée sur celle-ci lorsqu'il y a un trop-plein d'eau en amont, puis celle-ci (ouverture) est refermée après avoir vidées les parcelles de leurs eaux. Les digues anti sel traditionnel sont très précaires, se détériorent facilement, ont une durée d'existence variable selon les espaces. En effet, la construction des ouvrages de ce type a été les premières réactions des populations pour bloquer l'avancée des eaux marines sursalées (Barry et Posner 1985 in Monteroi et Zante 1992) ainsi, la population de la commune de Djibanar et celle de certains villages environnants (Simbandi Balante, Manécounda, etc.), ne disposant pas des moyens pour bâtir des ouvrages modernes (plus couteux) vers la fin des années soixante-dix, ont construit leur première digue anti sel à base de la boue d'argile dans la vallée de Djibanar vers le début des années 1980 (photo 16).



**Photo 16 :** première digue anti sel traditionnelle dans la vallée de Djibanar (clichés Mansaly novembre 2018)

Cette digue était mini d'un pont servant d'ouvrage de régulation du niveau d'eau et est située environ à quelques dizaines de mètres de la limite actuelle du fleuve ; près des bassins piscicoles en construction. Quelques années plus tard (au début des années 1990), l'avancée de la langue salée plus en amont de cette même vallée a suscité la construction d'un second ouvrage de même nature en aval de l'axe routier Djibanar - Kounayan. Cette digue était munie d'un ouvrage de régulation du niveau en béton construit par un spécialiste Bissau Guinéen du nom de Pontou (photo 17).



**Photo 17:** Digue anti sel traditionnelle et son ouvrage en béton de Pontou (en A et B) et attaque de la même digue par les rongeurs en C (vue de haut) (clichés Mansalu, 2017)

Les ouvrages de ce type permettent certes d’emmagasiner beaucoup plus d’eau dans les vallées, mais ils sont ni efficaces pour stopper l’avancée de la langue salée, ni de réhabiliter les terres affectées ou de protéger durablement celles non affectées. Ils sont précaires et se détériorent facilement du fait de la fragilité de la matière utilisée.

### I.1.2. Les digues anti sel modernes

Les digues anti sel modernes, comparées aux précédents types de digues, disposent obligatoirement d’ouvrage de régulation du niveau en béton équipé de vannes permettant de drainer les parcelles localisées en amont de cet aménagement. Elles sont généralement constituées de digue en latérite compacte de longueur et hauteur variable et d’ouvrage en béton de formes aussi variables (photo 18).



**Photo 18 :** Ouvrage de régulation du niveau de digue anti sel modernes en état de dégradation (mis en exergue par les flèches) : à droite : ouvrage en bec de canard à la confluence des vallées Birkama et Baconding, à gauche : ouvrage linéaire dans la vallée Djibanar (Clichés Mansaly, juillet 2017)

Ces types de digues, présents dans toutes les vallées de la commune, servent aussi de piste de production assurant le désenclavement des terroirs villageois. A la confluence des vallées de Baconding et de Birkama, deux ouvrages de régulation du niveau d’eau ont été édifiés sur la digue anti sel moderne existante. L’un des ouvrages de cette digue anti sel situé vers

Birkama est de forme différente à celle habituelle, il est édifié en 1995 avec l'appui du PROGES. Cet ouvrage comporte un bassin de rétention d'eau de forme triangulaire, d'où l'appellation d'ouvrage en « bec de canard ». Quelques années plus tard, en 2002, un autre dispositif de régulation du niveau d'eau est construit sur la même digue anti sel (vers Goudomp) par le PADERCA afin de faciliter davantage le drainage des sols. En 2004, la FRAO et le PADERCA ont eu à soutenir ou financer la construction des digues anti sel dans la vallée de Djibanar. En effet, les ouvrages de régulations du niveau d'eau sont de nos jours en état de dégradation très avancée, car ils présentent des failles sur le béton armé et des trous sur les vannes (photo 18). La population locale, en accord avec le comité de gestion de vallée de Birkama, adopte des méthodes très élémentaires et peu efficaces en renforçant les vannes avec des briques en ciment (photo 18).

Les lâchers d'eau à travers ces dispositifs de régulation du niveau d'eau permettent de dessaler les sols et d'évacuer les sels solubles dans le fleuve. Cependant, l'essentiel de la population enquêté affirme que cette opération est rarement effectuée dans leur terroir, ce qui amplifie le phénomène de salinisation. Par ailleurs, l'essentiel des parcelles rizicoles situées en aval de l'ancienne piste construite au milieu de la confluence des vallées de Birkama et Baconding est de nos jours inculte.

## **I.2. Le drainage des sols**

Le drainage des sols en agriculture consiste généralement à évacuer les excès d'eaux de surface accumulées dans les parcelles et pouvant nuire au développement des cultures. Selon l'organisation mondiale de la météorologie (OMM, 1994), le drainage de surface peut être réalisé à partir de rigoles ouvertes et en remodelant la surface du terrain pour diriger l'eau vers des rigoles de collecte. Il s'applique à des terrains plats et permet d'éviter l'engorgement en eau des parcelles et de faciliter le labour (Raunet, 1991). Dans le contexte de la lutte contre la salinisation, le drainage permet de réduire le niveau de la salinité des sols en évacuant les eaux de surface emmagasinées dans les parcelles via les vannes des ouvrages des digues anti sel. Ainsi, le drainage des sols salins contribue non seulement à baisser le niveau des eaux de surface et/ou de la nappe phréatique, mais aussi de maîtriser la salinité des sols. Dans la commune de Djibanar comme partout en Casamance, le drainage des sols est essentiellement pluvial. A l'échelle de la parcelle, le processus de drainage consiste à retenir les eaux pluviales à l'aide de diguettes limitant la parcelle. Après une durée de séjour variable selon les exploitants, les eaux emmagasinées sont évacuées de la parcelle à travers des ouvertures temporaires créées sur les diguettes. Puis, à l'échelle de la vallée, les eaux précipitées et ruisselantes sont emmagasinées dans les parcelles situées en amont en fermant les vannes des ouvrages de régulation du niveau

d'eau des digues anti sel. Ainsi, les lâchés d'eau à l'aide des vannes sont faites en fonction de l'engorgement en eau des parcelles.

La différence de la salinité des sols entre la seconde et la première campagne d'échantillonnage des sols ne montre qu'un dessalement partiel des sols de bas-fonds. L'importance de la réduction de la quantité de sel dans les sols varie selon les sites. Le dessalement des sols est plus important au P7 situé dans la vallée de fabour (-86,95 % de la salinité initiale) et plus faible au P1 situé à la confluence des vallées de Birkama et Baconding (-12,83 % de la salinité initiale). Ces deux situations s'expliquent, d'une part, par l'importance des quantités d'eaux précipitées et ruisselées, d'autre part par l'efficacité du système d'évacuation des eaux dans les parcelles. Si au niveau du P7, les eaux de ruissellement sont importantes et trouvent moins d'obstacles pour ruisseler vers l'aval, au niveau du P1, les eaux accumulées en amont de la digue s'évacuent difficilement à cause de l'insuffisance de lâchée d'eau à travers les ouvrages de régulation du niveau d'eau des digues anti sel. Cette insuffisance de lâchés d'eau s'explique d'une part par le mauvais état de ces ouvrages et leur manque de suivi par le comité de gestion de la vallée. Ainsi, les eaux accumulées dans les parcelles se vident peu à peu par évaporation, percolation et à travers les failles et les trous notés les vannes de ces ouvrages en béton qui, de nos jours, sont très défectueux. Un taux de 49,7 % de la population interrogée atteste que les difficultés majeures de la lutte contre la salinisation des terres résident dans le non-suivi des digues anti-sel (l'insuffisance de régulation du niveau d'eau dans les bas-fonds) et le manque de moyens financiers. La diversité des intérêts des exploitants, précisément sur la disponibilité en eau dans les parcelles rizicoles, explique d'une part l'insuffisance des lâchés d'eau. Car, ceux qui disposent des parcelles sur les « têtes de vallée » et sur les versants de celle-ci, sont souvent retissant au lâché d'eau fréquente, par ce que leurs parcelles sont rarement inondées d'eau. D'autre part, le mauvais état des digues anti n'encourage plus les responsables des comités de gestion des vallées à continuer le suivi des digues et de faire des lâchés d'eau quand les parcelles sont engorgées en eaux. Certaines parcelles exploitables sont incultes à cause du trop-plein d'eau. Selon la population, on y note parfois la présence de boas et de crocodiles, lors que le niveau d'eau est très important dans les vallées.

### **I.3. Le paillage**

Le paillage des sols consiste à couvrir la surface du sol à l'aide de paillis afin de le protéger des aléas climatiques et d'améliorer sa fertilité (Eric et Ernest, 2015) (photo 19).



**Photo 19 :** Paillage des sols de parcelles rizicoles en saison sèche dans la vallée de Birkama(en A et B) et en hivernage après semis direct du riz dans la vallée Djibanar (« Fabour » en C)

Les paillis les plus utilisés dans la commune sont constitués de la biomasse végétale (feuilles de manguier et de palmier à huile, tiges de mil et de maïs, de la paille et de l'herbe sèche) L'importance du paillage sur la lutte contre la salinisation se mesure à travers sa capacité à limiter le réchauffement de la surface du sol et de l'enrichir en nutriment grâce à l'apport de la matière organique. Durant la période de semis directs, le paillage sert à lutter contre le stress salin sur le riz en limitant le rayonnement solaire incident. Ce qui rend les plants de riz moins sensibles à la salinité pendant les stades de germination et de levé. Le paillage est faiblement pratiqué de nos jours dans la commune de Djibanar, car seulement 3,6% de la population interrogée pratique cette technique.

#### **I.4. Le reboisement de la mangrove**

Les vasières à mangrove constituaient une barrière physique entre les parcelles rizicoles et le fleuve Casamance dans la plupart des vallées de Casamance. Ces ceintures de mangrove le long du fleuve Casamance servent de haie vive aux bas-fonds. Car la mangrove permet de réduire non seulement la salinité des eaux d'invasion marine, mais de stopper aussi les embruns marins contenus dans les brises de mer. En Casamance, les surfaces de mangrove ont connu une forte régression favorisée surtout par la sécheresse des années 1970 (Marius, 1985 ; Olivry, 1987). Durant ces années, la remontée des eaux salées dans le fleuve Casamance a entraîné une sursalure de ses eaux dont les répercussions se traduisent par la dégradation des peuplements de mangroves malgré leur tolérance à une salinité relativement élevée. La mangrove, grâce à sa fonction d'épuration, joue un rôle très important dans la lutte contre la salinisation dans la mesure où elle permet d'éliminer l'excès de sels contenu dans l'eau et/ou le sol. Le genre de mangroves *Avicennia* peut résister dans un milieu où le taux de salinité atteint 80g/l (Ndione, 2014). En effet, pour s'adapter à des conditions difficiles du milieu (substrat vaseux, salinité élevée et/ou fluctuante, succession flux reflux, anaérobiose quasi totale), ces espèces ont des systèmes d'adaptation morphophysologique. Ces adaptations se manifestent, entre autres, par un développement du système de racine échasses et/ou pneumatophores, un mécanisme de



filtrage du sel par le système racinaire, une excrétion et une cristallisation du sel au niveau des feuilles (Dièye, 2007). Actuellement, la forte régénération de la mangrove dans la commune de Djibanar est due essentiellement au reboisement initié par l'OCEANIUM entre 2007 et 2012 dans la commune (photo 20).



**Photo 20:** Mangrove reboisée dans la commune de Djibanar : (A : près de l'ouvrage en bec de canard de la digue anti sel à la confluence des vallées de Birkama et Baconding, en B et C près du quai de pêche de Birkama), (Clichés Mansaly, Juin 2017 : A et Septembre 2018 : B et C)

## **II. Stratégies d'adaptation au phénomène de salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar**

Les stratégies d'adaptation au phénomène de salinisation des terres sont l'ensemble des pratiques permettant de réduire ou de minimiser au maximum possible, les impacts liés à ce phénomène. Les techniques utilisées dans la commune de Djibanar pour limiter la sensibilité des cultures au stress salin et/ou d'améliorer la fertilité des sols affectés, sont essentiellement les pratiques culturales, la sélection des variétés de riz tolérantes à la salinité et à l'amendement des sols.

### **II.1. Les pratiques culturales**

La mise en valeur des terres rizicoles salines requiert des techniques culturales adéquates. Ces dernières permettent non seulement de réduire la sensibilité des cultures à la salinité, mais également d'améliorer la fertilité des sols et aussi de maximiser le rendement des cultures. Les pratiques culturales les plus notées en riziculture de bas-fonds dans la commune sont : le billonnage, le développement de pépinière de riz et le repiquage de ces plants la sélection des variétés de riz et l'amendement des sols.

#### **II.1.1. Le billonnage des parcelles rizicoles**

Le labour par billonnage consiste à retourner les couches superficielles du sol en enfouissant les résidus de végétaux pour former des billons. L'utilité du billonnage réside dans son aptitude à faciliter le lessivage des sels par les eaux de ruissellement à travers les sillons, de lutter contre les herbes et de protéger les plants de riz (Birie-Habas, 1968). Les parcelles rizicoles cultivées, par billonnage dans la zone étudiée, se situent le plus souvent dans les « têtes

de vallées » qui correspondent aux parties des vallées rarement inondées et sur les versants de celles-ci.

Cependant, la faiblesse de la pratique du billonnage se justifie en partie par l'outil de labour largement utilisé par les femmes (le « fanting »), qui est difficilement maniable pour billonner les parcelles inondées. A l'inverse, le « kadiandou » (outils de labour privilégié des Diolas) apparaît le plus adapté pour billonner ces types de parcelles.

### II.1.2. Le repiquage des plants de riz

Le repiquage des plants de riz reste une pratique privilégiée en riziculture inondée. Son usage est non seulement lié aux caractéristiques principales des bas-fonds, mais aussi constitue une méthode d'adaptation à la salinité des sols. Les parcelles rizicoles avant le repiquage sont préparées à travers un ou deux labours, dont le but est de faciliter le dessalement ou de réduire le niveau de salinité des sols et d'éliminer les mauvaises herbes.

Cependant, les riziculteurs étant conscients de la très forte sensibilité du riz au stress salin durant les stades de germination et de levé, développent des pépinières dans les parcelles fertiles non affectées par la salinisation. Ces pépinières sont développées dans des parcelles situées le plus souvent dans les zones de culture de plateau (photo 21 en A) afin de départir les plants de riz au stress salin durant les premiers stades de leur cycle de croissance. Mais certains riziculteurs développent jusqu'à nos leur pépinière de riz dans les parcelles à repiquée afin d'éviter les coûts du transport des plants (photo 21 en B).



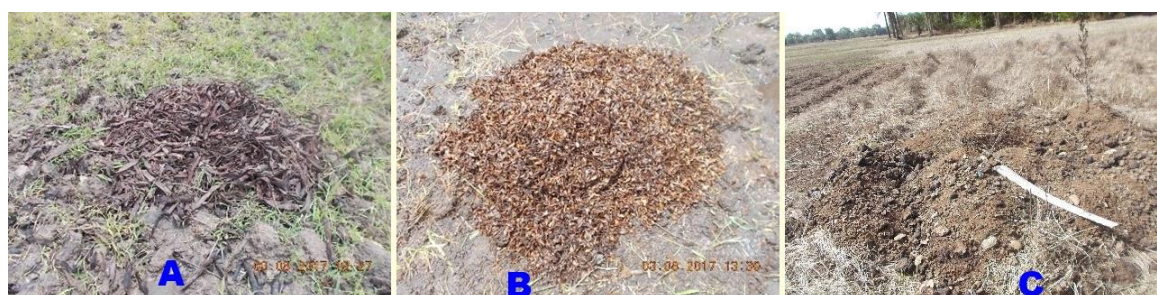
**Photo 21 :** Pépinière de riz à Kounaya le 03/08/2017(A) et pépinière et repiquage des plants de riz dans la vallée de Birkama en aval du pont de la RN6, pris le 09/09/2018

Les semences, dans la plupart des cas, connaissent une prégermination avant le semis. Ainsi, pour emmagasiner plus d'eau dans les parcelles et faciliter le repiquage, les parcelles sont aménagées en micro cuvette avec des diguettes qui limitent et permettent de retenir l'eau douce pluviale. Par ailleurs, durant les années de sécheresse, le recours à l'irrigation était la méthode privilégiée par les paysans pour faciliter le repiquage des plants de riz dans les

parcelles. Ainsi, une proportion de 95 % de la population consultée affirme que des puits étaient creusés dans leurs parcelles à des fins d'irrigation lors des travaux de repiquage, pendant les années de sécheresse.

### II.1.3. L'amendement des sols

L'amendement des sols renvoie à une amélioration de leurs fertilités en y apportant un surplus d'éléments nutritifs (Acton et Gregorich, 1995) indispensables pour une bonne croissance des végétaux cultivés. Il existe deux types d'amendements : organique et minéral. Les femmes utilisent comme fertilisants organiques dans la commune de Djibanar les fumiers (les boues de bovin et ovin, etc.), les écorces de néré et de noix de palmier à huile (photo 22), la coque d'arachide, les paillis des végétaux, les résidus de récolte.



**Photo 22 :** Amendement organique (feuille de néré en A, écorce de noix de palmier en B, photo prise en août 2017 et fumier bovin en C, photo prise en juin 2018) Clichés Mansaly

Selon Lamouroux et *al.*, (1967), la fumure, surtout organique, améliore l'état végétatif des cultures. Elle augmente la vigueur des plantes, fixe des sels toxiques et peut rendre assimilable le fer sous forme de complexes organo-ferrique.

Les fertilisants minéraux résultent de la transformation de la matière première en éléments nutritifs pour les végétaux. L'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) sont les éléments principaux à l'alimentation minérale des plantes en particulier le riz. A ces trois éléments s'ajoutent d'autres éléments de base du sol comme le Magnésium (Mg) et le Soufre (S) (Lacharme, 2001). Ainsi, les engrais chimiques : urée et NPK15-15-15, essentiellement utilisés contiennent différentes doses de ces éléments minéraux. Ces fertilisants minéraux permettent de substituer la carence en éléments nutritifs des cultures et dont le but final est de rehausser la production des végétaux cultivés. En outre, l'usage à outrance des engrais chimiques contribue aussi à la dégradation physicochimique des sols.

### II.2. Sélection des variétés de riz

La salinité fait partie des facteurs limitant sévèrement la production des céréales, notamment le riz. Les plants de riz, selon les variétés, réagissent différemment au stress salin. Le seuil de tolérance à la salinité du riz (*Oryza sativa* L) peut être atteint à 3 dS/m (Ndaw,

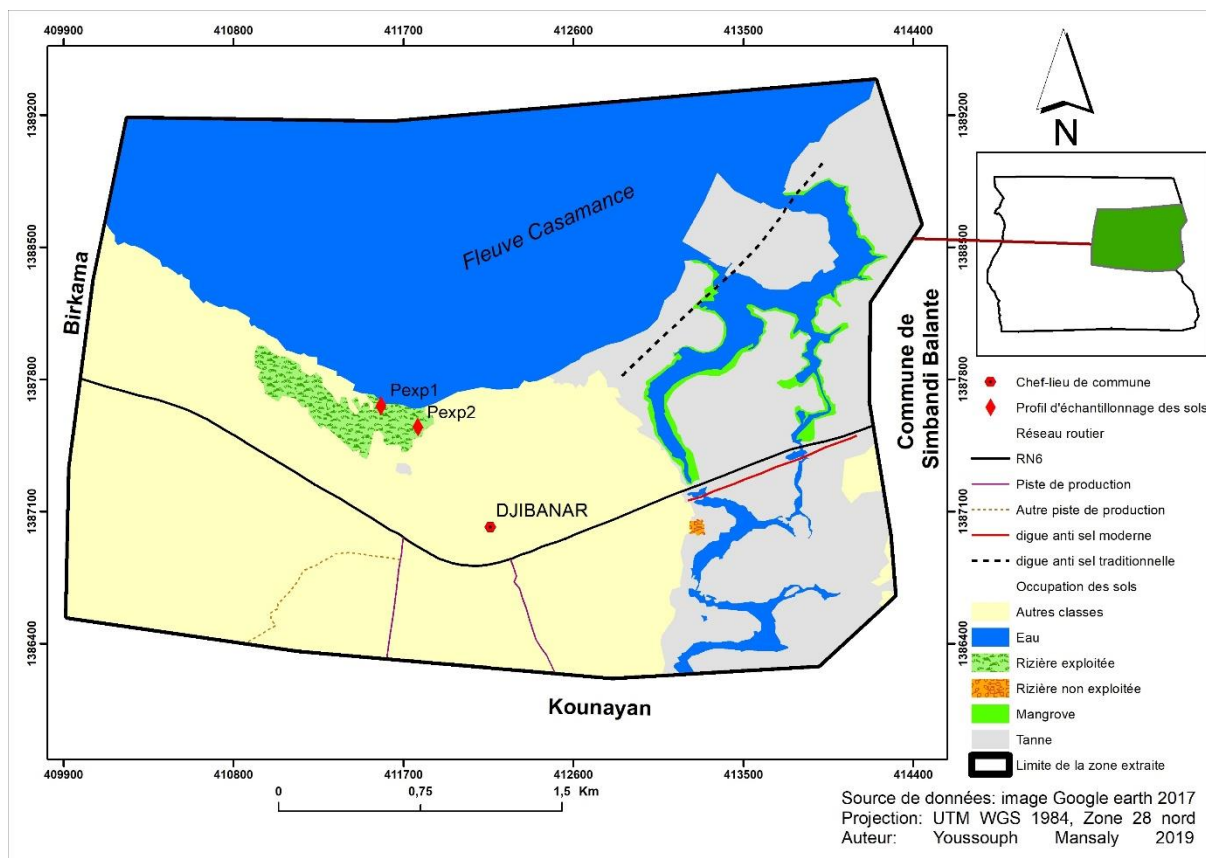
2016). Au-delà de cette valeur, le rendement commence à chuter chez une bonne partie de variété. En effet, les variétés de riz locales sont les plus utilisées par les femmes dans la commune de Djibanar. Elles sont essentiellement moins tolérantes à la salinité et ont un long cycle de croissance, qui selon la population enquêtée varie entre 3 et 4 mois. Ces variétés locales, le plus souvent, portent le nom de la personne ou de la famille qui les a introduites dans la zone ou des connotations locales (« *Adama diallo* », « *coun-djimi* » « *Seydicounda* » et « *Diabou dabo* »). Une proportion de 90,1 % de la population interrogée n'utilise pas des semences tolérantes à la salinité. Les premières variétés tolérantes à la salinité ont été introduites dans le terroir de la commune de Djibanar, particulièrement à Birkama et Baconding par la Mission Agricole Chinoise (MAC). Cette dernière a introduit la variété nommée « *Barafita* » qui, d'après la population, est très tolérante à la salinité et a un cycle de croissance maximum de trois mois. Cette variété est de nos jours très rare et tend à disparaître, car peu d'exploitants sont parvenus à la conserver. Ainsi, face aux aléas climatiques et à la recrudescence du phénomène de salinisation, le recours à des semences bio salées et de courts cycles de croissance s'avère nécessaire afin de renforcer la résilience des populations aux changements climatiques. Vu le rétrécissement de la durée de l'hivernage, perceptible à travers le retard de son installation et sa fin précoce, l'ANCAR fournit aux femmes des semences de court cycle de croissance à l'image du *nerica* et le 508 (dont les cycles de croissance maximum sont de trois mois). Mais l'essentiel de ces variétés est non tolérant à la salinité et le retard de leur acquisition, l'insuffisance des quotas octroyés constituent les limites de leurs utilisations.

### **II.3. Le suivi de l'expérience de dessalement des sols avec l'épandage du phosphogypse dans la commune de Djibanar**

Le phosphogypse est un déchet de la production de l'acide phosphorique, constituant de base dans la fabrication d'engrais moderne. Il est essentiellement composé de gypse (75 à 78 %) mélangé avec du phosphate de calcium sous différentes formes, de silice et d'autres impuretés telles que l'oxyde de fer, de magnésium, des sulfures, de la matière organique et des traces de métaux (Felfoul et *al.*, 2002). Ce produit, est de nos jours, une des plus efficaces et utilisée pour restaurer les sols dégradés par salinisation. Face à l'amplification du phénomène de salinisation des terres rizicoles, l'INP a introduit en Casamance une nouvelle méthode de réhabilitation de ces terres dégradées qui consiste à l'épandage du phosphogypse. D'après les délégués de l'INP de Sédhiou, ce produit est recommandé pour une dose d'une tonne à l'hectare (1t/ha) pour une durée de quatre ans. Son application dans le sol permet à celui-ci de retrouver des caractéristiques physicochimiques convenables à la culture du riz. Allant dans ce sens, un quota

de 40 tonnes de phosphogypses a été octroyé par le biais de l'INP de Sédhiou à la commune pour l'hivernage 2018 afin de restaurer leur terre affectée par la salinisation.

Un suivi de l'expérience du dessalement avec l'épandage du phosphogypse a été fait dans deux parcelles (la parcelle expérimentale 1 avec 953,1m<sup>2</sup> de surface et la parcelle expérimentale 2 dont la surface est de 1676,1m<sup>2</sup>). Pour évaluer l'efficacité de cette méthode de lutte contre la salinisation, un prélèvement d'échantillons de sol a été fait avant l'application du phosphogypse (1<sup>ère</sup> campagne) et un autre après la récolte du riz cultivé dans ces parcelles (2<sup>ème</sup> campagne). Les profils expérimentaux d'échantillonnage des sols sont localisés sur cette carte ci-dessous (carte : 11).



**Carte 11 :** Localisation des profils d'échantillonnage des sols dans les parcelles expérimentales

La méthode d'application du phosphogypse consiste à épandre le produit sur le sol, puis, procéder au labourage (photo 23).



**Photo 23 :** partage du phosphogypse (A), son Epannage (B) et son enfouissement par labour (C) dans une parcelle d'un exploitant de la localité de Djibanar (cliché Mansaly juillet 2018)

Une fois enfoui dans le sol, le phosphogypse facilite la libéralisation des sels dans le profil du sol favorisant ainsi le lessivage des sels par le biais des eaux de ruissellement et améliore la qualité des sols. Pour vulgariser cette méthode de lutte contre la salinisation, l'INP a adopté une approche participative, impliquant les populations locales dans leurs activités, pour une meilleure appropriation et duplication efficace des techniques de l'utilisation de ce produit. Cependant, les contraintes de l'utilisation du phosphogypse pour lutter contre la salinisation des terres résident à sa non-disponibilité en permanence et à la faiblesse de la

mécanisation, car l'enfouissement très profond du produit requiert des outils sophistiqués ou adaptés.

Les parcelles observées pour évaluer l'efficacité de l'usage du phosphogypse sur le dessalement des sols présentent des caractéristiques particulières. De plus, les pratiques culturales sur les deux parcelles ne sont pas homogènes (tableau 8).

**Tableau 8 :** Comparaison des activités pratiquées et caractéristiques spécifiques des parcelles expérimentales

Parcelles expérimentales Pa exp	Parcelle expérimentale n°1 (Pa exp1)	Parcelle expérimentale n°2 (Pa exp2)
Pratiques rizicoles et caractéristiques des parcelles		
Superficie en m <sup>2</sup>	953,1	1676,1
sol	Plus sableux	Moins sableux
Phosphogypse répandu	2 sacs	4 seaux de 10 litres
Variété de riz	508	508 et « Coun-djimi »
Fertilisants organiques	15 sacs	22 sacs
Fertilisants chimiques	1 sac	néant
Distance au fleuve	5m	71m
Espacements entre les plants de riz	éloignés	Très rapprochés
Rendement en 2017	2,5 sacs	12,5 sacs
Rendement en 2018	1 sac	14,5 sacs

Les plants de la variété de riz 508 repiqués dans la parcelle de la parcelle expérimentale n°2, constituent le reste des plants issus de la pépinière de la parcelle expérimentale n°1. En effet, après un apport du phosphogypse et d'engrais chimiques plus important au Pa exp1 et un amendement organique plus important au Pa exp2, le rendement en riz est plus important au Pa exp2 (14,5 sacs). La parcelle deux est beaucoup plus loin du fleuve (71m) que celle une (5m). Une hausse du rendement en 2018 est notée sur la Pa exp2 comparé à l'année 2017, tandis qu'une baisse du rendement est notée sur la Pa exp1, notamment sur les parcelles de certains exploitants dans le village de Djiabanar, avec l'usage du phosphogypse. Cette baisse de rendement peut se justifier par une mauvaise appropriation de la technologie, car certains exploitants répandent le produit et procèdent au repiquage des plants de riz, sans drainer la parcelle au préalable. Cette situation provoque un stress salin des plants et/ou un avortement après fécondation, matérialisée par présence de nombreux grains de riz non remplis. Ce cas

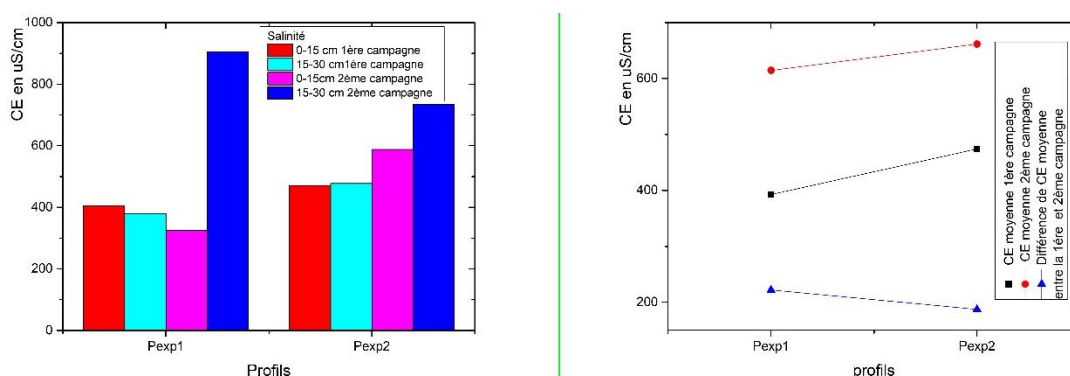
d'avortement est noté dans la Pa exp1, où les plants de riz ont été aussi envahis par les herbes avant la fin de leur cycle de croissance.

Les résultats d'analyse des échantillons de sol prélevés aux deux campagnes d'échantillonnage des sols révèlent une salinité des sols relativement faible (tableau 8).

**Tableau 9 :** Salinité des sols dans les parcelles expérimentales aux deux campagnes de prélèvement

Profils	Profondeurs En cm	Salinité 1ère campagne en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Salinité 2ème campagne en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Salinité moyenne par profil en $\mu\text{S}/\text{cm}$	
				1ère campagne	2ème campagne
Pexp 1	0-15	405	325	392,5	614,5
	15-30	380	904		
Pexp 2	0-15	471	588	474	661,5
	15-30	477	735		

La salinité des sols est moins importante sur l'essentiel des horizons à la première campagne d'échantillonnage (où les sols sont légèrement salins) comparée à la seconde (où les sols sont salins), (figure 25). La baisse de la salinité est seulement notée en surface du Pexp1 (-80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), tandis que, une hausse de la salinité est notée en profondeur de ce Pexp 1 (hausse de 524  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et dans les deux horizons de prise d'échantillon du Pexp 2 (117  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en surface et 258  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en profondeur).



**Figure 25 :** Salinité des sols dans les parcelles expérimentales à la 1ère et 2ème campagne d'échantillonnage des sols

La hausse de la salinité des sols dans les parcelles expérimentales s'explique par l'apport du phosphogypse, qui d'après les délégués de l'INP de Sédhiou permet de libérer le sel dans le profil du sol, par l'insuffisance du drainage des sols après l'application du phosphogypse et la



proximité des parcelles au fleuve Casamance. Ce dernier constitue la principale source de provenance de la salinité dans la zone étudiée via les mécanismes d'invasion marine ou d'échange interne se manifestant en surface par remontée capillaire. Les horizons sous-jacents des profils ont les degrés de salinité les plus élevés, dû au lessivage des sels par les eaux d'infiltration pluviales favorisant l'accumulation des sels sur ces horizons.

En effet, une fois appliqué dans le sol, le lessivage de celui-ci devrait être assuré par le drainage des eaux d'inondation pluviale retenues grâce aux diguettes édifiées et qui limitent les parcelles. Mais l'insuffisance du drainage des eaux de surfaces emmagasinées dans les parcelles, l'évaporation de celle restant, ont favorisé davantage la concentration du sel dans les profils de ces sols. Ainsi, l'importance du rendement dans la parcelle expérimentale n° 2 malgré une salinité relativement élevée, s'explique en partie par l'importance de la quantité de fertilisants organiques (fumure animale) apportés.

Pour mieux comprendre la salinité des sols dans les deux parcelles, nous avons effectué des analyses granulométriques au laboratoire de physique de l'UASZ, afin d'analyser l'effet de la dispersion du granulat sur la manifestation et l'évolution de la salinité des sols. Le niveau de profondeur d'échantillonnage des sols concerné par cette analyse granulométrique est seulement les 15 premiers centimètres du sol. L'appareil utilisé est un granulomètre de huit tamis de diamètres variables (T1 : 4mm, T2 : 2, T3: 1mm, T4 :0,500mm, T5 :0,25mm, T6 :0,125mm, T7 :0,063mm et T8 :0,045mm).

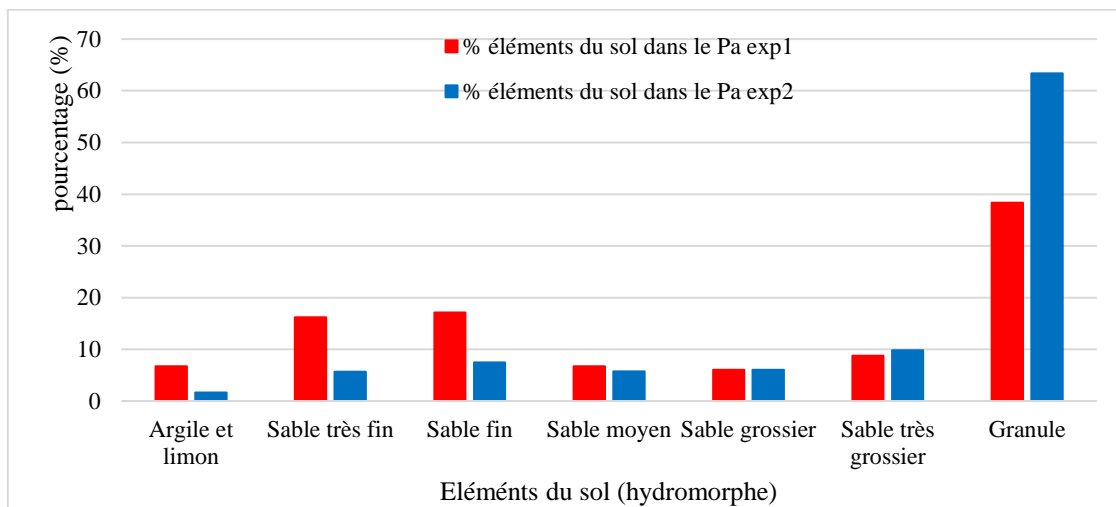
La mode opératoire consiste d'abord à peser l'échantillon à analyser, puis le déposer dans le tamis 1 (photo 24). Les tamis sont maintenus sur le granulomètre à l'aide de deux roulettes servant de système de serrage. Ensuite, le granulomètre est branché au courant électrique et est réglée pour une durée de tamisage de 20 minutes, avec un intervalle de 4 secondes et une amplitude de 5. Au bout des 20 minutes de tamisage, les tamis sont desserrés et le refus de chaque tamis est pesé, de même que le tamisât de fond (photo 24). En fin, le pourcentage de chaque refus est calculé par rapport au poids de l'échantillon global avant analyse.



**Photo 24 :** Processus d'analyse granulométrique des échantillons de sol : pesage del'échantillon (A), réglage de la durée, de l'intervalle et de l'amplitude après serrage des tamis, puis le tamisage (B), refus tamis 1 (C), pesage du refus du tamis 5 (D).

Toutefois, les tamis disponibles pour le tamisage ne permettent pas de dissocier les limons des argiles. La norme utilisée pour l'interprétation de ces résultats est celle Française NFP 18-540 (Mishellany et al, 1998) et la catégorisation des refus est faite selon la taille des diamètres des tamis en référence à la classification de Wentwoth (1922).

L'analyse des résultats granulométriques des échantillons de sol prélevés, montre après tamisage, une variété de particules caractérisées par les refus et les tamisâts en fonction de la taille des diamètres des tamis. Globalement, le sol des deux parcelles est caractérisé par la présence d'une variété de particules (figure 26).



**Figure 26 :** Le pourcentage des éléments du sol (hydromorphe) dans les parcelles expérimentales

Les granules sont les plus importants avec un pourcentage de 38,39 % dans la Pa exp1 et 63,4 % dans la Pa exp2. Les sables très grossiers représentent 9,88 % des sédiments dans le Pa exp2 et 8,77 dans le Pa exp1. Quant aux sables grossiers et moyens, ils sont plus importants dans la Pa exp1 et représentent respectivement 6,06 % et 6,71 % des éléments du sol. Mais également, les sables fin et très fin, ainsi que les argiles et les limons sont plus représentatifs dans la parcelle expérimentale n°1 avec des pourcentages respectifs de 17,11 %, 16,2 % et 6,72 % des sédiments et moins importants dans la parcelle expérimentale n°2 (avec des pourcentages respectifs de 7,47 %, 5,65 %, et 1,66 %).

La fraction de sable est beaucoup plus importante à la Pa exp1, avec une proportion de 54,85 % des sédiments et est faible dans la Pa exp2 avec une proportion de 34,67 % des sédiments. Cette importance du taux de sable, explique la faiblesse de la salinité dans la couche superficielle (0-15cm) du profil expérimental un (Pexp1), situé dans la Pa exp2. En effet, les eaux de ruissellement et d'infiltration pluviale ont favorisé le lessivage des sels sur cet horizon du Pexp1, illustré par la baisse de la salinité de son sol à la deuxième campagne

d'échantillonnage du sol. Par ailleurs, le sol, plus argileux dans la Pa exp2 est beaucoup plus colloïdal, comparé à la structure du sol de la Pa exp1. Ce qui favorise selon Lamouroux (1967), la rétention des sels, illustrée par l'importance de sa salinité moyenne aux deux campagnes d'échantillonnage des sols (474 pour la 1ère et 661,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour la 2ème). Ainsi, dans un sol sableux, un grand nombre de cultures peut être pratiqué avec une eau salée de 4g/l grâce à l'importance du lessivage des sels. Tandis que dans les sols argileux, les sels sont beaucoup moins lessivés.

Toutefois, les stratégies de lutte et d'adaptation à la salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar, selon la perception de la population enquêtée, sont relativement efficaces. Car, 56,7 % de la population interrogée affirme que ces stratégies sont peu efficaces, 41,8 % de la population interrogée pensent qu'elles sont très peu efficaces et 0,7 % de la population interrogée pensent qu'elles sont efficaces.

### **Conclusion partielle**

Les stratégies d'adaptation à la salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar sont principalement les aménagements hydroagricoles, le paillage, le drainage, le reboisement de la mangrove, les pratique culturale et l'épandage du phosphogypse. Les aménagements hydroagricoles sont réalisés surtout avec l'appui des partenaires au développement de la commune. Mais, ces stratégies sont jugées inefficaces par la population, car elles n'ont pas donné des résultats satisfaisants et surtout durables.

## CONCLUSION GENERALE

---

La salinisation des terres est de nos jours un phénomène mondial, car il n'épargne aucun continent. Elle contribue très sensiblement à la dégradation de la qualité des sols agricoles. Ce phénomène s'amplifie davantage avec le changement climatique et ses effets sont plus ressentis dans les milieux ruraux où les populations sont majoritairement paysannes, et qui ne disposent pas de moyens pour y faire face. La salinisation des terres est un phénomène aux mécanismes complexes dont les processus majeurs sont l'invasion marine et la remontée capillaire.

Les facteurs à l'origine de la salinité des terres notamment rizicoles sont d'ordre naturel et anthropique. Les facteurs naturels liés à la salinité des sols dans la commune de Djibanar sont essentiellement le déficit pluviométrique, la faiblesse de la topographie, les températures élevées. Les facteurs anthropiques sont la déforestation, la saliculture, l'irrigation et les mauvaises pratiques culturales (comme l'usage en outrance des engrais chimiques. Le diagnostic des sols des vallées à travers l'analyse physicochimique des échantillons de sols prélevés révèle une salinité extrême des sols des profils situés dans les sites voisins du fleuve Casamance ou des bolongs. Les données de mesure de la salinité des eaux de surface montrent une variation croissante de la salinité de l'aval vers l'amont du fleuve, ainsi du fleuve vers les rivières. La cartographie diachronique de l'occupation des sols de la zone étudiée, montre une extension des terres rizicoles salées est notée au fil des années vers l'amont des vallées où les sols sont classés entre la catégorie des sols non salins à salins. De plus la cartographie diachronique de la zone d'étude montre que des étendus non négligeables de terres rizicoles sont de nos jours inexploitées et d'autres converties en de vastes zones dénudées appelées tannes. Cette perte de terres arables et la dégradation de la qualité de ses sols sont à la l'origine de la baisse des rendements en riz.

Face à cette catastrophe écologique, les populations de la commune de Djibanar, en accord avec leurs partenaires (INP de Sédhiou, ANCAR, FROA, PROGES, OCEANIUM et Coopération TIKa), ont initié des stratégies de lutte (endiguement, drainage, paillage, reboisement de la mangrove) et d'adaptation (pratique agricole, sélection de variétés de riz, amendement et épandage du phosphogypse) leur permettant de faire face à la salinisation des terres rizicoles. Mais ces initiatives, d'après les populations, restent peu efficaces, car elles n'ont pas donné des résultats très satisfaisants et surtout durables. En termes de perspectives, il serait intéressant de réfléchir sur la qualité biologique des sols salés. D'étudier aussi finement la variation de la salinité des sols à l'aide d'appareils géophysiques permettant la réalisation des cartes de salinité, allant dans le sens d'une agriculture de précision.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Abdelkader D. et Lépinard Ph., 2010. Télédétection et salinité - Cartographie de la salinité des sols de la plaine algérienne du Bas-Chéouli, article, sig\_algerie.indd, Géomatique Expert - N° 76 - Août-Septembre 2010, pp 36 – 41.

Acton, D.F. et Grégorich J., 1995. La santé de nos sols : vers une agriculture durable au Canada, centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, direction générale de la recherche, agriculture et agroalimentaire Canada, 142p.

Adam I., 2011. Cartographie fine et suivi détaillé de la salinité des sols d'un périmètre irrigué au Niger en vue de leur remédiation. Thèse en cotutelle entre l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger) et Agro-campus Ouest sous le sceau de l'université européenne de Bretagne, 269p.

Albergel J., Brunet D., Dubée G., Montoroi J.P., Zante P., 1991. Gestion d'un barrage anti-sel en Basse Casamance (Sénégal), département Eaux continentales de l'ORSTOM, BP 1386 Dakar, Sénégal, 11p.

Aman A., Fofana S., Keita M., 2001. Télédétection en milieu de savane : problème de la nomenclature lié au changement d'échelle spatiale. Télédétection. Vol 2(2).pp.91-101.

Amnesty International., 1998. Sénégal : La terreur en Casamance, 5 mars, AI Index : AFR 49/01/98/F, 94p.

ANSD., 2014. Rapport définitif du recensement général de la population, de l'habitat, de l'agriculture et de l'élevage (RGPHAE) de 2013 au Sénégal, état et structure de la population, 54 – 70, 19p.

ANSD., 2015a. Rapport de projection de la population du Sénégal 2013 – 2063. Ministère de l'économie, des finances et plans, (direction des statistiques démographiques, division du recensement et des statistiques démographiques, bureau état civil et projection), projection de la population du Sénégal (MEFP), août 2015, 158p.

ANSD., 2015b. Situation économique et sociale régionale 2013, service régional de la statistique et de la démographie de Sédhiou, rapport d'avril 2015, 107p.

Aubert G., 1963. La classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride. Colloque CCTA sur la classification des sols des régions intertropicales, leurs corrélations et leur interprétation. Avec la collaboration technique de la FAO et de l'UNESCO (Léopoldville (Lovanium), 28 mai-7 juin, chef du service des sols, ORSTOM, Paris, African soils vol IX, n°. 1, 1964, pp. 97-105, collection de référence n° 14268, ex 1, 10p.

Bannari A., Anne-Marie G., Abderrazak El H., et Abderrahmane E., 2008. Détection de la salinité et de la sodicité, faibles et modérées, en milieu agricole irrigué à l'aide du capteur ALI

de EO-1 : Cas de la plaine de Tadlat au Maroc, synthèse bibliographique, *Journal of Soil Science and Plant Analysis* (In press), 5p.

Barbouchi M., Lhissou R., Chokmani K., Abdelfattah R., Harti A. El., Aissa N. B., 2013. Caractérisation de la salinité des sols à l'aide de l'imagerie radar satellitaire : cas de la Tunisie et du Maroc. Centre Eau Terre et Environnement INRS-été, 490, rue de la couronne Québec G1K 9A9, rapport N° R1480, ISBN : 978-é-89146-803-9. 99p.

Barbiero L., Cunnac S., Mané L., Laperrousaz C., Hammecker C., Maeght J.L., 2009. Salt distribution in the Senegal middle valley. Analysis of a saline structure on the future irrigation schemes from N'Galenka creek. *Agricultural and Water Management* 46 : pp 201-213.

Barry B. et Posner J.L., 1985. Suivi des zones dégradées en Basse Casamance, IIème table ronde sur les barrages anti sel en Basse Casamance, 12-15 juin, Ziguinchor.

Bassel M., 1993. Conséquence durable de deux décennies de sécheresse. L'hypersalinisation de la Casamance entre 1987 et 1992. Rapport de stage de DEA, UCAD, département de géographie, fond documentaire de l'ORSTOM, cote : B\*, 18460, 25p.

Bassène O. A., 2016. L'évolution des mangroves de la Basse Casamance au sud du Sénégal au cours des 60 dernières années : surexploitation des ressources, pression urbaine et tentatives de mise en place d'une gestion durable, Thèse de Doctorat en cotutelle de l'Université de Lyon, l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne, France et de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal, spécialité géographie, 311p.

Bastin L., Deschamps-Berger C., Gruson H., Petit A., 2013. La gestion passée et actuelle du bassin de la mer d'Aral. Atelier l'eau qualité Vs quantité. Ecole normale supérieure, CERE S – ERTI, 24 rue Lhomond 75005, paris, 14p.

Baucoume M. (2004) – Méthodes d'analyses des sols. Document de travail, Institut National de Pédologie (INP), Dakar-Sénégal, 55 p.

Bennefond P. et Loquay A., 1985. Aspects socioéconomiques de la riziculture de Basse et moyenne Casamance. Mission d'évaluation, république française, ministère des relations extérieures, coopération et développement, 428p.

Bennefond P., 1987. Développement agricole et blocage technique en Basse et moyenne Casamance. Département H « condition d'un développement indépendant », économie en transition, secteur informel, développement agricole et macroéconomie, anthropologie du développement, bulletin de liaison n° 9-10, ORSTOM, rue la Fayette, 75480 Paris cedex 10, p 95-109, 16p.

Bèye G., 1973. Une méthode de dessalement des sols de tannes de Casamance : le paillage. *Agro. Trop.*, 28, 5 ; 527 – 549.

Boquer M., Ruffay S. et Hamez G., 2013. Approche didactique de la cartographie transfrontalière. L'exemple de Metz, article, Mosella 2009 – tome XXXIV-N° 1-4 (parution 2013), 15p.

Bovin P et Le Brusque J. Y, 1985. Désertification et salinisation des terres au Sénégal : Problème et remède, séminaire national sur la désertification, saint Louis : 22-26 avril, ORSTOM, cote : B\*16261 Ex : 1, 7p.

Brabant P., 1968. Sols ferrugineux tropicaux et sols apparents du nord de la Cameroun, aspect de leur pédogénèse, office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer, centre d'ORSTOM de Yaoundé, 51p.

Brouder S., M. et Hill J. E. (1995) Winter flooding of ricelands provides water fowl habitats. California agriculture 49: 58-64.

Brunet R., Ferras R., Théry H., 1998. Les mots de la géographie, dictionnaire critique, troisième édition, imprimé en France – JOUVE, 18, rue Saint Denis, 75001 Paris, N° 256351C, 520p.

Chotte J.L. et Lebaron Ph., 2015. Changement climatique : impacts et adaptations, les dossiers d'Agropolis international, institutions de Recherche et d'enseignement de Montpellier et du Languedoc-Roussillon, les collectivités territoriales, des sociétés et entreprises régionales en liaison avec des institutions nationales, 88p.

Condom, N., 2000. Analyse et modélisation couplée des processus hydrogéochimiques de la salinisation des sols. Application aux sols rizicoles irrigués de l'Office du Niger (Mali). Thèse de doctorat Ecole National Agronomique de Montpellier, 190p.

Cormier-Salem M.C., (1992) : Gestion et évolution des espaces aquatiques : la Casamance, thèse de doctorat (nouveau régime) de géographie soutenue à l'université de Paris X-Nanterre le 22 décembre 1989, édition ORSTOM, institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, collection études et thèses, 571p.

Courtois B, 1988. Les systèmes de culture du riz pluvial, mémoires et travaux de l'IRAT 16, 96p

Courtois B, 2007. Une brève historique du riz et de son amélioration génétique, Cirad, UMR1096, TA40/03, 34398 Montpellier Cedex 5, France, 13p.

Crémer S. et Lambert R., 2013. L'échantillonnage des sols en agriculture, fourrage mieux asbl, 6p.

Dacosta H., 1989. Précipitation et écoulement sur le bassin de la Casamance, thèse de doctorat de troisième cycle, UCAD, département de géographie, avec la collaboration de l'ORSTOM, 283p.

Dale S., 2001. La fondation rurale de l’Afrique de l’Ouest mise sur les organisations communautaires, Projet de référence du CRDI # 93815800, article. 4p.

De Man W et Chartron S, 2015. Le riz, cette céréale méconnue, cahiers de nutrition et de diététique (2015) 50, 165-173, Mars Inc, chemin de la Sandlach, CS 10036, Haguenau cedex, France, 9p.

Descroix L., Djiba S., Sané T., Tarchiani V., 2015. Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance, actes de l’atelier scientifique et du lancement de l’initiative « Casamance : un réseau scientifique au service du développement en Casamance », du 15-17 juin 2015 à l’hôtel Kadiandoumagne de Ziguinchor, Sénégal, l’Harmattan, ISBN : 978-2-343-07690-4, 240p.

Dièye El. H. B, 2007. Les ensembles littoraux de la langue de Joal – Faddiouth et de l’estuaire du Saloum (Sénégal) : Approche méthodologique de la dynamique de la mangrove entre 1972 et 2005 par télédétection et système d’information géographique (SIG), UCAD, département de physique, thèse, cote (bibliothèque centrale de l’UCAD) : TH.S 7250, 248p.

Dièye El. H. B., Sané T., Manga A., Mbaye D., 2013. Variabilité pluviométrique et dégradation des écosystèmes de mangrove : actions communautaires de réhabilitation à Tobor en Basse-Casamance, XXVIème colloque de l’Association Internationale de Climatologie, pp 194-199.

Diouf P.S., Pagès J. et Saos J.L., non daté. Géographie de l’estuaire de la Casamance, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, ISRA, ORSTOM, OC0000678, p13-22, [http://intranet.isra.sn/aurifere/opac\\_css/docnum/OC0000678.pdf](http://intranet.isra.sn/aurifere/opac_css/docnum/OC0000678.pdf) consulté le 26/01/2018

Djemaa B., 2011. Étude de la variabilité spatio-temporelle de la salinité en milieux sableux. Cas de la palmeraie de l’Université de Ouargla, mémoire de fin d’étude en vue de l’obtention du diplôme d’ingénieur d’État, spécialité : agronomie saharienne à l’université Kasdi Merbah d’Ouargla, 94p.

Dobos A., Mankeur F., Montoroi J.P., 1994. Amélioration de la fertilité des rizières de Basse Casamance (Sénégal) en relation avec eaux de ruissellement d’un bassin versant : premiers résultats et perspectives, Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale Ed. John Libbey Eurotext. Paris© 1994, p. 289-301. ISRA, BP 34 Djibélor Ziguinchor –Sénégal ; ORSTOM, BP 1386 Dakar-Sénégal, 2p.

Dron D., Guérin A. J., 2018. Les sols : préservons ce socle de la vie pour les prochains siècles | « annales des mines - responsabilité et environnement » 2018/3 n° 91 | pages 3 à 5 issn 1268-4783, 4p.



Droy I., 1985, Femmes et projet de développement en Afrique subsaharienne. Essai d'analyse à partir d'étude de cas. Université des sciences sociales de Grenoble, institut de recherche économique et de planification du développement, 581p.

Dorize L., 1990. La sécheresse : en quête d'une définition. La sécheresse 1990 ; 1 :10. In XIIème (septième) sommet de la francophonie, Quebec, 2008. Agriculture-santé, Science et changement planétaire, sécheresse. Deux décennies de recherche de développement. Agence universitaire de la francophonie, numéro spécial, page 17, note originale, sécheresse 1998 ; 9 : 269-76. Edition John Libby Eurotext limited, 127, av. de la République-92120 Montrouge, France, 108p.

Eric R. et Ernest K., 2017. Valorisation des urines humaines et animales pour la fertilisation des sols tropicaux, revu, IRD Editions, Montpellier, pp 261-266, 7p.

FAO, LADA, CSE, 2009. Caractéristique des systèmes de production agricole au Sénégal, document de synthèse 39p.

FAO., 2011. Programme-cadre sur l'adaptation au changement climatique, FAO Adapt, Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italie, 47p.

FAO., 2013. La résilience des moyens d'existence - réduction des risques de catastrophe pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle, Rome Avril 2013, 124p.

Fall A.A, 2016. Synthèse des études sur l'état des lieux sur la chaîne de valeur du riz en Afrique de l'Ouest : Bénin, Burkina Faso, Mali, Nigéria et Sénégal, Agroéconomiste, 83p.

Fauck R., 1955. Étude pédologique de la région de Sédhiou (moyenne Casamance). Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer. L'agronome Tropicale, extrait du n° 6, novembre-décembre 1955, 753-793, 39p.

Favrot J.C., et Vizier J.F., 1988. Les sols à caractère hydromorphe (ensemble cagnot), 7ème version modifiée par D. Baize, ORSTOM fonds documentaires n° 30955, cote : B M, 8p.

Faye O. Nd., Gueye T., Dieng A., 2016. Effets de la salinité au champ sur des paramètres agronomiques de 23 variétés de riz, Journal of Applied Biosciences 103:9854 – 9869 ISSN 1997–5902, 16p.

Faye M.M., DIAWARA S., Diédhiou M., DIAGNE M. O., DIOP Y., GUIRO I., 2013. Cadre de gestion environnemental et social (CGES), agence régionale de développement de la région de Ziguinchor, projet du pôle de développement de la Casamance (PPDC), rapport, 116p.

Feret S. et Douguet. J.C., 2001, Agriculture durable et agriculture raisonnée. Quels principes et quelle pratique pour la soutenabilité du développement en agriculture, NSS, 2001. Vol. 9. n° 1. 58-64. 7p.

Fournier J., Bonnot-Courtois C., Paris R., et Le Vot M., 2012. Analyses granulométriques, principes et méthodes, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Ecole Pratique des Hautes Etudes, Dinard, 100p.

Gassama A., 2013. Dynamique de la salinisation des terres le long du grand Baobolong de la frontière Gambienne à la communauté rurale de Kayemor, « des années 1984 aux années 2010 », mémoire de master, UCAD, département de géographie, bibliothèque centrale de l'UCAD, cote 2015-0103 MEM.L, 93p.

Gavaud M., 1988. Nature et localisation de la dégradation des sols au Sénégal. La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest..., séminaire de Dakar, 21 – 26 novembre 1988, 16p.

George P. et Verger F., 1970. Dictionnaire de la géographie 10<sup>ème</sup> édition, Quadrige/Puf, ISBN 978-2-13-057386-9, ISSN 0291-0489.

Gherina S.A, Douaoui A., Hartani T et Vincent B., 2008. Application de la télédétection dans la connaissance de la salinité des sols de la plaine du Bas-Chéliff. Economie d'eau en système irrigués au Maghreb, Mostganem, Algérie. Cirad, Montpellier, France, colloques-cédérom, 8p.

Godefroy J., Roose E. J. et Muller M., 1975. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie du sud de la Côte d'Ivoire, Fruits - vol. 30, n° 4, 12p.

Garcia J.L., Raimbault M., Jacq V., Rinaudo G., et Roger P., 1974. Activités microbiennes dans les sols de rizières du Sénégal : relations avec les caractéristiques physico-chimiques et influence de la rhizosphère, Laboratoire de Microbiologie du sol de l'O.R.S.T.O.M., B.P. 1.386, Dakar - Sénégal, collection de référence n° 7259, Biol sols, vol 11, N° 2, 17p.

Grdr., Sané T., Dièye El H. B. et Descroix L., 2017. Un littoral en mouvement, diversité, dynamiques et mutations des territoires frontaliers du sud-ouest du Sénégal et du nord-ouest de la Guinée-Bissau Ziguinchor, Ziguinchor - Sédhiou - Oio - Cacheu, ISBN 979-10-95026-01-3, 140p.

Guéro, Y., 2000. Contribution à l'étude des mécanismes de dégradation physico-chimique des sols sous climat sahélien. Exemple pris dans la vallée du moyen Niger. Thèse de Doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), 109p.

Grünberger O., 2015. Dynamique Saline des sols des milieux arides et semi-arides, mémoire en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches, université de Montpellier, 133p.

Gupta, R.K. and Abrol., I.P., 1990, Salt-affected soil: Their reclamation and management for crop production. Advances in Soil Science Volume 11 Soil degradation ed. Lal, R., Stewart, B.A. Springer-Verlag, New York. 288p.

Idée Casamance., 2015. Présentation de la ria Casamance par données historiques et socio-économiques, Bp 120 Ziguinchor, 15p.

IPTRID., FAO et le projet CISEAU., 2006. Salinisation induite par l'irrigation, Conférence électronique sur la salinisation : Extension de la salinisation, Stratégies de prévention et réhabilitation, du 6 février au 6 mars 2006, 12p.

Jolivet C., Boulonne L., Ratié C., 2006. Manuel du réseau de mesures de la qualité des sols, édition 2006, unité InfoSol, INRA Orléans, France, 190p.

Kaboré S. P, 2011. La riziculture pluviale stricte, une contribution à l'accroissement de la production du riz au Fasso. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut de développement Rural, mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception en vulgarisation agricole, 83p.

Kambou K. K., 2008. Evaluation du stress hydrique en riziculture de bas-fond en fonction des variétés et des dates de semis, mémoire pour l'obtention de diplôme d'étude approfondies, Institut de développement rural, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, 67p.

Kamony E.S., 2016. Salinisation des rizières dans la vallée de Birkama (moyenne Casamance) : impacts environnementaux et socioéconomiques, UASZ, Géographie, mémoire de master, 90p.

Keller C, 2018. Bien choisir la forme de l'azote, revu UFA 9/2018, pp 44-45, 2p.

Kébé A.D., 2006. Plan de renforcement des capacités des acteurs locaux en zone de conflit. « Le cas de la communauté rural de Djibanar (Casamance, Sénégal) ». Centre Africain d'Étude Supérieur en Gestion (CESAG), diplôme d'études supérieures spécialisées en ingénierie et gestion de la formation (DESSGF), 6ème promotion-2006, M0190DSIF122, 87p.

Knoden D., Luxen P., Crémer S., Widar J., 2010. Fourrage Mieux ASBL, résumé du rapport d'activité 2009 – 2010, avec le soutien de la province de Luxembourg, département d'économie rurale, 21p.

Kovda, V.A., 1983. Loss of productive land due to salinization. *Ambio*, 12, 91-93.

Labo A.D., Sané S., Ngom D., Akpo L. E., 2016. Effet du sel sur le comportement des jeunes plants de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq) en Basse Casamance. *International journal of biological and chemical science* 10(3) :1312-1328, juin 2016. Laboratoire d'écologie et d'agroforesterie d'UCAD, et laboratoire d'agroforesterie et d'écologie de l'UASZ. 17p.

Lacroix E. J. et Gbadamassi Z., 2003. Les anacardiés, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila et au Bénin, Projet de restauration des ressources forestières de Bassila, GFA Terra Systems, 75p.

Lacharme. M., 2001. Le contrôle de la salinité dans les rizières\_ « Mémento, technique de riziculture », article, 20p.

Lamouroux M., Willaime P., et Davet P., 1967. Effets toxiques d'eaux salées et de solution salines du sol en cultures irriguées au Liban, institut de recherche orgronomiques, Liban, Magon, publication n° 8, série technique, 22p.

Legros J. p, 2009. La salinisation des terres dans le monde. Académie des sciences de Montpellier, conférence n° 4069, Bulle n° 40, pp 257-269.

Levigner A., Lopez L., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart C., 1995. Les plantes face au stress salin, synthèse, cahiers agricultures 1995 ; 4 : 263-73, 11p.

Louise L., 2012. Analyse diachronique de la dynamique paysagère sur le bassin supérieur de l'Ouémé (Bénin) à partir de l'imagerie Landsat et MODIS–Cas d'étude du communal de Djougou, Hydrosience Montpellier, ANR ESCAP, rapport 2012, 62p.

Maignien R., 1961. Les sols de la plaine alluviales de la Casamance aux environ de Sédhiou, rapport, centre de pédologie de Hann – Dakar, ORSTOM, 84p.

Manga I., 2003. Crise agricole dans une vallée de la Casamance : le bassin de Goudomp, mémoire de maitrise en ligne, université de Rouen, consulté le 12/07/2018 sous le lien [https://www.memoireonline.com/12/06/306/m\\_crise-agricole-dans-une-vallee-de-casamance-goudomp1.html#toc4](https://www.memoireonline.com/12/06/306/m_crise-agricole-dans-une-vallee-de-casamance-goudomp1.html#toc4)

Mangoli M., 1994. Apport de la fusion d'images satellitaires multi capteurs au niveau pixel en télédétection et photo-interprétation, université de Nice Sophia Antipolis, Science de l'ingénieur, thèse soumis le 11 mars 2014, <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00957754>, 184p.

Marlet S., Marlet J.O., 2006. Processus et gestion de la salinité des sols. In : Tiercelin, J.R. Traité d'irrigation, seconde édition. Tec & Doc Lavoisier. ISBN-13 : 978-2743009106, 29p.

MCA Sénégal, 2009. Étude diagnostique dans les cinq régions d'implantation des projets du Millenium Challenge Account. Rapport final élaboré par PRESTIGE Cabinet Conseil, études, conseils, formation, surveillance et contrôle techniques, Siège social : Sicap Liberté VI N° 8175 – BP 47 – Dakar - Sénégal 65p.

MCA Sénégal., 2013. Projet de réhabilitation de la route de la route nationale numéro six (RN6), lot 1 tronçons Ziguinchor–Tanaff. Plan d'action de réinstallation(PAR) rapport final, 234p.

Merlin O., 2016. Suivi des ressources en eau par télédétection multi-capteur : désagrégation de données spatiales et modélisation descendante des processus hydrologiques, Université de Toulouse III - Paul Sabatier, Hydrologie, <tel-01355580>, 108p.

Michel P., 1960. Recherches géomorphologiques en Casamance et en Gambie méridionale, BRGM, Dakar, 64 p.

Michel P., 1973. Les Bassins des fleuves Sénégal et Gambie, étude géomorphologique, mémoire ORSTOM, n° 63, tome 1, 810p.

Mishellany A., Delalande G. et Tourenq C., 1998. La normalisation des granulats et l'Europe, bulletin des laboratoires des ponts et chaussées – 216 – juillet - Août, Réf. Nit 4217-PP-67-77, 11p.

Mhiri A., Tarhouni J., Hachicha M., Lebdi F., 1998. Approche systémique des risques de salinisation par endoréisation anthropique, Institut Nationale Agronomique de Tunis-43 avenue Charles Nicole Tunis Mahrajème Tunisie et Institut Nationale Agronomique de Recherche en Génie Rurale Eaux et Forêt-Bp n° 102080 Ariana Tunisie. Étude et gestion des sols, 5, 4,1998 – page 257-268, 12p.

Montoroi J.P. et Zante P., 1992. La mise en valeur des terres dégradées par la salinisation en Basse Casamance (Sénégal), Communication au séminaire, 23 - 27 Octobre 1989, ORSTOM, 22 avril, n° : 25. 247 ex1, cote : B M, 15p.

Monteroi J.P., 1994. Caractérisation minéralogique d'efflorescences salines en environnement acide extrême : le cas des sols sulfatés acides de Basse-Casamance (Sénégal), 15ème réunion des sciences de la terre, Nancy, Soc. Géol. Fr. édit. Paris, 5p.

Monteroi J.P., 1996a. Mise en valeur des bas-fonds en Basse Casamance (Sénégal), fonds documentaire ORSTOM, cote : B\* 7742 Ex : 1, agriculture et développement n° 10 juin 1996, pp 61-73. <https://www.researchgate.net/publication/32971234>

Montoroi J.P., 1996b. Gestion durable des sols de mangrove au Sénégal en période de sécheresse. Dynamique de l'eau et géochimie des sels d'un bassin versant aménagé, ORSTOM édition 213 rue La Fayette F-75480 Paris Cedex 10, Diffusion 32, avenue Henri Varagnat F-93143 Bondy Cedex ISSN : 0767-2888 ISBN : 2-7099-1309-7, Collection études et thèses Paris 1996, 266 p.

Montoroi J.P., 2017. La salinisation des écosystèmes, de la dégradation insidieuse à la remédiation continue par les hommes, désertification et système terre, de la (re)connaissance à l'action, 7p.

Mougenot B., 1989. Étude par télédétection des états de surface en relation avec les nappes, exemple des sols salés et acidifiés de basse Casamance (Sénégal). Bulletin du GFHN, 25, p.78.

Mougenot. B., Zante P., Monteroi J. P., 1990, Détection et évolution saisonnière des sols salés et acidifiés du domaine fluviomarin de Basse Casamance au Sénégal, par imagerie satellitaire. Télédétection et sécheresse, ORSTOM, institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, Ed. AUPELF - UREF. John Libbey Eurotext. Paris, p173 - 179, 56p.

Mougenot B., Pouget M., et Epema G.F., 1993. Remote sensing of salt affected soils. *Remote Sensing Reviews*, 13, 241-259.

Ndaw F.O., 2016. Sélection des variétés de riz pour la tolérance à la salinité-mécanismes agronomiques et physiologiques développés, thèse de doctorat, université de Thiès, mention agronomie, 135p.

Ndieng M., 1999. Sur-salure et gestion de l'environnement en moyenne Casamance : le bief Samine-Diana Malari, mémoire de maitrise UGB, section de géographie, 110p.

Ndong J.B., 1995. L'évolution de la pluviométrie au Sénégal et les incidences de la sécheresse récente sur l'environnement, In : *Revue de géographie de Lyon*, vol. 70, n° 3-4, 1995. Sahel, la grande sécheresse, [https://www.persee.fr/doc/geoca\\_0035-113x\\_1995\\_num\\_70\\_3\\_4212](https://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1995_num_70_3_4212) , pp. 193-198.

Ndecky L.K.L., 1996. Implication socio-culturelles de l'introduction de nouvelles variétés de riz, dans la mangrove de la Casamance, mémoire de maitrise, UGB, section de Sociologie, ISRA, ADRAO (association pour le Développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest) 120p.

Niane A.B., 1984. Étude cartographique et agro-pédologique des sols de plateau de Basse Casamance, mémoire de stage, ISRA de Djibélor, 104p.

Niasse M., Afouda A. et Amani A., 2004. Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'ouest aux impacts du climat, sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification, éléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation, UICN – Union mondiale pour la nature, Gland Suisse et Cambridge, Royaume-Uni XIII +71 pp, ISBN : 2-8317-0783-8, 82p.

Olivry J.C. et Chouret A., 1981. Étude hydrologique du Marigot de Bignona - campagne 1970-1971. Orstom-Dakar.

Olivry. J.C., 1987. Conséquences durable de la sécheresse actuelle sur l'écoulement du fleuve Sénégal et hyper salinisation de la Basse Casamance, ORSTOM Fond documentaire, n° : B39644, 15p.

Organisation mondiale de la météorologie (OMM), 1994. Guide des pratiques hydrologiques, acquisition et traitement des données, analyses, prévision et autres applications, cinquième édition, OMM-N° 168, ISBN 92-63-25168-1, l'édition française a été préparée en 1996, 829p.

Pagès J et Debenay J.P., 1987. Évolution saisonnière de la salinité de la Casamance, centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye, B.P. 2241, Dakar, Sénégal et le département de géologie, faculté des sciences, université de Dakar, Sénégal, *rev. hydrobiol. trop.* 20 (3-1) : 203-217 (1987). 15p.

Pagès J., Debenay J.P. et Lebrusque J Y., 1987. L'environnement estuarien de la Casamance, ORSTOM et département de géologie, faculté des sciences, université de Dakar, Sénégal, rev. hydrobiol. trop. 20 (3-4) : 191-202 (1987), 12p.

PAPSEN, 2013. Diagnostique de la riziculture de bas-fonds dans la région de Sédhiou, rapport n° 2 septembre 2013, 52p.

Pépin G., 1997. L'échantillonnage des sols et des eaux. Séminaire « Sols Pollués », Paris, France. pp.9-17 + annexes, 1997. <ineris-00972100>, mis en ligne le 03 avril 2014, <https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00972100> , 10p.

Pfiffner L. Biondo M., Alföldi T., Häni F., Schmutz R., Perret M., 2013. Vers de terre, architectes des sols fertiles, institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), Ackerstrasse, CH-5070 Frick, n° de commande 1619, édition suisse, 6p.

Rakotoniaina S., Rakotomandrindra P., Ranaivoarimanana S., Rakotondraompiana S., 2014. La cartographie et la télédétection comme système de suivi évaluation des TGRNR. Exemple de site d'application : la commune de Didy, région d'Alaotra-Mangoro, Madagascar, Laboratoire de Géophysique de l'Environnement et Télédétection, Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo (IOGA), Université d'Antananarivo, B.P. 3843, Antananarivo 101, article décembre 2013, mis en ligne en 2014, <https://www.researchgate.net/publication/278802133> 14p

Raunet M., 1991. Bas-fonds et riziculture, acte de séminaire d'Antananarivo, Madagascar, 9 – 14 décembre, ISBN 2-87614-100-0© Cirad Mars 1993, publié et diffusé par la CIRAD-CA, service des publications, de l'information et de la documentation, Bp 5035, 34032, Montpellier Cedex 1, France, 523p.

Reichardt K., 1983. Physique des sols et production agricole, colloque au palais des congrès à Marseille (France), AIEA, bulletin. Vol, n°3, pp 45-46, 2p.

Roebroeck H., 2009. Le prélèvement de terre : quels acquis méthodologiques, Agro-systèmes/SAS laboratoire, rencontre de Blois : les 25 et 26 novembre, « fertilisation raisonnée et analyse de terre : quoi de neuf en 2009 ? », 27p.

Sadio Y., 2017. Rapport de la gestion budgétaire 2017, commune de Djibanar, 48p.

Sagna P., Ndiaye O., Diop C., Niang A. D., Sambou P. C., 2015. Les variations récentes du climat constatées au Sénégal sont-elles en phase avec les descriptions données par les scénarios du GIEC ? Pollution atmosphérique n° 227 – octobre - décembre 2015. Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), département de Géographie, UCAD, et l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM), Aéroport Léopold Sédar Senghor, Dakar, Sénégal, 17p.

Sagna P., 2005. Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique occidentale, UCAD, département de géographie, thèse de doctorat d'État, tome II, cote (bibliothèque centrale de l'UCAD) : TH.L 1093, page 271- 652.

Saiah C., 2012. Quel impact des activités du CIRAD sur la filière mangue en Afrique de l'Ouest? Rapport de stage, IEP Toulouse, Stage du 1er Mars 2012 – 31 Août 2012, 192p.

Sané T., 2017. Vulnérabilité et adaptation des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse Casamance (sud du Sénégal), UCAD, thèse de doctorat de géographie en cotutelle internationale, présentée et soutenue publiquement à Paris Diderot Paris 7, SCD-UCAD : 32218003837291, cote (bibliothèque centrale de l'UCAD) : TH.L 2017-0020, 376p.

Sané T., Benga A., Sall O., 2010. La Casamance face aux changements climatiques : enjeux et perspectives, 23ième Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Rennes, pp 559-564, 7p.

Sané Y., 2016. Impacts de la dégradation des rizières par salinisation et Ensablement dans la commune de Tenghory : de Tenghory Transgambienne à Diourou, mémoire de master, université Assane Seck de Ziguinchor, département de géographie, spécialité environnement et développement, 125p.

Sall M., 1983. Dynamique des paysages de la Basse Casamance. Approche par le système AREAS Actes Sém. de télédétection de Dakar. Inst. de téléd. Du Dakota sud.

Samaké L., 2015. Politiques et mesures d'accompagnement de l'agriculture familiale dans un contexte de changement climatique. Analyse des perceptions des exploitations agricoles au Sénégal. Mémoire, ENSA de Thiès, Ed ORSTOM, 93p.

Saos J.L., LE Bouteiller C., Diop E.S., 1987. Aspect géologique et géomorphologique de la Casamance. Etude de la sédimentation actuelle Rev. hydrobiol. Trop. 20(3-4) ; 219-232 (1987),14p.

Segalen P., 1967. Les facteurs de la formation des sols ferrugineux Tropicaux, réunion annuelle des pédologues de l'ORSTOM - Bondy - 6 et 7 octobre 1967, collection de référence n°12/20, ex 1, 14p.

Sonakho M., 2007. La désertification des terres agricoles et baisse des rendements en milieu sahélien : exemple du phénomène de salinisation dans les communautés rurales de Latmingué et de Ndiaffate (bassin arachidier du Sénégal). Mémoire de DEA en ligne, Université Gaston Berger de Saint Louis. Consulté 25/05/2017, <https://www.memoireonline.com/03/10/3236/La-desertification-des-terres-agricoles-et-baisse-des-rendements-en-milieu-sahelien-exemple-du-ph.html>



- Saos J.L. et Tiebaux J.P., 1991. Évolution de la salinité en basse Casamance exemple du marigot de Baila, ORSTOM (Dakar), étude des estuaires du Sénégal : Sénégal, Saloum, Casamance, rapport final, 7p.
- Savane M.A., 1982. Le plan de Lagos et les femmes. Afrique développement/Afrique développement, vol. 7, 1982.
- Simonart P., Ameryckx J., De Leenheer L., Fripiat J., Laudelout H., Manil G., Noirfalise A., Scheys G., Stenuit D., Tavernier R., Van den hende A., 1957. Symposium sur les méthodes d'étude microbiologique du sol, pédologie, bulletin Bulletin de la société Belge de pédologie, 208p.
- Thiam M., 2008. Conseil interministériel sur le programme de protection et de récupération des terres salées, extrait du gouvernement du Sénégal, 5p.
- Tréca B., 1999. Rizières et dendrocynes fauves au Sénégal, ORSTOM, BP 1 3 86, Dakar, Sénégal, Rev. Ecot. (Terre Vie), vol. 54, 1 999, 15p.
- Triplet P., 2015. Les rizières, zones humides artificielles et habitat des oiseaux d'eau, technical report – May 2015, DOI : 10.13140/RG.2.1.1370.2563, consulté sous le lien <https://www.researchgate.net/publication/276025763>, le 11/09/2018, 17p.
- Vennet V., 2006. L'analyse de sol et le plan de fumure. Notes pour les cours agricoles FJA. Mars 2006. 23 p.
- Wentworth C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30, pp377-392.
- Vieillefon. J. (1977). Les sols des mangroves et des tannes de Basse Casamance (Sénégal), importance du comportement géochimique du soufre dans leur pédogenèse, thèse, ORSTOM, Paris, ISBN 2-7099-0446-2, 296p.
- Woin N. et Essang T., 2002. Arboriculture fruitière : problématique, enjeux et rôles dans le développement économique des savanes d'Afrique centrale, Actes du colloque, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun, 6p.
- Zeng, L. et Shannon, M. C., (2000). Salinity effects on seedling growth and yield components of rice, Crop Science.
- Zongo N.E., 2014. Effet de la salinité sur l'efficacité d'utilisation de l'azote par le riz, université polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), mémoire de master en production végétale, 60p.

## **WEBOGRAPHIE**

<https://www.sciencedirect.com/>

<https://scholar.google.fr/>

<https://hal.archives-ouvertes.fr/>

<https://journals.openedition.org/cybergeol/>

<https://youtu.be/SryI-LYIo1Y>

<https://youtu.be/81tgpLZE-WY>

## Liste des illustrations

### Liste des cartes

Carte 1 : situation des profils de prélèvements des échantillons de sol dans la commune de Djibanar .....	20
Carte 2 : Localisation de la commune de Djibanar .....	28
Carte 3 : Relief de la commune de Djibanar représenté dans un MNT.....	31
Carte 4 : Réseau hydrographique de la commune de Djibanar .....	32
Carte 6 : les types de sols dans la commune de Djibanar .....	33
Carte 5 : les formations végétales de la commune de Djibanar .....	37
Carte 7 : occupation des sols de la commune de Djibanar en 1967, 1987, 2004 et 2017 51 ..	51
Carte 8 : Evolution de l'occupation des sols de la commune de Djibanar entre 1967-1987, 1987-2004, 2004-2017 et 1967-2017 55 .....	55
Carte 9 : Localisation des points de mesure de la salinité des eaux de surfaces et les profils d'échantillonnage des sols .....	60
Carte 10 : (MNT) : le relief de la zone étudiée et localisation des points de mesure de la salinité d'eaux de surface et des profils d'échantillonnage des sols dans la commune de Djibanar ....	80
Carte 11 : localisation des profils d'échantillonnage des sols dans les parcelles expérimentales .....	110

### Liste des photos

Photo 1 : Mesure de la salinité de l'eau du fleuve Casamance à Djibanar .....	17
Photo 2 : Échantillonnage des sols ; enfouissement de la tarière dans le sol .....	19
Photo 3 : Analyse physicochimique des échantillons de sol .....	23
Photo 4 : Formations végétales naturelles et anthropiques dans la commune de Djibanar.....	36
Photo 5 : Etat actuel de la pêche dans la commune de Djibanar .....	41
Photo 6 : Périmètres maraîchers communs à Djibanar et individuels à Djibanar .....	43
Photo 7 : Outils utilisés dans le labour des parcelles rizicoles .....	46

Photo 8 : Récolte et entassement de riz dans la vallée de Birkama .....	47
Photo 9 Confinement des eaux du marigot de Djibanar.....	67
Photo 10 : Différentes phases de la saliculture dans la commune de Djibanar.....	85
Photo 11 : Effet de la salinité sur structure du sol .....	88
Photo 12 : Effet de la salinité sur les palmiers à huile en amont de la mangrove de Birkama	90
Photo 123:Dégradation de la mangrove sous l'effet du stress salin .....	91
Photo 14 : Herbes halophytes à la confluence des vallées de Birkama et Baconding (A et B) et, dans la vallée de Djibanar .....	91
Photo 15 : Effet du stress salin sur les plants de riz .....	95
Photo 16 : première digue anti sel traditionnelle dans la vallée de Djibanar .....	100
Photo 17 : Digue anti sel traditionnelle et son ouvrage en béton de Pontou.....	101
Photo 18 : Ouvrage de régulation du niveau de la digue anti sel moderne en état de dégradation .....	101
Photo 19 : Paillage des sols de parcelles rizicoles .....	104
Photo 20 : Mangrove reboisée dans la commune de Djibanar .....	105
Photo 21 : Pépinière de riz à Kounaya le 03/08/2017(A) et pépinière et repiquage des plants de riz dans la vallée de Birkama .....	107
Photo 22 : Amendement organique des sols .....	107
Photo 23 : partage du phosphogypse (A), son Epanchage (B) et son enfouissement .....	110
Photo 24 : Processus d'analyse granulométrique des échantillons de sol.....	113

### Liste des figures

Figure 1 : Écarts pluviométriques à la station de Diattacounda de 1951_2017 .....	30
Figure 2 : Population de la commune de Djibanar à l'horizon 2025 (ANSD, 2015a) .....	39
Figure 3 : Situation matrimoniale (A) et niveau d'étude de la population (B) interrogée .....	40
Figure 4 : Modes d'accès aux parcelles rizicoles par les ménagères interrogées .....	45
Figure 5 : Superficies des classes d'occupation des sols dans la commune de Djibanar en 1967, 1987, 2004 et 2017 .....	53
Figure 6 : Surfaces d'occupation des sols régressée ou progressée en pourcentage .....	58
Figure 7 : Variation mensuelle de la salinité des eaux du fleuve Casamance à Djibanar entre 1987 et 1992 (Source : Bassel, 1993) .....	63

Figure 8 : Analyse comparée de l'évolution de la salinité des eaux et celle de la Pluviométrie (Sources : Bassel, 1993) .....	64
Figure 9: Variation spatiale de la salinité des eaux du fleuve Casamance à Djibanar le 01 Mai 2018.....	66
Figure 10 : Variation verticale de la salinité des sols à la première campagne de prélèvement .....	68
Figure 11 : Variation verticale de la salinité des sols selon les profondeurs à la deuxième campagne de prélèvement .....	70
Figure 12 : Salinité des sols par horizon de prélèvement aux deux campagnes d'échantillonnage des sols .....	70
Figure 13 : la différence de la salinité des sols entre la 1ère et 2ème campagne .....	71
Figure 14 : Variation spatiale de la salinité moyenne des sols aux deux campagnes de prélèvement .....	72
Figure 15 : Pourcentage de la baisse ou hausse de CE moyenne par profil entre la deuxième et la première campagne de prélèvement .....	74
Figure 16 : Processus de la salinisation des terres rizicoles dans le terroir de la commune de Djibanar .....	76
Figure 17 : Facteurs naturels à l'origine de la salinisation des terres rizicoles .....	78
Figure 18: Ecart pluviométrique à la station de Diattacounda de 1951 2017, normale 1971_2000 : mise en exergue du déficit pluviométrique .....	80
Figure 19: Altitude de quelques points de mesure et site des profils de sols .....	82
Figure 20 : la température moyenne annuelle à la station de Ziguinchor .....	83
Figure 21 : Facteurs anthropiques à l'origine de la salinisation des terres rizicoles .....	84
Figure 22 : Estimation des parcelles affectées par la salinisation .....	93
Figure 23 : Régression des surfaces rizicoles exploitées au profit de celles rizicoles non exploitées et de tannes entre 1967 et 2017 .....	94
Figure 24 : Évolution du rendement rizicole par parcelle selon les estimations des ménagères interrogée durant la période 1951-1967 et 2001-2017 .....	96
Figure 25 : salinité des sols dans les parcelles expérimentales .....	112
Figure 26 : Le pourcentage des éléments du sol dans les parcelles expérimentales .....	114

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Échantillonnage par quotas (Données de l'ANSD, recensement de 2013) .....	15
---	----

Tableau 2: Caractéristiques des images satellitaires et aériennes utilisées .....	21
Tableau 3 : salinité des eaux du fleuve Casamance au niveau de Djibanar de 1987 à 1992 (à 122 km de l’embouchure) : source de données BASSEL (1993) .....	61
Tableau 4 : Salinité des eaux de surface dans la commune de Djibanar le 01 Mai 2018 .....	65
Tableau 5 : Classification de la salinité des sols selon Baucoum (2004) .....	67
Tableau 6 : acidité des sols des vallées de la commune de Djibanar aux deux saisons de prélèvement .....	89
Tableau 7: Comparaison des activités pratiquées et caractéristiques spécifiques des parcelles expérimentales .....	111
<u>Tableau 9</u> : Salinité des sols dans les parcelles expérimentales aux deux campagnes de prélèvement .....	112

---

## **ANNEXES**

---

## I. Autres informations et données

### I.1. Données démographiques de la commune de Djibanar

Tableau 1 : Situation population et nombre de carres par village de la commune de Djibanar en 2017 (données de la mairie)

N°	Village	Prénoms du chef de village	Nom du chef de village	Population	Surface en Km2	Observation
1	Djibanar	Djiby Ndiama	MANSALY	5042	302	Habité
2	Birkama	Moussa	SADIO	4312	245	Habité
3	Baconding (Diattacounda II)	Omar	MANE	1236	90	Habité
4	Kounayan	Moussa	DIATTA	1514	102	Habité
5	Klonia	Michel	MANE	434	32	Habité
6	Bafata Balante	Amidou	MANSALY	454	43	Habité
7	Adéanding	Ousmane	MANSALY	308	16	Abandonné
8	Ngobril	Mamadou	SADIO	83	9	Abandonné
9	Bafata Bram	Bacary	YANGA	186	9	Abandonné
10	Bafata Mandingue	Lamine	FATY	362	22	Abandonné
11	Saliot	Siaka	GASSAMA	434	37	Abandonné
12	Missira Bafata	Ibou	NDIAYE	111	12	Abandonné
13	Bindaba II	Lansana	DIOCOUCO	476	34	Abandonné
14	Bindaba I	Aliou	MENDY	317	21	Abandonné
15	Birkama Bram	Sagna	YANGA	96	6	Abandonné
16	Bindaba Mancagne	Antoine	SANKA	289	14	Abandonné
17	Diougniking	Lucien	MENDY	87	6	Abandonné
18	Madina Baidy	Samba	BALDE	58	5	Abandonné
19	Bindaba Peul	Ousmane	BALDE	115	9	Abandonné
20	Sicoun Mandingue	Lamine	SEYDI	92	9	Abandonné
21	Sicoun Bram	Baratou	YANGA	250	14	Abandonné
22	Sicoun Mancagne	Georges	NALOUKANE	150	11	Abandonné
23	Sifassoutou	Seydou	DJIMOU	86	7	Abandonné
24	Akintou I	Marcel	SANKA	315	19	Abandonné
25	Akintou II	Jean Pierre	MALOU	292	15	Abandonné
26	Bantancountou	Mamadou	MENDY	335	20	Abandonné
27	Adoundou Bram	Ansoumana	BASSE	170	14	Abandonné
28	Bindaba II	Alphousseyni	DABO	89	6	Abandonné
29	Kanampar	Victor	NAMATANE	303	22	Abandonné
<b>Total Commune</b>		<b>29</b>		<b>17946</b>	<b>1151</b>	

Tableau 2 : Population de la commune de Djibanar de 2013 à l'horizon 2025 (source : ANSD)

Années	Population masculine	Population féminine	Population totale
2013	5255	5292	10 548
2014	5431	5469	10 900
2015	5612	5652	11 265
2016	5801	5842	11 644
2017	5998	6040	12 039

2018	6203	6246	12 449
2019	6416	6461	12 877
2020	6637	6684	13 321
2021	6868	6916	13 784
2022	7108	7157	14 266
2023	7357	7409	14 767
2024	7617	7670	15 288
2025	7887	7942	15 830



## I.2. Données climatiques

Tableau 3 : Données pluviométriques de la station de Diattacounda de 1951 à 2017

Années	P mm	Ecart en %	Caractéristiques des années	Années	Pmm	Ecart en %	Caractéristiques des années
1951	1778	58,7	moyen excédent	1985	888,4	- 20,7	faible déficit
1952	1711	52,7	moyen excédent	1986	1240	10,7	très faible excédent
1953	1535	37,0	faible excédent	1987	1402,1	25,2	faible excédent
1954	1644	46,8	moyen excédent	1988	1405,7	25,5	faible excédent
1955	1687	50,6	moyen excédent	1989	1248,5	11,5	très faible excédent
1956	1460	30,3	moyen excédent	1990	894	- 20,2	faible déficit
1957	1680	50,0	moyen excédent	1991	955,3	- 14,7	très faible déficit
1958	1947	73,8	fort excédent	1992	845,6	- 24,5	faible déficit
1959	1270	13,4	très faible excédent	1993	1085,6	- 3,1	très faible déficit
1960	1235	10,2	très faible excédent	1994	1349,4	20,5	faible excédent
1961	1542	37,7	faible excédent	1995	882,3	- 21,2	faible déficit
1962	1408	25,7	faible excédent	1996	1121,7	0,1	très faible excédent
1963	1323	18,1	très faible excédent	1997	1136,9	1,5	très faible excédent
1964	1342	19,8	très faible excédent	1998	1087,3	- 2,9	très faible déficit
1965	1562	39,4	faible excédent	1999	1555,1	38,8	faible excédent
1966	1379	23,1	faible excédent	2000	1053,8	- 5,9	très faible déficit
1967	1555	38,8	faible excédent	2001	1081	- 3,5	très faible déficit
1968	994	- 11,3	très faible déficit	2002	719,9	- 35,7	faible déficit
1969	1229	9,7	très faible excédent	2003	1512,7	35,0	faible excédent
1970	1112	- 0,7	très faible déficit	2004	1204,1	7,5	très faible excédent
1971	1262	12,7	très faible excédent	2005	1159,2	3,5	très faible excédent
1972	1004	- 10,4	très faible déficit	2006	1211	8,1	très faible excédent
1973	1048	- 6,4	très faible déficit	2007	1034,8	- 7,6	très faible déficit
1974	1071	- 4,4	très faible déficit	2008	1299,7	16,0	très faible excédent
1975	1412	26,0	faible excédent	2009	1256,5	12,2	très faible excédent
1976	1292	15,3	très faible excédent	2010	1388,1	23,9	faible excédent
1977	777	- 30,6	faible déficit	2011	1143,6	2,1	très faible excédent
1978	1344	20,0	très faible excédent	2012	1462,7	30,6	faible excédent
1979	1077	- 3,9	très faible déficit	2013	644,6	- 42,5	moyen faible déficit
1980	707,8	- 36,8	faible déficit	2014	1046,4	- 6,6	très faible déficit
1981	1547,3	38,1	faible déficit	2015	839,8	- 25,0	faible déficit
1982	1177,7	5,1	très faible excédent	2016	771	- 31,2	faible déficit
1983	780	- 30,4	faible déficit	2017	1001,5	- 10,6	très faible déficit
1984	954	- 14,8	très faible déficit				

Tableau 4 : températures moyennes annuelles à la station de Ziguinchor (ANACIM)

Années	Température moyenne annuelle en degré Celsius	Années	Température moyenne annuelle en degré Celsius
1960	33,45	1989	33,94
1961	33,18	1990	34,19
1962	33,76	1991	33,74
1963	32,91	1992	33,96
1964	33,33	1993	34,02
1965	33,08	1994	33,98
1966	34,88	1995	34,24
1967	33,04	1996	34,59

1968	33,26	1997	34,69
1969	34,30	1998	35,36
1970	33,85	1999	34,24
1971	34,03	2000	34,32
1972	34,20	2001	34,90
1973	34,56	2002	35,01
1974	33,87	2003	34,72
1975	33,78	2004	34,87
1976	33,08	2005	35,66
1977	34,50	2006	35,06
1978	33,56	2007	35,58
1979	34,18	2008	35,23
1980	34,43	2009	34,90
1981	34,40	2010	36,06
1982	33,94	2011	35,53
1983	34,46	2012	36,77
1984	34,22	2013	35,20
1985	34,03	2014	35,38
1986	33,66	2015	35,10
1987	34,15	2016	37,99
1988	33,97		

### I.3. Données cartographiques

Tableau 5: superficies en hectare par classes d'occupation des sols selon les années de l'étude diachronique de la zone étudiée (source images satellitaires : 1967, 1987, 2004 et 2017)

Classes d'occupation des sols	Code	1967	1987	2004	2017
habitat	1	168,1	194,9	163,5	196,0
Autre végétation naturelle	2	279,3	1507,3	610,1	972,5
Rizière exploitée	3	1003,0	615,3	535,4	522,0
Culture plateau	4	3546,6	2298,1	2272,8	976,1
Tanne	5	127,1	399,8	387,4	306,7
Eau	6	1283,1	1318,4	1298,5	1338,9
Mangrove	7	17,0	4,2	9,9	39,1
Rizière non exploitée	8		86,2	120,3	133,4
Périmètre maraîcher	11			15,0	17,0

Verger	12			1011,5	1922,6
Totale		6424	6424	6424	6424

Tableau 6 : Proportion d'occupation des sols par classes et selon les années de la zone d'étude

Classes d'occupation des sols	% en 1967	% en 1987	% en 2004	% en 2017
habitat	2,6	3	2,5	3,1
Autre végétation naturelle	4,3	23,5	9,5	15,1
Rizière exploitée	15,6	9,6	8,3	8,1
Culture plateau	55,2	35,8	35,4	15,2
Tanne	2	6,2	6	4,8
Eau	20	20,5	20,2	20,8
Mangrove	0,3	0,1	0,2	0,6
Rizière non exploitée		1,3	1,9	2,1
Périmètre maraîcher			0,2	0,3
Verger			15,7	29,9
total	100	100	100	100

Tableau 7 : Taux de régression/progression des superficies des classes d'occupation des sols selon les périodes choisies pour l'étude diachronique

Classes d'occupation des sols	Périodes		
	1967-1987	1987-2004	2004-2017
habitat	15,9	– 16,1	19,9
Autre végétation naturelle	439,7	– 59,5	59,4
Rizière exploitée	– 38,7	– 13,0	– 2,5
Culture plateau	– 35,2	– 1,1	– 57,1
Tanne	214,7	– 3,1	– 20,8
Eau	2,7	– 1,5	3,1
Mangrove	– 75,1	134,7	293,9
Rizière non exploitée		39,6	10,8
Périmètre maraîcher			13,2
Verger			90,1

Tableau 8: Superficies régressées / en hectare par classe selon les périodes de l'étude diachronique

classe_ocsol	1967_1987	1987_2004	2004_2017	1967_2017	1987_2017	1967_2004
Habitat	26,8	-31,4	32,5	27,9	1,1	-4,6
Autre végétation	1228,0	-897,2	362,4	693,3	-534,8	330,8
Rizière exploitée	-387,7	-79,8	-13,5	-481,0	-93,3	-467,6
Culture de plateau	-1248,5	-25,3	-1296,7	-2570,5	-1322,0	-1273,8
Tanne	272,8	-12,4	-80,7	179,7	-93,1	260,3
eau	35,2	-19,9	40,4	55,8	20,6	15,4
mangrove	-12,8	5,7	29,2	22,1	34,9	-7,1
Rizière non exploitée		34,1	13,0		47,2	
Périmètre maraîcher			2,0			
Verger			911,2			

Tableau 9 : stabilité et conversion de surface par classe d'occupation des sols en hectare de la zone d'étude (colonnes en couleur de surbrillance orange : les stabilités et colonnes blanches : les conversions)

classes ocsol/ période	967_1987	967_1987	1987_2004	1987_2004	2004_2017	2004_2017	1967_2017	1967_2017	1987_2017	1987_2017
Habitat	161,8	33,1	160,2	3,3	160,5	35,5	159,3	36,7	173,9	22,1
Autre Végétation	168,0	1 339,3	427,3	182,8	358,1	614,4	115,6	857,0	592,2	380,4
Rizière exploitée	452,5	162,7	451,0	84,5	463,1	58,8	406,2	115,8	404,0	118,1
Culture plateau	2 139,9	158,2	1 449,6	823,2	801,5	513,0	945,6	31,9	634,7	341,5
Tanne	77,1	322,7	309,7	77,7	302,6	4,1	23,4	283,3	255,0	51,7
Eau	1 222,0	96,3	1 278,8	19,7	1 291,0	47,9	1 186,8	150,8	1 297,9	41,0
Mangrove	0,9	3,4	5,7	9,9	7,9	31,2		39,1		39,1
Rizière non exploitée		2 115,7		114,6	81,1	52,3		133,4	3,3	130,1
Périmètre maraîcher				15,0	14,4	2,6		17,0		17,0
Verger				1 011,5	937,9	984,8		1 922,7		1 922,7

#### I.4. Données de la salinité des sols

Tableau 10: Echantillonnage des sols des bas-fonds dans les vallées de la commune de Djibanar

Types de profils	Profils élémentaires et échantillons	Coord X	Coord Y	Profondeur en cm	Localisation dans le terroir
P1 (salé)	P1a	0406110	1 390 278	0-15	Confluence vallées de Baconding et Birkama en amont de la digue anti sel (vers Goudomp)
				15-30	
	P1b	0405165	1 390 266	0-15	
				15-30	
P2 (non salé)	P2a	0406295	1 388 932	0-15	Vallée de Baconding en amont de la RN6
				15-30	
	P2b	0406235	1 388 904	0-15	
				15-30	
	P3a	0406731	1 390 355	0-15	

P3 (salé)				15-30	Confluence vallées de Baconding et Birkama en amont de l'ouvrage en bec de canard de la digue anti sel (vers Birkama)
	P3b	0406583	1 390 239	0-15	
				15-30	
P4 (non salé)	P4a	0408047	1 388 431	0-15	Vallée de Birkama en amont de la RN6
				15-30	
	P4b	0408075	1 388 484	0-15	
				15-30	
P5 (salé)	P5a	0413286	1 387 085	0-15	Vallée de Djibanar en amont de la digue anti sel près de la RN6
				15-30	
	P5b	0413290	1 386 998	0-15	
				15-30	
P6 (salé)	P6a	0413164	1 385 828	0-15	Vallée de Djibanar en aval de l'axe routier Djibanar-Kounayan
				15-30	
	P6b	0413135	1 385 802	0-15	
				15-30	
P7 (non salé)	P7a	0412240	1 384 355	0-15	Vallée de Djibanar (fabour au sud-ouest de Kounayan)
				15-30	
	P7b	0412201	1 384 345	0-15	
				15-30	

Tableau 11 : Appréciation de la salinité des sols des vallées de la commune de Djibanar aux deux campagnes d'échantillonnage des sols (Source Mansaly 2017)

Profil s	Profondeur de prélèvement	C.E en $\mu\text{S}/\text{cm}$ 1ère campagne	Interprétation	C.E en $\mu\text{S}/\text{cm}$ 2ème campagne	Interprétation	% de la baisse ou hausse de la CE des sols entre la 1ère et 2ème campagne	Différence de C.E $\mu\text{S}/\text{cm}$ entre la 1ère et 2ème campagne
P1	0-15 cm	5470	Extrêmement salin	4640	Extrêmement salin	-5,17	-830
	15-30 cm	2950	Extrêmement salin	2700	Extrêmement salin	-8,47	-250
P2	0-15 cm	557	Salin	607	Salin	8,98	50
	15-30 cm	668	Salin	437	Salin	-34,58	-231
P3	0-15 cm	6100	Extrêmement salin	4420	Extrêmement salin	-27,54	-1680
	15-30 cm	3550	Extrêmement salin	6070	Extrêmement salin	70,99	2520
P4	0-15 cm	283	Légèrement salin	131,5	Non salin	-53,53	-151,5
	15-30 cm	271	Légèrement salin	106,8	Non salin	-60,59	-164,2

P5	0-15 cm	3220	Extrêmement salin	1950	Très salin	-39,44	-1270
	15-30 cm	3440	Extrêmement salin	1790	Très salin	- 47,97	-1650
P6	0-15 cm	4990	Extrêmement salin	826	salin	-83,45	-4164
	15-30 cm	3630	Extrêmement salin	1035	Très salin	-71,49	-2595
P7	0-15 cm	305	Légèrement salin	56,1	Non salin	-81,61	-248,9
	15-30 cm	527	salin	52,6	Non salin	-90,02	-474,4

Tableau 12: Salinité moyenne des sols des vallées de la commune de Djibanar aux deux campagnes d'échantillonnage

Profils	C.E moyenne en $\mu\text{S/cm}$ 1ère campagne	Interprétation	C.E moyenne en $\mu\text{S/cm}$ 2ème campagne	Interprétation	Pourcentage de la baisse ou hausse de la CE moyenne entre la 1ère et 2ème campagne	Différence de C.E en $\mu\text{S/cm}$ entre la 1ère et 2ème campagne
P1	4210	Extrêmement salin	3670	Extrêmement salin	-12,83	-540
P2	612,5	Salin	522	Salin	-14,78	-90,5
P3	4825	Extrêmement salin	5245	Extrêmement salin	8,7	420

P4	277	Légèrement salin	119,1	Non salin	-57	-157,9
P5	3330	Extrêmement salin	1870	Très salin	-43,84	-1460
P6	4310	Extrêmement salin	930,5	Salin	-78,41	-3379,5
P7	416	Légèrement salin	54,3	Non salin	-86,95	-361,7

### I.5. Données d'analyse granulométrique

Tableau 13 : Catégorisation de granulat de sol selon Wentwoth (1922)

Taille des grains en mm	Description de la taille	signification
64 — 256 mm	Cobble	Pavés
16 — 64 mm	Pebble	Galets
2 -16 mm	Granule	Granule
1-2 mm	very coarse sand	Sable très grossier
0,5-1 mm	Coarse sand	Sable grossier
0,25-0,50 mm	Medium sand	Sable moyen
0,125-0,25 mm	Fine sand	Sable fin
0,063-0,125 mm	Fine sand	Sable très fin
0.045-0,063 mm	Silt and clay	Limons
<0.002mm	Clay	Argile

Tableau 14 : Les éléments du sol en pourcentage dans les parcelles expérimentales

Éléments du sol	Pourcentages (%) Pa exp1 (Mamadou Mansaly)	Pourcentages (%) Pa exp2 (Gnima Biaye)
-----------------	---	---



Argile et limon	6,72	1,66
Sable très fin	16,2	5,65
Sable fin	17,11	7,47
Sable moyen	6,71	5,71
Sable grossier	6,06	6,04
Sable très grossier	8,77	9,8
Granule	38,39	63,4

## II. Outils de collecte des données

### *II.1. Guide d'entretien*

#### **Guide d'entretien avec les partenaires intervenants dans la commune de Djibanar**

- Secteur d'intervention et motivation du choix de ce secteur
- Secteur ou domaine d'intervention
- Motivation du choix de ce secteur
- Salinisation des terres rizicoles :
- Facteurs à l'origine de la salinisation des terres rizicoles (naturels et anthropiques).
- Processus de la salinisation des terres rizicoles
- Impacts environnementaux et socioéconomiques de la salinisation des terres rizicoles
- Stratégies d'adaptation à la salinisation des terres rizicoles
- Réalizations et zones d'intervention dans la commune de Djibanar
- Politique d'accompagnement des acteurs rizicoles pour parvenir aux attentes
- Difficultés rencontrées lors de vos interventions
- Bilan de votre intervention dans la commune de Djibanar
- Résultats de vos réalisations
- Suggestion de solutions pour éradiquer le phénomène de salinisation

#### **Guide d'entretien : les chefs de village, les responsables des groupements féminins et le secrétaire municipal.**

- Riziculture et mode d'appropriation et de gestion des terres
- Place de la Riziculture sur les activités socioéconomiques de la commune de Djibanar
- Modes d'appropriation des terres rizicoles
- Perspectives de mécanisation du secteur agricole
- Personnes compétentes en cas de litige foncier
- Facteurs et évolution de la salinisation des terres rizicoles

- Facteurs naturels et anthropiques de la salinisation des terres rizicoles dans vos vallées
- Perception de la variation spatio-temporelle des terres rizicoles salinisées.
- Impacts de la salinisation des terres rizicoles
- Impacts environnementaux (dégradation physico-chimique des sols, effet de la salinité sur la végétation, etc.).
- Impacts socioéconomiques (Perte en terres rizicoles exploitées, effet de la salinité sur la productivité du riz : morphologie des plants de riz et rendements).
- Stratégies d'adaptation pour faire face à la salinisation des terres rizicoles
- Réalisations et zones d'interventions de vos partenaires dans la riziculture en général et sur la lutte ou l'adaptation à la salinisation en particulier dans la commune de Djibanar :
- Aménagements hydroagricoles ;
- Lutte biologique (reboisement de la mangrove) ;

-Amendement au phosphogypse.

Pratiques culturales vous permettant de limiter l'effet de la salinité des sols sur la riziculture

– Billonnage, développement pépinière de riz et repiquage, amendement des sols, sélection des variétés de riz, etc.-Stratégies pour assurer les besoins en riz consommé dans les ménages.

-Qualification de l'efficacité de vos stratégies d'adaptation.

-Suggestion de solutions pour restaurer les terres rizicoles affectées par la salinisation.

## ***II.2. Questionnaire***

## Identification de l'enquêté

### 1. Prénom et Nom

### 2. Age

### 3. Sexe

1. Masculin                       2. Féminin

### 4. Ethnie

1. Balante                       4. Mancagne  
 2. Mandingue                       5. Peulh  
 3. Manjack                       6. Autre (préciser).....

### 5. Village

1. Djibanar                       3. Baconding  
 2. Birkama                       4. Kounayan

### 6. Situation matrimoniale

1. Célibataire                       3. Divorcé(e)  
 2. Marié(e)                       4. Veuve ou veuf

### 7. Profession

### 8. Quel est votre niveau d'étude?

1. Analphabète                       4. 2nde-terminale  
 2. CI- CM2                       5. Licence1 - Licence3  
 3. 6ème - 3ème collège                       6. Autre (préciser).....

### 9. Avez-vous une famille en charge ?

1. Oui                       2. Non

### 10. Si Oui, combien de personnes constituent votre famille?

1. 1-5                       3. 11-20  
 2. 6-10                       4. 21 et plus

### 11. Pratiquez-vous la riziculture dans vos vallées?

1. Oui                       2. Non

### 12. Si oui, depuis combien d'année?

1. 1-10                       3. 21-40  
 2. 11-20                       4. plus de 40

### 13. A quoi est destiné votre production rizicole?

1. Consommation                       3. Autre (préciser)....  
 2. Commerce

## Mode d'appropriation des terres et outils utilisés pour la riziculture

### 14. Disposez-vous de parcelles rizicoles?

1. Oui                       2. Non

### 15. Si oui, combien?

1. 1-2                       3. 5-6  
 2. 3-4                       4. 7 et plus

### 16. Et comment les avez-vous acquises?

1. Héritage                       4. Location  
 2. Achat                       5. Autre (préciser).....  
 3. Emprunt

*La réponse est obligatoire.*

**17. Quels sont les outils que vous utilisés dans la culture du riz?**

1. "Fanting"                       4. Charrue  
 2. "Daba"                             5. Tracteur  
 3. "Kajando"                         6. Autres (préciser).....

**18. Quels sont les outils que vous utilisez dans la récolte et le battage du riz?**

1. Faucille                             4. batton  
 2. Couteau                             5. Autres (préciser).....  
 3. moissonneuse batteuse

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

### **Facteurs de la salinisation et évolution des terres rizicoles salinisées**

**20. Quelles sont les processus de salinisation des terres dans vos vallées ?**

1. Remonté capillaire             4. Brise de mer  
 2. Invasion marine                 5. Irrigation  
 3. Déflation éolienne             6. Autres (préciser).....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**21. Parmi les facteurs du climat, quels sont ceux qui ont contribué à l'amplification de la salinisation dans vos vallées ?**

1. Déficit Pluviométrique     4. Faiblesse de l'Humidité  
 2. Forte Température             5. Autres (préciser).....  
 3. Vent (direction, vitesse, fréquence)

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**22. Quelles sont les périodes où vous avez constaté une diminution importante du nombre de jours de pluie ?**

1. 1951-1967                         3. 2001-2017  
 2. 1968 - 2000

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**23. Quelles sont les activités anthropiques qui ont contribué à la salinisation des terres rizicoles dans vos vallées?**

1. Saliculture                         4. irrigation  
 2. Coupe de la mangrove         5. Autres (préciser).....  
 3. Mauvaises Pratiques agricoles

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**19. Et quels sont les outils que vous utilisez pour décortiquer le riz?**

1. Mortier                               3. Autre (préciser).....  
 2. moulin

**24. Depuis quelle période la salinisation des terres rizicoles est notée dans vos vallées ?**

1. 1951-1967                         3. 2001-2017  
 2. 1968 - 2000

**25. Quelles sont les périodes où la salinisation a entraîné la plus importante perte des surfaces rizicoles dans vos vallées ?**

1. 1951-1967                         3. 2001-2017  
 2. 1968 - 2000

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**26. Comment pouvez-vous caractériser les terres rizicoles perdues sous l'effet de la salinisation durant les périodes suivantes: 1951 - 1967?**

1. Très peu importantes         3. Importantes  
 2. Peu importantes                 4. très Importantes

**27. 1968 - 2000?**

1. Très peu importantes         3. Importantes  
 2. Peu importantes                 4. très Importantes

*Suite de la question sur la caractérisation des terres rizicoles perdues durant ces périodes*

**28. 2001-2017?**

1. Très peu importantes         3. Importantes  
 2. Peu importantes                 4. très Importantes

*Suite et fin de la question sur la caractérisation des terres rizicoles perdues durant ces périodes*

<p><b>29. Quelle est votre perception de l'évolution spatio-temporelle des terres rizicoles salinisées dans vos vallées ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Hausse                      <input type="radio"/> 3.Baisse</p> <p><input type="radio"/> 2.Constante                      <input type="radio"/> 4.Autre(préciser)....</p>	<p><b>33. Et où se situe(nt) ce(s) parcelle(s) perdue(s)?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Près du fleuve Casamance                      <input type="radio"/> 3.Autre (préciser).....</p> <p><input type="radio"/> 2.Loin du Fleuve Casamance</p>
<p><b>30. Si vous avez constaté une hausse ou une baisse des terres rizicoles salinisées dans vos vallées, comment pouvez-vous la qualifier?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Très faible                      <input type="radio"/> 3.Forte</p> <p><input type="radio"/> 2.Faible                      <input type="radio"/> 4.Très forte</p>	<p><b>34. Si la parcelle est loin du fleuve, préciser sa localisation.</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>
<p><b>31. Avez-vous perdu une ou des parcelle(s) rizicole(s) sous l'effet de la salinité ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Oui                      <input type="radio"/> 2.Non</p>	<p><b>35. Quels sont les autres phénomènes combinés à la salinisation qui contribuent à la dégradation de vos vallées?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Ensablement                      <input type="radio"/> 2.acidification</p> <p><input type="radio"/> 3.Autre(préciser).....</p>
<p><b>32. Si oui, combien ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.1-2                      <input type="radio"/> 3.5-6</p> <p><input type="radio"/> 2.3-4                      <input type="radio"/> 4.7plus</p>	<p><b>36. Quels sont les facteurs de ce(s) phénomène(s)?</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> <p><i>dépend de la précédente question</i></p>
<p><b>Impacts environnementaux et socioéconomiques</b></p>	
<p><b>37. Quels sont les impacts environnementaux de la salinisation des terres rizicoles dans vos vallées ?</b></p> <p><input type="checkbox"/> 1.Dégradation de la structure du sol                      <input type="checkbox"/> 3.Dégradation des arbres</p> <p><input type="checkbox"/> 2.Dégradation du tapis herbacé                      <input type="checkbox"/> 4.Autres (préciser).....</p> <p><i>Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).</i></p>	<p><b>39. Comment percevez-vous l'effet de la salinité sur le riz durant son cycle de croissance ?</b></p> <p><input type="checkbox"/> 1.Changement de couleur                      <input type="checkbox"/> 3.Court cycle de croissance</p> <p><input type="checkbox"/> 2.Forte mortalité                      <input type="checkbox"/> 4.Autre (préciser)....</p> <p><i>Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).</i></p>
<p><b>38. Comment avez-vous perçu ces impacts environnementaux ?</b></p> <p><input type="checkbox"/> 1.La formation d'une croûte saline sur le sol                      <input type="checkbox"/> 4.Stérilité du sol</p> <p><input type="checkbox"/> 2.La perte de pieds d'arbre                      <input type="checkbox"/> 5.Autres (préciser).....</p> <p><input type="checkbox"/> 3.La disparition d'espèces végétales</p> <p><i>Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).</i></p>	<p><b>40. La salinisation a-t-elle affectée la nappe phréatique dans votre village ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Oui                      <input type="radio"/> 2.Non</p>
	<p><b>41. Durant combien de mois pratiquez vous la riziculture pendant les périodes suivantes: 1951-1967?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.1 - 3                      <input type="radio"/> 3.Plus de 6</p> <p><input type="radio"/> 2.4 - 6</p>

<p><b>42. 1968-2000?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.1 - 3                      <input type="radio"/> 3.Plus de 6</p> <p><input type="radio"/> 2.4 - 6</p> <p><i>suite de la question sur la durée de la riziculture durant ces périodes</i></p>	<p><b>49. 2001-2017 ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.-1 - 1                      <input type="radio"/> 3.6-12</p> <p><input type="radio"/> 2.2-5                      <input type="radio"/> 4.plus de 12</p> <p><i>suite et fin de la question sur la durée de consommation du riz durant ces périodes</i></p>
<p><b>43. 2001-2017 ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.1 - 3                      <input type="radio"/> 3.Plus de 6</p> <p><input type="radio"/> 2.4 - 6</p> <p><i>suite et fin de la question sur la durée de la riziculture durant ces périodes</i></p>	<p><b>50. Comment qualifiez-vous l'évolution de votre rendement en riz et la durée de sa consommation durant ces périodes ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Hausse                      <input type="radio"/> 3.Constante</p> <p><input type="radio"/> 2.Baisse                      <input type="radio"/> 4.Autre(préciser).....</p>
<p><b>44. Combien de sacs de riz récoltez-vous par parcelle et par saison durant les périodes suivantes: 1951 - 1967?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.-1 - 1                      <input type="radio"/> 4.11-20</p> <p><input type="radio"/> 2.2-5                      <input type="radio"/> 5.21 et plus</p> <p><input type="radio"/> 3.6-10</p>	<p><b>51. Si vous avez noté une hausse ou baisse, comment la caractérisez vous?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Très faible                      <input type="radio"/> 3.Forte</p> <p><input type="radio"/> 2.Faible                      <input type="radio"/> 4.Très forte</p>
<p><b>45. 1968 - 2000?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.-1 - 1                      <input type="radio"/> 4.11-20</p> <p><input type="radio"/> 2.2-5                      <input type="radio"/> 5.21 et plus</p> <p><input type="radio"/> 3.6-10</p> <p><i>suite de la question sur la quantité de riz récoltée durant ces périodes</i></p>	<p><b>52. Avec l'amplification de la salinisation des terres rizicoles, la riziculture est-elle de nos jours votre activité principale pendant l'hivernage ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Oui                      <input type="radio"/> 2.Non</p>
<p><b>46. 2001-2017 ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.-1 - 1                      <input type="radio"/> 4.11-20</p> <p><input type="radio"/> 2.2-5                      <input type="radio"/> 5.21 et plus</p> <p><input type="radio"/> 3.6-10</p> <p><i>suite et fin de la question sur la quantité de riz récoltée durant ces périodes</i></p>	<p><b>53. Si non, quelle est votre activité principale</b></p> <p><input type="radio"/> 1.maraichage                      <input type="radio"/> 3.travaux journalière</p> <p><input type="radio"/> 2.Petit commerce                      <input type="radio"/> 4.Autre(préciser).....</p>
<p><b>47. Durant combien de mois consommez-vous votre production rizicole pendant les décennies suivantes: 1951-1967?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.-1 - 1                      <input type="radio"/> 3.6-12</p> <p><input type="radio"/> 2.2-5                      <input type="radio"/> 4.plus de 12</p>	<p><b>54. Quelles sont les activités que vous faites à part la riziculture?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Maraichage                      <input type="radio"/> 3.travaux journaliers</p> <p><input type="radio"/> 2.Petit commerce                      <input type="radio"/> 4.Autre(préciser).....</p>
<p><b>48. 1968 - 2000?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.-1 - 1                      <input type="radio"/> 3.6-12</p> <p><input type="radio"/> 2.2-5                      <input type="radio"/> 4.plus de 12</p> <p><i>suite de la question sur la durée de consommation du riz récolté durant ces périodes</i></p>	<p><b>55. Parvenez-vous à une autosuffisance alimentaire avec la production rizicole actuelle ?</b></p> <p><input type="radio"/> 1.Oui                      <input type="radio"/> 2.Non</p>

## Stratégies d'adaptation

**56. Quelles sont les actions de lutte contre la salinisation qui ont été menées dans vos vallées ?**

- 1.Endiguement                       4.Paillage  
 2.Reboisement                       5.Autres(préciser).....  
 3.Drainage

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**57. Quels sont les ouvrages hydro agricoles mis en place pour faire face à la salinisation des terres rizicoles et par qui?**

- 1.Digue moderne.....  
 2.Digue traductionnelle.....  
 3.Barrage anti-sel.....  
 4.Autres(préciser)....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**58. Quels sont les rôles de ces ouvrages?**

- 1.Antisel  
 2.Hydrolique  
 3.protection des rizières  
 4.Autres(préciser).....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**59. Quelles sont les techniques agricoles qui vous permettent de minimiser l'effet de la salinité sur le cycle de croissance du riz ?**

- 1.Billonnage                       4.Apport de fertilisants organiques  
 2.Paillage                               5.Apport de fertilisants chimiques  
 3.Développement de pépinière de riz et repiquage                       6.Autres techniques (préciser)....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

**60. comment faites vous pour assurer les besoins en eau des plants de riz durant les périodes de sécheresse ou de déficit pluviométrique?**

- 1.Irrigation par l'eau des puits  
 2.canalisation des eaux de ruissellement  
 3.création des bassins de retention  
 4.Autr(préciser).....

**61. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans la lutte contre la salinisation?**

- 1.Manque de suivi des digues                       3.Equipements  
 2.Moyens financiers                       4.Autre (préciser)....

**62. Utilisez-vous des variétés rizicoles plus tolérantes à la salinité des sols?**

- 1.Oui                                       2.Non

**63. Quels sont les cycles de croissance des variétés rizicoles que vous cultivez?**

- 1.-3 mois                               3.4 mois  
 2.3 mois                               4.plus de 4 mois

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**64. Vu la faiblesse de vos rendements en riz, comment faites-vous pour couvrir vos besoins alimentaires ?**

- 1.Achat  
 2.prêt  
 3.Aide  
 4.Autres(préciser).....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**65. Si c'est par achat, d'où vient cet argent ?**

**66. Quelle est la fréquence de vos achats de riz ?**

- 1.Par jour                               4.Par an  
 2.Par semaine                               5.Autre (préciser).....  
 3.Par mois

**67. Faites-vous la riziculture de plateau ?**

- 1.oui                                       2.Non

**68. Si oui, pourquoi?**

**69. Quelles sont les autres cultures vivrières ou commerciales que vous faites?**

1.Maïs                                       5.Patate  
 2.Mil     6.Sésame  
 3.Sorgho                                          7.Autres(préciser).....  
 4.Arachide

**71. Comment qualifiez-vous l'efficacité de ces stratégies d'adaptation mises en place pour faire face à la salinisation des terres?**

1.Très peu efficace                       3.Efficace  
 2.Peu efficace                               4.Très efficace

**70. Combien de francs gagnez-vous en moyenne par saison ou année pour les cultures commerciales?**

1.Moins de 10000                       3.51000-100000  
 2.10000 - 25000                       4.plus de 100000

*Répondre si vous cultivez des produits destinés à la vente*

**72. Quelle sont les solutions que vous préconisez pour éradiquer le phénomène de salinisation dans vos vallées?**

### **Bilan des stratégies d'adaptation**

**73. Quels sont les impacts générés par la réalisation des stratégies de lutte contre la salinisation?**

1.Récupération des terres salées                       4.hausse des terres salées  
 2.hausse des rendements en riz                       5.hausse de la salinité  
 3.reconstitution de la végétation                       6.Autres(préciser)....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**74. Quel bilan faites-vous de ces stratégies d'adaptation ?**

1.Très peu satisfaisant                       3.Satisfaisant  
 2.Peu satisfaisant                               4.très satisfaisant



## TABLE DES MATIERES

Dédicaces .....	ii
Remerciements .....	iii
Résumé .....	v
Summary .....	vi
Sigles et abréviations .....	vii
Sommaire .....	viii
Introduction Générale.....	1
<b>Première partie : Cadre théorique et démarche méthodologique .....</b>	<b>2</b>
<i>Chapitre 1 : Cadre théorique .....</i>	<i>3</i>
I. Problématique .....	3
I.1. Les contexte .....	3
I.2. La justification .....	4
II Les questions de recherche .....	6
II.1. La question principale .....	6
II.2. Les questions secondaires.....	6
III. Les Objectifs .....	6
III.1. L'objectifs général.....	6
III.2. Les objectifs spécifiques .....	6
IV. Les hypothèses .....	7
IV.1. L'hypothèse générale .....	7
IV.2. Les hypothèses de recherche.....	7
VI. La revue de la littérature .....	7
VII. La définition des mots clés .....	11
<i>Chapitre 2 : Démarche méthodologique.....</i>	<i>14</i>
I. La recherche documentaire .....	14
II. La collecte des données .....	14
II.1. Les données de terrain .....	14
II.1.1. Les observations de terrain.....	14
II.1.2. Les enquêtes et entretiens .....	14
II.1.2.1. Les enquêtes .....	14
II.1.2.2. Les entretiens.....	16
II.1.3. Les mesures in situ de la salinité des eaux de surface .....	16

II.1.4. Les prélèvements des échantillons de sol .....	17
II.2. Les données pluviométriques .....	20
II.3. Les données géospatiales .....	21
III. La méthode de traitement des données .....	22
III.1. Les données de terrain .....	22
III.1.1. Les données d'enquête .....	22
III.1.2. L'analyse de la salinité des échantillons des sols .....	22
III.1.2.1. Les données d'analyse de la salinité des échantillons des sols .....	23
III.2. Les données pluviométriques .....	24
III.3. Les données géospatiales .....	24
III.3.1. Le prétraitement .....	25
III.3.2. La cartographie de l'occupation des sols et des changements .....	25
III.3.3. La vérification et la première validation .....	26
III.3.4. Le post traitement et la validation finale .....	26
Conclusion partielle .....	26
<b>Deuxième partie : Caractéristiques de la zone d'étude .....</b>	<b>27</b>
<b><i>Chapitre 3 : Présentation du cadre physique et humaine de la commune de Djibanar .....</i></b>	<b><i>28</i></b>
I. La situation géographique de la commune de Djibanar .....	28
II. La présentation physique de la commune .....	29
II.1. Les caractéristiques climatiques, géomorphologiques et hydrographique .....	29
II.1.1. Le climat .....	29
II.1.2. Le relief .....	30
II.1.3. L'hydrographie .....	31
II.2. Les caractéristiques pédologiques et floristiques .....	33
II.2.1. Les sols .....	33
II.2.1. Les sols sesquioxides .....	34
II.2.1.2. Les sols hydromorphes .....	34
II.2.1.3. Les sols halomorphes .....	35
II.2.2. La végétation .....	35
<b><i>Chapitre 4 : Caractéristiques démographiques et socioéconomiques de la commune .....</i></b>	<b><i>38</i></b>
I. Caractéristiques démographiques de la commune .....	38
I.1. La démographie de la commune .....	38
I.2. Les caractéristiques de la population interrogée .....	39
II. Les activités socioéconomiques .....	41

II.1. L'élevage .....	41
II.2. La pêche.....	41
II.3. Le commerce .....	42
II.4. L'agriculture .....	42
II.4.1. Le maraîchage.....	43
II.4.2. L'arboriculture.....	43
II.4.3.1. La riziculture.....	44
II.4.3.1. Le mode d'accès aux terres rizicoles .....	44
II.4.3.1. Les outils utilisés dans la riziculture.....	45
Conclusion partielle.....	47
<b>Troisième Partie : dynamique de l'occupation du sol et Manifestations de la salinisation des terres rizicoles .....</b>	<b>48</b>
<b><i>Chapitre 5: Evolution spatio-temporelle de l'occupation du sol de la commune de Djibanar</i></b> .....	<b>49</b>
I. Cartographie monodate de la zone d'étude.....	50
I.1. L'occupation des sols en 1967 .....	50
I.2. L'occupation des sols en 1987 .....	52
I.3. L'occupation des sols en 2004 .....	52
I.4. L'occupation des sols en 2017 .....	52
II. Cartographie des changements de l'occupation de la commune de Djibanar .....	53
II.1. L'évolution de l'occupation des sols entre 1967 et 1987 .....	54
II.2. L'évolution de l'occupation des sols entre 1987 et 2004 .....	56
II.3. L'évolution de l'occupation des sols entre 2004 et 2017 .....	57
II.4. L'évolution de l'occupation des sols entre 1967 et 2017 .....	57
Conclusion partielle.....	59
<b><i>Chapitre 6: Etude de la salinité des eaux de surface et des sols dans la commune de Djibanar</i></b> .....	<b>60</b>
I. Salinité des eaux de surface .....	61
I.1. La variation temporelle de la salinité des eaux du fleuve Casamance à Djibanar (de 1987 à 1992) .....	61
I.2. L'analyse comparée de l'évolution de la salinité des eaux et celle de la pluviométrie .....	63
I.3. La variation spatiale de la salinité des eaux dans le terroir de la commune de Djibanar .....	64
II. Salinité des sols .....	67
II.1. La variation verticale de la salinité des sols .....	68

II.1.1. La variation verticale de la salinité des sols à la première campagne de prélèvement des échantillons de sols .....	68
II.1.2. La variation verticale de la salinité à la deuxième campagne de prélèvement .....	69
II.1.3. La variation verticale de la salinité des sols entre les campagnes de prélèvement des échantillons des sols .....	70
II.2. La variation spatiale de la salinité des sols.....	72
II.2.1. La variation spatiale de la salinité moyenne des sols des deux campagnes d'échantillonnage des sols.....	72
II.2.2. La Variation spatio-temporelle de la salinité moyenne des sols .....	73
Conclusion partielle.....	74
<b>Quatrième partie : les Effets de la salinisation des terres rizicoles et les stratégies de lutte et d'adaptation dans la commune de Djibanar .....</b>	<b>75</b>
<b><i>Chapitre 7 : Facteurs explicatifs de la salinisation des terres rizicoles dans le terroir de la commune de Djibanar.....</i></b>	<b><i>76</i></b>
I. Les processus de salinisation des terres dans le terroir de la commune de Djibanar .....	76
I.1. L'invasion marine .....	77
I.2. La remontée capillaire.....	77
II. Les facteurs à l'origine de la salinisation des terres rizicoles.....	78
II.1. Les facteurs naturels de la salinisation des terres rizicoles.....	78
II.1.1. Le déficit pluviométrique .....	79
II.1.2. Le caractère bas de l'altitude .....	80
II.1.2.1. La faiblesse de la pente.....	81
II.1.2.2. La faiblesse du dénivellement .....	81
II.1.3. Les autres facteurs naturels liés à la salinisation des terres rizicoles .....	82
II.2. Les facteurs anthropiques liés à la salinisation des terres.....	83
II.2.1. La déforestation .....	84
II.2.2. La saliculture .....	85
II.2.3. L'irrigation.....	86
Conclusion partielle.....	86
<b><i>Chapitre 8 : Impacts environnementaux et socioéconomiques générés par la salinisation des terres rizicoles dans le terroir de la commune de Djibanar.....</i></b>	<b><i>87</i></b>
I. Les impacts environnementaux.....	87
I.1. La dégradation physico-chimique des sols .....	87
I.2. La dégradation des formations végétales .....	90

I.2.1. Les effets de la salinité sur les palmiers à huile et la mangrove .....	90
I.2.2. Les effets de la salinité sur les autres formations végétales.....	91
I.3. Perte des terres rizicoles sous l'effet de la salinisation.....	92
I.3.1. L'estimation des parcelles rizicoles perdues sous l'effet de la salinisation par les ménagères interrogées .....	92
I.3.2. Quantification des terres rizicoles perdues par cartographie diachronique .....	93
I.4. Les effets de la salinisation des terres sur la production rizicole.....	94
II. Les impacts socioéconomiques de la salinisation des terres rizicoles.....	<b>95</b>
I.1. Baisse de rendements rizicoles .....	95
I.2. Les impacts de la salinisation des terres rizicoles sur le vécu de la population dans la commune de Djibanar .....	97
Conclusion partielle.....	98
<b><i>Chapitre 9 : Stratégies de lutte et d'adaptation à la salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar</i></b> .....	<b>99</b>
I. Les stratégies de lutte contre la salinisation des terres rizicoles dans la commune .....	99
I.1. Les aménagements hydroagricoles .....	99
I.1.1. Les digues anti sel traditionnelles .....	100
I.1.2. Les digues anti sel modernes .....	101
I.2. Le drainage des sols .....	102
I.3. Le paillage.....	104
I.4. Le reboisement de la mangrove .....	104
II. Stratégies d'adaptation au phénomène de salinisation des terres rizicoles dans la commune de Djibanar .....	105
II.1. Les pratiques culturales .....	106
II.1.1. Le billonnage des parcelles rizicoles .....	106
II.1.2. Le repiquage des plants de riz .....	106
II.3. L'amendement des sols .....	107
II.2. Sélection des variétés de riz.....	108
II.4. Le suivi de l'expérience de dessalement des sols avec l'épandage du phosphogypse dans la commune de Djibanar .....	109
Conclusion partielle.....	115
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>116</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>117</b>
<b>Liste des illustrations</b> .....	<b>132</b>

Liste des cartes .....	132
Liste des photos .....	132
Liste des figures .....	133
Liste des tableaux .....	135
<b>Annexes</b> .....	<b>i</b>
Table des matières .....	xviii