

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

Master : Espaces Sociétés et Développement

Spécialité : Environnement et Développement

Mémoire de Master

**ETUDE HYDROLOGIQUE DES ZONES HUMIDES EN BASSE CASAMANCE  
A PARTIR DE L'EXEMPLE DU MARIGOT DE BAILA**

**Réalisé par :**

**Cheikh Abdoul Aziz Sy SADIO**

**Sous la supervision de**

**Dr Tidiane SANE**

**Sous la Co-direction de :**

**Dr Cheikh FAYE**

**Membres du jury**

<b><u>Nom et Prénom</u></b>	<b><u>Grade</u></b>	<b><u>Qualité</u></b>	<b><u>Etablissement</u></b>
<b>SY Oumar</b>	<b>Maitre de Conférences-CAMES</b>	<b>Président</b>	<b>UASZ</b>
<b>SANE Tidiane</b>	<b>Maitre de Conférences-CAMES</b>	<b>Superviseur</b>	<b>UASZ</b>
<b>FAYE Cheikh</b>	<b>Maitre-Assistant-CAMES</b>	<b>Directeur</b>	<b>UASZ</b>
<b>SENE Abdourahmane Mbade</b>	<b>Maitre-Assistant-CAMES</b>	<b>Membre</b>	<b>UASZ</b>

## **DEDICACES ET REMERCIEMENTS**

### **Dédicace :**

Je dédie ce travail à ma très chère maman Sona Diatta et mon cher Papa Mamadou Salif pour leurs amours indescriptibles et leurs prières ;

A mon défunt grand-père Cheikh Ibrahima Sadio, ma défunte grand-mère Maimouna Mané et ma défunte tante Fatou Sadio, paix à leur âme que le Tout Puissant leur accueil dans son paradis céleste.

A mon oncle Salif Sadio pour ses conseils et le soutien ;

A toute la famille Sadio de Boucotte Sindian pour l'accueil chaleureux ;

A tous mes frères et Sœurs Cousins et Cousines;

A tous mes Oncles et Tantes, grand-père et grand-mères de Boucotte Sindian ;

### **Remerciements**

Je tiens à remercier tous ceux qui, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Mention spéciale à mon encadrant **Dr Faye** qui a toujours été disponible pour l'encadrement et l'orientation de ce travail. Je remercie encore mes parents : mon père Mamadou Salif Sadio, ma mère Sona Tombon Diatta et sa coépouse Madéline Diatta pour leur grand amour et leur soutien et les encouragements qui m'ont beaucoup aidé à persévérer dans mes études.

Un grand merci à toute la famille Sadio de Terembasse (mon village natal) mes oncles plus particulièrement Abdoulaye Maimouna Sadio, Salif Sadio, Alioune Badara Sadio, Karamba Sadio, Balla Moussa Sadio, Boubacar Sadio, Seydou Sadio et leur grand frère Yaya Soutyo Sadio et leurs épouses respectives qui n'ont ménagé aucun effort depuis mes premiers pas à l'école jusqu'à ce niveau.

A mes frères et sœurs, cousins et cousines, particulièrement à Mamadou Diatta professeur d'Anglais au Lycée de Podor et Alimatou Mané à Kolda pour la complicité, le soutien et conseils.

Aux enseignants du département de géographie de l'université Assane Seck de Ziguinchor qui nous ont donné un enseignement de qualité qui a permis d'en arriver à bout de ce travail.

Je remercie également les populations de ma zone d'étude et particulièrement les différents chefs des villages dans lesquels nous avons mené les enquêtes pour leur accueil et leur sympathie du début jusqu'à la fin de ce travail. Nous sommes parvenus à bout de ce travail grâce à leur collaboration et à leur complicité. Mention spécial à ma grand-mère Diébou Mané qui nous a accueillis depuis nos premiers pas jusqu'à la fin de nos enquêtes dans la zone de Baila.

A Luc DESCROIX, nos aînés doctorants du département et nos camarades de promotion pour les orientations et conseils.

A toute la communauté estudiantine de la commune de Simbandi Balante résidant à Ziguinchor pour les efforts fournis chaque année pour le cadre d'intégration des nouveaux bacheliers venant de notre Commune.

## SIGLES ET ACRONYMES

**AEV** : Adduction d'Eaux Villageoise ;

**ANSD** : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie ;

**ASUFOR** : Association des Usagers du Forage

**BE**: Basses Eaux ;

**BE**: Bilan de l'Eau ;

**BU**: Bibliothèque Universitaire ;

**BRGM** : Bureau de Recherche Géologique et Minière ;

**BV**: Bassin Versant ;

**CICR**: Comité International de la Croix-Rouge ;

**CG** : Centre de Guérina ;

**CT** : Continentale Terminale ;

**CIVGE** : Comité Inter- villageoise de Gestion ;

**CVGE** : Comité Villageois de Gestion ;

**ETP** : Evapotranspiration Potentielle ;

**ETR** : Evapotranspiration Réelle ;

**GIRE** : Gestion Intégrée des Ressources en Eaux ;

**HE** : Hautes Eaux ;

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement ;

**LMIPATEO** : Laboratoire Mixte Internationale Patrimoine et Territoire de l'Eau

**MAC**: Mission Agricole Chinoise ;

**MNT** : Modèle Numérique du Terrain

**ORSTOM** : Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre –Mer ;

**P (mm)** : Pluviométrie (en millimètre);

**PIDAC** : Projet Intégré de Développement Agricole en Casamance ;

**PLH** : Plan Local d'Hydraulique et d'Assainissement ;

**PNRZH** : Programme National de Recherche sur les Zones Humides ;

**PROGES**: Projet de Gestion des Eaux du Sud ;

**P2RS**: Programme de Renforcement de la Résilience à l'insécurité alimentaire et nutritionnelle au Sahel ;

**UASZ** : Université Assane Seck de Ziguinchor ;

**UCAD**: Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;

**RU**: Réserve Utile ;

**T°C** : Température (en degré Celcius);

**VR** : Variance de Réserve ;

## Sommaire

DEDICACES ET REMERCIEMENTS .....	Erreur ! Signet non défini.
SIGLES ET ACRONYMES .....	Erreur ! Signet non défini.
SOMMAIRE .....	Erreur ! Signet non défini.
RESUME.....	Erreur ! Signet non défini.
INTRODUCTION GENERALE.....	Erreur ! Signet non défini.
<b>I.PROBLEMATIQUE</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
PREMIERE PARTIE : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE : LE MARIGOT ET SON MILIEU .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>CHAPITRE I: CADRE PHYSIQUE GENERAL DU BASSIN DU MARIGOT DE BAILA</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>CHAPITRE II : CADRE CLIMATIQUE : LE CLIMAT ET LES PARAMETRES CLIMATIQUES</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
DEUXIÈME PARTIE : L'HYDROLOGIE DU BASSIN DU MARIGOT .	Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE I : FACTEURS ET TYPES D'ÉCOULEMENTS DANS LE BASSIN DU MARIGOT DE BAILA.....	Erreur ! Signet non défini.
<b>CHAPITRE II : LE POTENTIEL HYDRIQUE DISPONIBLE DANS LE BASSIN DU MARIGOT</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
TROISIEME PARTIE : LA DISPONIBILITE ET LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU DU MARIGOT DE BAILA.....	Erreur ! Signet non défini.
<b>CHAPITRE I: LE MILIEU, LES POPULATIONS LES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES ET LES TYPES DE RESSOURCES EN EAU UTILISEES.....</b>	Erreur ! Signet non défini.
<b>CHAPITRE II: LES RESSOURCES EN EAUX DU BASSIN ET LEUR MODE DE GESTION</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
CONCLUSION GENERALE .....	Erreur ! Signet non défini.
BIBLIOGRAPHIE .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>WEBOGRAPHIE</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
<b>Mémoire online</b> .....	Erreur ! Signet non défini.
Annexes .....	Erreur ! Signet non défini.

## RESUME

Les espaces humides, zones très riches, divers et variées sont d'une importance non négligeable dans la vie humaine, animale et végétale. Lieux de stockage de potentiel hydrique grâce à leur configuration géologique, géomorphologique et climatique, les zones humides regorgent de nombreuses ressources dont l'importance se peut se mesurer à l'échelle planétaire. Cependant depuis la sécheresse des années 70-80 qui a fortement contribué à la péjoration des conditions climatiques, le régime alimentaire de celles-ci connaît une véritable modification. On note une raréfaction des ressources hydriques entraînant de forte dégradation qui conduit parfois à la disparition de ces espaces.

Ainsi celle-ci n'est sans conséquence dans les pays du sahel. Au Sénégal ce déficit pluviométrique a strictement modifié le système d'alimentation dans l'ensemble des différents cours d'eaux et leurs affluences. Ainsi on note l'intrusion marine le long du bassin de la Casamance, ainsi que ces affluents et défluent. Le Baila, une zone humide riche et variée est de nos jours confrontée à d'énormes problèmes issus de ce déficit pluviométrique engendré par la sécheresse des années 70. En effet dans cette vallée, on note entre autres la perte des terres arables, la dégradation de la qualité de l'eau et la mise en péril de certaines activités socio-économiques (riziculture, maraichage, pêche etc.).

Une méthodologie classique a été adoptée pour atteindre notre objectif. Elle s'articule autour de trois (3) axes principaux :

- La recherche documentaire qui est la première étape pour entrer dans le vif de notre sujet ; La soumission d'un questionnaire aux populations de la zone pour la collecte d'informations quantitatives et un guide d'entretien pour celles qualitatives ;
- Et le traitement de ces données recueillies à travers des logiciels de traitement adaptés.

Ainsi les résultats auxquels nous avons abouti permettent de présumer la ressource hydrique est disponible en quantité dans ce bassin cependant sa qualité laisse à désirer. Cela est dû à la fluctuation pluviométrique de la sécheresse des années 70-80 qui a contribué à la péjoration des conditions climatiques dans le bassin.

Pour remédier à cette situation, les populations ont développé certaines stratégies d'adaptation ou méthodes techniques comme le reboisement de la mangrove et la construction de digues anti-sel ; elles ont également bénéficié de l'appui du MAC et du PROGES.

Cependant ces stratégies restent inefficaces faces à ces différentes contraintes. A cela s'ajoute l'instabilité de la région depuis plusieurs décennies empêchant certains investissements qui pourraient amoindrir les problèmes de l'eau de cette zone.

**Mots clés : Zone humide, Bassin versant, Marigot, Baila**

**Abstract :**

Humid areas are highly important for humans and the wildlife. Thanks to the lay out, the shape and the lands, these humide areas are abundantly rich in précieux ressources.

However, the physiology of these wetlands are been greatly altered since the 1970's drought which had changed the global climat of the region. This has resulted in the scarcity of the wetland or eventheir extinction.

Actually, there have been intrusive flows of waters into local seas and rivers such as the Casamance's river or Baila's lake with some desastrous consequences like : loss of farmland, poor water degradation of quality of water, threatening some socio-economical activities such as rice groxing, market gardening fishery...

To better deal with this issue, we set ourselves the objectives of know the availability of surface water in this areas.

So to successgully complete our work, we naturally set it into tree steps. The documentary search which enables us to get the point of the topic.

Handing out and collecting questionnaires for gathering qualitatives and quantitatives informations about the issue.

And finally computer processing of the information and data from the questionnaires.

From there search finding, we can asume that even if water is abundantly available in these areas, itis in very poor quality due to the fluctuating of rainfall in this region since the 1970's which has contributed to the deterioration of global climat of Casamance. It's impact is clearly visible in the amount of rainfall, the amont and quality of the surface water and the marine life.

To deal with the problem, local population has been implementing a number of techniques and strategies such as replanting mangrove swamps or the bulding of anti-saltsea walls with the support of the MAC and PROGES. These actions are hardly marking any difference given the obstacles face dwith. Add to that the instability in this region where investors aren't still eager to put their money in order to alleviate the problem of water.

**Keys words : Wetland or weteraes ; Watredhed ; Marigot ; Baila**

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

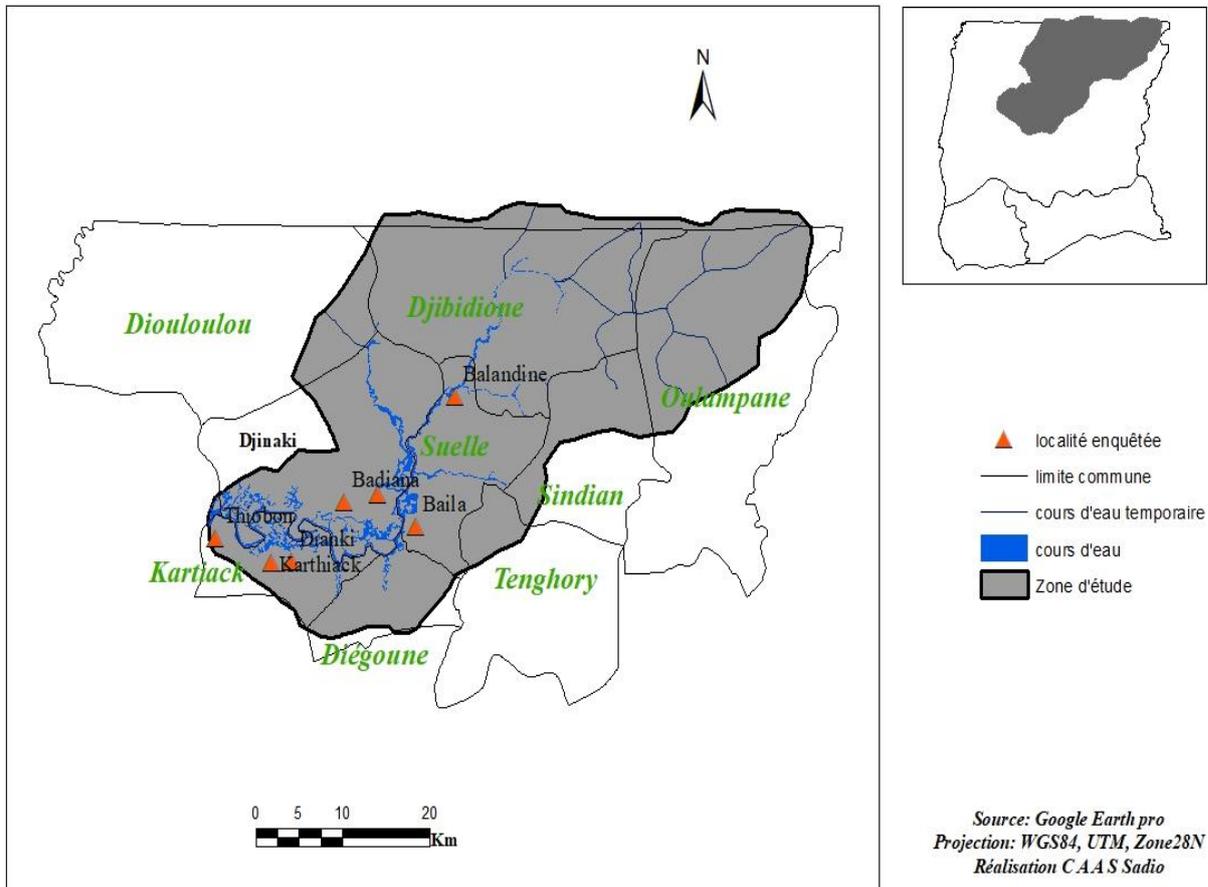
La connaissance et la maîtrise des zones humides deviennent de plus en plus une préoccupation majeure tant pour les chercheurs que pour les gouvernants. C'est un préalable nécessaire à la préservation, à la gestion et à la restauration de ces espaces humides. Elles font partie des espaces produisant des ressources les plus précieuses de la planète, sur le plan de la diversité biologique et de la production naturelle. Elles ont comme source un cours d'eau qui leurs alimentent toujours en période de hautes eaux. Pour l'étude hydrologique des zones humides en basse Casamance et plus particulièrement du Baila il est très important d'en parler de sa source. (Ce cours d'eau long de 110km est formé par la réunion de plusieurs cours d'eaux plus ou moins temporaires en hauteur de Djibidione).

L'hydrologie au Sénégal en général et de la Casamance en particulier a connu de véritables modifications au cours des années 70. Ainsi avant la Casamance était inchangée, connaissait une période de générosité pluviométrique avec une pluviométrie qui est de 1500mm à Ziguinchor. Ce cours d'eau est formé par la réunion de plusieurs marigots au sud-Est du pays, près de Saré Baido à une altitude de 50m à mi-chemin entre Fafakourou et Vélingara. Avec un bassin versant couvrant une superficie de 20150km<sup>2</sup>, le fleuve Casamance est la source de plusieurs marigots et belons vers l'embouchure dont le marigot de Baila est le principal de la rive droite (Dacosta ; H, 1989).

Le marigot de Baila, une zone humide d'importance capitale et faisant partir des trois principaux marigots se trouvant à la rive droite de la basse Casamance est l'un des plus grand affluent de la Casamance. Il se situe en basse Casamance plus précisément à l'Ouest la zone Soudanienne. Cette position lui a toujours confié un caractère très particulier par rapport aux autres zones humides. Il est aussi l'un des plus importants marigots de la basse Casamance avec son bassin versant couvrant environ 1635 km<sup>2</sup> à partir de Karthiack. Son bassin versant s'insère entre les coordonnées géographiques suivantes 12°47' et 13°13' de latitude Nord et de 15° 55' et 16°32' de longitude Ouest.

Long de 110Km de Alacounda à la frontière Gambienne à Karthiack, aujourd'hui avec les effets de changement climatique, la majeure partie de son cours principal est soumis à l'influence marine. Il entaille au Nord le plateau Sénégalais du Continental terminal aux limites hydrologiques imprécises (Aubreville. A). Il s'étale sur 70 km N-E à S-O et 35 km du N-O au S-E, a une altitude peu élevée (0 à 37m) (Olivry J.C et Dacosta ; H). Ce marigot constitue une zone d'importance capitale du fait de son potentiel hydrologique importante, de

la diversité biologique, des aménagements hydroagricoles qui y ont été réalisés mais également de l'importance de son bassin versant qui traverse neuf (9) communes les communes dans le département de Bignona.



**Carte 1:** Situation de bassin versant du marigot de Baila

## I. PROBLÉMATIQUE

Le marigot de Baila se trouve en Casamance et particulièrement dans sa partie Ouest c'est-à-dire en basse Casamance. C'est une entité géographique qui se trouve dans le domaine Ouest soudanien qui, depuis fort longtemps enregistre de fortes pluviométries qui lui confère des conditions climatiques assez favorables par rapport au reste de la Casamance. Son Caractéristique principale réside sur sa capacité à être un grand réservoir d'eau de la Casamance durant la période de hautes eaux. En effet la vallée du marigot de Baila fut depuis bel lurette une zone de production intense de riz avec la possibilité d'y pratiquer des cultures de contre saison. A l'instar des autres espaces humides de la planète, le Baïla également joue un rôle très important de par sa capacité à stocker bon nombre de ressources hydriques et

regorgeant un certain nombre de potentiel naturel indispensable à la vie humaine, animale et végétale.

Cependant avec la dégradation des conditions climatiques qui se fait ressentir de plus en plus à l'échelle planétaire, le système d'alimentation en eau du bassin versant de ce marigot est totalement bouleversé. Ainsi la quantité des eaux de surface et celle de la nappe phréatique deviennent strictement dépendante de la quantité de pluviométrie enregistrée dans son bassin versant. Cette péjoration des conditions climatiques s'est traduite par une baisse de la disponibilité des ressources hydriques de surface mais également de la nappe phréatique dans pratiquement toutes les zones humides de la Casamance dont le marigot de Baila ne peut en aucun cas constituer l'exception.

Aujourd'hui, vouloir tout simplement réduire cette diminution notoire de la disponibilité de la ressource hydrique à la seule question du déficit pluviométrique serait bien méconnaître les difficultés majeures de cet espace géographique. La dégradation des ressources en eaux causée par l'intrusion du biseau salé, la faiblesse des écoulements de surface, l'augmentation de la dynamique marine et la mauvaise gestion du potentiel disponible en constituent d'autres causes.

Tous ces problèmes énumérés semblent conduire à une diminution progressive de la disponibilité en eaux dans les zones humides de cette partie de la Casamance. Et cela a comme conséquence majeure la dégradation progressive de telles zones en Basse Casamance dont le marigot de Baila peut être l'exemple le plus détaillé.

### **1.1. Contexte et justification**

Le Baila, affluent de la Casamance, a subit depuis quelques années, de profondes modifications engendrés par un sévère déficit hydrique persistant. Il fonctionne une longue partie de l'année en estuaire inverse, la salinité devient de plus en plus importante et la mangrove a tendance à se dégrader progressivement (Dacosta ; H, 1987).

Ainsi dans le cadre du changement climatique qui a comme manifestation : l'augmentation des températures et la diminution de la pluviométrie depuis quelques décennies, la région naturelle de la Casamance et plus précisément sa partie basse connaît une diminution de la disponibilité en Eau de surface dans les zones humides. Les effets du changement climatique associés à l'intrusion marine mais également au mode d'exploitation et gestion des ressources en eau de surface et celle souterraine entraînent une diminution

progressive de l'eau de surface et concomitamment a une dégradation progressive des zones humides dans cette partie de la Casamance. Tous ces facteurs conjugués à d'autres phénomènes de dégradation de ces milieux telle que la dégradation progressive de l'écosystème des zones humides amplifiant de nos jours la dégradation l'eau du marigot. Cet abaissement de l'eau de surface a sans doute des effets secondaires non seulement sur l'écosystème de ce site humide mais également dans la réduction des terres arables qui prennent de plus en plus distance par rapport à ce marigot. Cette zone regorgeait d'énormes potentialités en termes de réserve en ressources hydriques, en diversité biologique mais également en termes de microclimat qu'elle procure. Ainsi rester indifférent face à cette menace d'ordre naturelle mais surtout anthropique constituerai un grand danger non seulement pour les populations locales mais aussi pour l'humanité.

Alors cette recherche sur la problématique des ressources en eau dans ce marigot constitue toujours un sujet d'actualité, car la question de l'eau dans le monde et surtout celle destinée à la consommation comporte d'énormes enjeux. C'est ce qui a motivé le choix du thème « les Zones humides pour notre avenir : la prévention des risques et des catastrophes » lors de la célébration de la journée mondiale des zones humides de l'année 2017 qui, sa date officielle est le 02 février de chaque année. Ce thème a été choisi dans le but de montrer l'utilité des zones humides face aux catastrophes naturelles comme les inondations, les submersions marines, les sécheresses, les incendies de tourbes et les tempêtes tropicales dans la zone tropicale etc.

## **1.2.OBJECTIF GÉNÉRAL**

L'objectif général de ce travail consiste à caractériser la disponibilité de la ressource en eau de surface dans le marigot de Baila.

### **1.2.1. Objectifs spécifiques**

A ce niveau il s'agira d'une manière spécifique de :

- ✓ Caractériser les différents facteurs de l'écoulement dans le bassin versant du marigot de Bailla ;
- ✓ Evaluer la disponibilité de la ressource en eau dans le marigot ;
- ✓ Indiquer l'impact des changements climatiques et des actions anthropiques sur la disponibilité de la ressource en eau dans le marigot ;

- ✓ Analyser les stratégies mises en place pour une meilleure gestion de la ressource en eau du marigot de Baila

### **1.3.Hypothèses de recherche**

Dans le marigot de Bailla la pluie est le principal facteur de l'évolution de la disponibilité de la ressource en eau.

Dans le marigot de Bailla le potentiel disponible de la ressource en eau a connu une baisse drastique.

La diminution des ressources en eau du marigot est inhérente au changement climatique et au mode d'exploitation de la ressource eau.

Les stratégies mises en place par les populations dans le marigot sont inefficaces face à la baisse des ressources en eau.

## **II. ANALYSE CONCEPTUELLE**

L'analyse conceptuelle est une étape importante qui permet à travers la définition des concepts clés, de mieux comprendre et de cerner la thématique de recherche. Ainsi les concepts clés tels que « hydrologie » « zones humides » « marigot » « écoulement » « infiltration » « Baila » méritent une analyse approfondie afin de mieux appréhender notre sujet de recherche.

### **2.1.Hydrologie**

Étymologiquement, l'hydrologie est la science de l'eau. Molécule, gaz, liquide ou solide, l'eau voit son étude ressortir à la physique et à la chimie. C'est à l'étude de l'eau dans la nature, où s'expriment évidemment ses propriétés physico-chimiques, qu'est consacrée l'hydrologie. L'eau apparaît dans la nature sous différentes formes et selon des rythmes extraordinairement diversifiés, mais toujours dans le cadre d'un milieu, souvent support d'un écosystème, où se déroulent de nombreux phénomènes physiques, chimiques et biologiques. L'eau est le constituant presque exclusif de certains de ces milieux (océans, glaciers rivières, lacs...), alors qu'ailleurs (atmosphère, sols, nappes souterraines..) elle est mêlée ou juxtaposée à d'autres constituants. Dans tous les cas, la spécificité des milieux résulte de l'organisation et de la hiérarchie des phénomènes qui s'y déroulent. On sait aujourd'hui que ces milieux sont les phases d'un cycle de l'eau, structure de l'hydrosphère terrestre, animé par l'énergie du Soleil,

qu'il contribue à redistribuer à la surface de la Terre. L'existence et le fonctionnement de ce cycle n'ont été clairement établis qu'au XIX<sup>e</sup> siècle, grâce à la pratique du bilan hydrologique, avatar du principe universel de conservation de la matière.

Cependant pour des raisons pratiques, le mot « hydrologie », tel qu'utilisé par les scientifiques et les ingénieurs sera restreint dans son sens par l'exclusion de certains de ses aspects. Par exemple, ce terme ne s'applique pas à l'étude des océans (océanographique), ni à l'utilisation de la vapeur par un ingénieur mécanique, ni à l'utilisation de l'eau par un médecin dans le domaine médical ; ni à l'étude du mouvement de l'eau dans les feuilles tel que vu par les botanistes.

Si l'objet de l'hydrologie est ainsi bien défini, la diversité réelle des objets hydrologiques et des préoccupations sociales qui les concernent ont suscité des approches parcellaires, parfois justifiables, mais souvent préjudiciables à la compréhension globale des phénomènes hydrologiques. À travers l'océanologie (science des océans), la météorologie (science de l'atmosphère), la glaciologie (science des glaciers), la potamologie (science des rivières), la limnologie (science des lacs), l'hydrogéologie (science des eaux souterraines), émiettement auquel se superpose la diversité des approches physiques, chimiques et biologiques, l'hydrologie telle qu'on peut la souhaiter aujourd'hui (.....) *selon l'Encyclopédie universalis*.

L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau, c'est-à-dire aux échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et son sous-sol. Au titre des échanges entre l'atmosphère et la surface terrestre, l'hydrologie s'intéresse aux précipitations (pluie et neige), à la transpiration des végétaux et à l'évaporation directe de la couche terrestre superficielle. L'hydrologie de surface étudie le ruissellement, les phénomènes d'érosion, les écoulements des cours d'eau et les inondations. L'hydrologie de subsurface ou hydrologie de la zone non-saturée étudie les processus d'infiltration, de flux d'eau et de transport de polluants au travers de la zone non-saturée. Selon Chow (1964), elle est une science qui traite des eaux de la terre, de leur occurrence, circulation et distribution, de leurs propriétés physiques et chimiques, ainsi que leurs réactions avec l'environnement, incluant leurs relations avec les êtres vivants. C'est ainsi l'hydrologie englobe toute l'histoire de l'eau sur la terre.

Cette zone a une importance fondamentale car elle constitue l'interface entre les surfaces et la profondeur. L'hydrologie souterraine ou hydrogéologie porte sur les ressources du sous-sol leur captage, leur protection, et leur renouvellement.

L'hydrologie urbaine constitue un «sous-cycle» de l'eau lié à l'activité humaine: production et distribution de l'eau potable, collecte et épuration des eaux usées et pluviales (Dictionnaire de l'environnement). Elle est aussi une science qui étudie le cycle de l'eau dans l'environnement continental. Ce cycle implique de nombreux processus, la compréhension et la description de ces processus figurent parmi les principaux objectifs poursuivis par les hydrologues. L'hydrologie est cependant bien plus qu'une discipline scientifique. Elle vise à fournir des méthodes et outils indispensables à la résolution des problèmes concrets liés à l'estimation des ressources en eaux et à celle des risques associés. Selon Pascal Baud, Serge Bourgeat et Cathérine Bras ;(2008) dans *le Dictionnaire de géographie*, les cours d'eau sont des lieux de polarisation et de fixation des populations depuis des Millénaires. En géographie physique, l'hydrologie est l'étude des eaux, notamment de leurs mouvements, leurs propriétés, chimiques et physiques.

L'hydrologie une science de la nature » selon Musy et Higy (2004) ; elle présente en particulier les différents composantes du cycle hydrologique, ainsi que la problématique de la mesure et du contrôle des données hydrologiques.

## **2.2.Zone humide**

Zones humides telles qu'elles sont définies par la «**Convention de Ramsar**» (Convention Internationale sur les zones humides signée dans la ville de Ramsar, en Iran en 1971), « les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

Selon le dictionnaire de l'écologie, sont considérées comme des zones humides tous les milieux ou les plans d'eau qui se situent au niveau de la surface du sol ou à proximité. Ces milieux sont ainsi saturés d'eau courante ou stagnante, douce, saumâtre ou salée et ceci de façon permanente ou temporaire. Une végétation adaptée à un engorgement plus ou moins permanente s'y développe. Les zones halophiles et saumâtres, les marais arrière littoraux, ou les marais continentaux, les tourbières, les bordures d'étangs et les berges des eaux courantes, les landes et les bois humides établis sur des sols hydromorphes sont également nommés zones humides.

*En droit français*, les zones humides sont définies comme des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire. La végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles (qui aiment l'eau) pendant au moins une partie de l'année» (article L.211-1 du code de l'environnement).

Le dictionnaire de l'environnement définit la zone humide comme étant « Région où l'eau est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associée. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure, ou encore, là où des eaux peu profondes recouvrent les terres ». C'est la présence de cette eau, de manière permanente, saisonnière ou ponctuelle, sa composition nutritive, sa salinité, mais aussi la zone géographique, les conditions climatiques ou la géologie des sols qui vont définir la nature de la zone humide.

Pour une étude poussée de ces zones, beaucoup de définitions ont été proposées par des chercheurs mais également à travers des conventions internationales sur les zones humides. Alors à travers ces différentes définitions nous avons pu élargir notre connaissance sur ces milieux. Ainsi dans le cadre de notre travail « **zone humide** » est considérée comme le milieu où l'eau est le principal déterminant pour l'éclaire du milieu mais également pour la vie animale et végétal autour de ce site. Les eaux couvrant sa surface, les ressources qui s'y développent varient en fonction du temps. Ces variations dépendent à la fois des conditions climatiques, de la localisation de la zone au sein du bassin hydrographique et du contexte géomorphologique (géographie, topographie).

### **2.3.Ecoulement**

Du latin « *colare* » qui veut dire fluer, le terme écoulement est défini selon le dictionnaire de la géographie comme étant la « circulation des eaux terrestre sous l'effet de la pesanteur et flux résultant de cette circulation ».

Le terme « **écoulement** » se rapporte toujours à la circulation gravitaire de l'eau ; il recouvre plusieurs réalités selon la profondeur à laquelle on se situe dans le sol : à la surface du sol.

En hydrologie de surface, le terme « **écoulement** » concerne exclusivement la circulation de l'eau dans le réseau hydrographique. Il s'agit d'un phénomène qui peut se quantifier par des mesures directes de débits. En dehors du réseau hydrographique, on parle

de ruissellement, pour qualifier un écoulement de surface se produisant exclusivement sur les versants.

Selon Pierre George et Fernand Verger (2009), l'écoulement est un mouvement des eaux continentales sous l'action de la pesanteur. L'écoulement des eaux est l'objet de la potamologie et de l'hydrologie continentale. Selon la position de l'écoulement des filets d'eau par rapport à la surface du sol, on distingue :

L'écoulement fluvial, subaérien, résulte de la concentration dans les talwegs des eaux de ruissellement superficiel direct, des eaux de ruissellement hypodermique et des eaux souterraines arrivant à émergence. Ce type les mêmes auteurs ce type d'écoulement peut être pérenne, saisonnier ou même temporaire.

L'écoulement hypodermique subsuperficiel correspondant aux mouvements de descente des eaux à travers des sols de versants en voie de ressuyage.

L'écoulement de souterrain qui est un mouvement des eaux dans les nappes plus ou moins profondes ou écoulement des rivières sous terraines.

Dans certaines conditions favorables, un écoulement latéral peut apparaître dans une zone non saturés, au-dessus du niveau nappe phréatique principal. Ce type d'écoulement résulte de la diminution souvent rapide de la conductivité hydraulique avec la profondeur, ce qui fait que la conductivité hydraulique horizontale est alors beaucoup plus grande que la conductivité verticale. Lorsque des épisodes pluvieux prolongés se produisent, l'eau arrive dans le profil par le haut plus vite qu'il n'en sort par le bas, ce qui provoque la formation d'un niveau saturé dont l'eau s'écoule latéralement, dans le sens de la conductivité hydraulique la plus forte. Les conditions sont favorables à la formation de ce type d'écoulement lorsque le sol est nettement stratifié, la roche mère peu profonde, ou qu'il existe un horizon induré ou encore une semelle de labour. On parle d'écoulement hypodermique, ou latéral pour cet écoulement qui se produit au-dessus du niveau de la nappe permanente, sous forme de micro-nappes très localisées et éphémères.

#### **2.4. Infiltration**

Infiltration et écoulement sont deux concepts intrinsèquement liés. Elle est le transfert de l'eau à travers les couches superficielles du sol, lorsque celui-ci reçoit une

averse ou s'il est exposé à une submersion. L'eau d'infiltration remplit en premier lieu les interstices du sol en surface et pénètre par la suite dans le sol sous l'action de la gravité et des forces de succion. L'infiltration influence de nombreux aspects de l'hydrologie, du génie rural ou de l'hydrogéologie. C'est aussi le phénomène du passage de l'eau (ou d'un autre fluide) à travers la surface du sol, de sa pénétration dans le sol et de son mouvement descendant dans la zone non-saturée du sous-sol. Infiltration peut désigner également le mouvement de l'eau pénétrant dans les couches superficielles du sol et l'écoulement de cette eau dans le sol et le sous-sol, sous l'action de la gravité et des effets de pressions. La percolation représente plutôt l'infiltration profonde dans le sol, en direction de la nappe phréatique. Le taux d'infiltration est donné par la tranche ou le volume d'eau qui s'infiltrer par unité de temps (mm/h ou m<sup>3</sup>/s). La capacité d'infiltration ou l'infiltrabilité est la tranche d'eau maximale qui peut s'infiltrer par unité de temps dans le sol et dans des conditions données. L'infiltration est nécessaire pour renouveler le stock d'eau du sol, alimenter les eaux souterraines et reconstituer les réserves aquifères.

A. Rivière (1968) parle de l'eau qui « *filtrée* » à travers les terrains meubles et perméables et des "couches qui retiennent les eaux, présentant de grands enfoncements dans lesquels les *filtrations* se rassemblent ; mais aussi de la pression que, dans certaines couches " les parties supérieures exercent sur les parties inférieures" et des "eaux *infiltrées* dans ces dernières", des "eaux s'infiltrant dans les couches perméables", et enfin des "eaux d'infiltration". Les filtrations seraient donc plutôt les eaux qui ont traversé un filtre naturel et l'infiltration désignerait le phénomène même de pénétration de l'eau dans un milieu. C'est d'ailleurs à ce phénomène que se réfèrent Hericart de Muerg (1629) et Arago (1834) quand ils parlent d'infiltration. Dans le cadre de ce travail nous considérons infiltration comme le processus physique par lequel l'eau pénètre dans les sols et alimente les nappes.

## **2.5. Marigot**

Un marigot est une petite étendue d'eau fermée, une mare, souvent dépourvue d'eau pendant la saison sèche. Il peut aussi s'agir d'un étang permanent ou alors de bras d'eau d'une rivière qui se transforme progressivement en petites mares, se réduit et disparaît parfois. Ces lieux bas, sujets aux inondations, peuvent constituer des marais. Elle aussi défini par Pierre George et Fernand Verger (2009) comme étant un bras de fleuve défluent qui se perd dans des terres inondables des pays tropicaux humides.

### III. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Pour mener à bien ce travail de recherche, atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés et vérifier nos hypothèses de recherches, la démarche suivante a été adoptée :

Le travail de terrain : il s'agit des visites exploratoires du terrain que nous avons effectué dans notre zone d'étude lors de notre première année de Master, conjugué aux enquêtes de terrain dans les sept villages retenus dans l'échantillonnage effectué.

Le traitement et l'analyse des données : les logiciels à l'instar de Sphinx, Excel, Arcview ; arcgis et Q.GIS, ENVI, nous ont permis de faire la manipulation et le traitement des données d'enquêtes et celles obtenues au niveau des structures.

#### 3.2. Recherche documentaire

Elle constitue la première étape de notre travail. Elle nous a permis d'entrer dans le vif de notre thème de travail. La recherche documentaire est faite à travers la lecture des mémoires, des thèses, des publications scientifiques, des articles et des rapports qui traitent les thèmes en rapport avec l'hydrologie des zones humides. Alors l'ensemble de ces ouvrages nous ont permis de mieux cerner notre thème d'étude. Elle a été réalisée dans la bibliothèque de l'Université Assane Seck de Ziguinchor, de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, de L'IFAN, des différents organismes et projets travaillant sur les thématiques (Océanium, P2RS, Idée Casamance...) et auprès des personnes ressources.

#### 3.2. Travail de terrain

Les travaux de terrain constituent une étape importante dans le cadre de la recherche en géographie. La collecte des données de type qualitative et quantitative exige l'utilisation d'un certain nombre de méthode. Pour notre travail nous avons fait l'« **échantillonnage au Jaugé** » qui est une méthode qui implique la sélection d'individus en fonction de l'idée qu'on se fait de la composition de la population. On le fait pour des essais auprès des groupes cibles. Elle permet de capitaliser le maximum d'information relative aux questions hydrologiques.

##### 3.2.1. Enquêtes préliminaires

Elles ont servi à la prise de contact avec les populations et à la connaissance du terrain d'étude. Ces enquêtes ont été menées sous forme de discussion avec les différents chefs des villages et quelques notables. Ils nous ont permis d'avoir une idée sur les villages victimes de

la dégradation de l'environnement (dégradation du couvert végétal le long du marigot surtout de la mangrove, contamination de nappe phréatique, salinité parcelles rizicoles) entraînant la réduction des terres arables.

### 3.2.2. Méthode d'échantillonnage: (Enquête ménage)

Les enquêtes menées dans les villages qui se trouvent le long du marigot de Baila nous ont permis de nous renseigner et de collecter les données pour caractériser l'hydrologie en Basse Casamance dans le cadre générale et plus spécifiquement dans le marigot de Baila.

Les enquêtes dans les villages longeant le marigot se sont faites sur les deux rives (gauche et droite) du marigot, et cela dans le but de faire un bon maillage de notre terrain d'étude mais également d'avoir une bonne représentativité.

Le marigot traverse plus de 20 villages compte tenu de la proximité des uns des autres au niveau des deux rives. Ces villages sont donnés dans le Tableau suivant :

**Tableau 1: Villages traversés par le marigot, leurs populations et leurs positions par rapport au cours d'eau**

Localités	Population totale	Nombre de ménage	Situation
<b>Djibidione</b>	199	40	Rive gauche
<b>Brindiago</b>	897	112	Rive gauche
<b>Balandine</b>	240	57	Rive gauche
<b>Katoudié</b>	353	52	Rive gauche
<b>Katinong</b>	453	75	Rive gauche
<b>Diongol</b>	221	36	Rive droite
<b>Baila</b>	2530	280	Rive gauche
<b>Djinaki</b>	1445	137	Rive droite
<b>Baline</b>	402	48	Rive droite
<b>Badiana</b>	1764	195	Rive droite
<b>Belaye</b>	637	75	Rive gauche
<b>Diounoung</b>	266	44	Rive droite
<b>Baranlir</b>	680	61	Rive droite
<b>Coussabel</b>	280	38	Rive droite
<b>Karthiack</b>	2517	309	Rive gauche
<b>Thiobon</b>	2107	245	Rive gauche
<b>Kagnobon</b>	3343	445	Rive gauche
<b>Djimandé</b>	624	112	Rive droite
<b>Bessire</b>	795	111	Rive gauche
<b>Dianki</b>	2520	348	Rive gauche

**Source : ANSD ;(2013)**

### 3.2.3. Les critères de choix des villages

Le premier critère constitue la proximité du village par rapport au marigot : ce critère nous a permis de voir le niveau d'emprise de certains villages par rapport au marigot à travers les activités agricoles, la pêche mais également l'exploitation du sel avec un niveau important de salinité du marigot ;

Le deuxième critère est relatif au nombre importants de ménages du village : ce critère nous permet d'identifier les villages qui ont le plus grand nombre de population mais également le grand nombre de ménages ;

Et enfin l'ultime critère est l'intensité de l'utilisation et l'exploitation des eaux du marigot dans le village : ce critère nous permet d'avoir une idée sur la dépendance de certains villages vis-à-vis des eaux du marigot, leur niveau d'exploitation mais également les activités menées le long du marigot ;

Au vu de ces trois critères prédéterminés, conjugués au constat fait durant la phase exploratoire, un nombre de sept village a été retenu sur la liste, il s'agit de :

**Tableau 2: Villages retenus pour l'échantillon**

Localités	Populations totales	Nombre de ménage	Situation
Baila	2530	280	Rive gauche
Badiana	1764	195	Rive droite
Karthiack	2517	309	Rive gauche
Thiobon	2107	245	Rive gauche
Diounoung	266	44	Rive droite
Balandine	240	48	Rive gauche
Dianki	2520	348	Rive gauche
Total	11944	1469	Gauche et Droite

**Source : ANSD 2013**

Ainsi pour le choix de la population à interroger, nous avons jugé nécessaire de faire une «**enquête ménage**» suivant un échantillonnage par quotas. Le nombre de ménage de sept (7) villages est de 1469.

Pour déterminer la taille de l'échantillon, un taux de sondage ou un échantillon représentatif de 15% du nombre de ménages des sept (7) villages retenus pour les enquêtes a été choisi. Le choix de cet échantillon est fait à travers l'utilisation d'une méthode

d'échantillonnage au jugé qui implique la sélection d'un nombre d'individus en fonction de l'idée qu'on se fait de la composition de la population.

La méthode de calcul de la taille de l'échantillon est donnée par la formule suivante :

$$\frac{1469 \times 15}{100} = 220 \text{ ménages à interroger}$$

Ainsi pour connaître le nombre de ménage à interroger dans chaque village (pour les sept (7) villages retenus), un échantillon par quotas ou stratifié a été choisi. Cette méthode consiste à trouver dans l'échantillon les mêmes proportions pour chacune des strates selon les caractéristiques choisies pour l'étude de la population visée.

Avec cet échantillonnage par quotas, le nombre de ménages à interroger par village est calculé de la sorte :

$$\frac{\text{Nombre de ménages de chaque village} \times 220}{\text{nombre total de ménages des 7 villages}}$$

**Tableau 3: Taille de l'échantillon en fonction des villages retenus**

Localités	Populations	Nombre de Ménages	Nombre de ménages à interroger dans chaque village	% par rapport à la taille de l'échantillon
Baila	1530	280	42	19
Badiana	1764	195	29	13
Karhiack	2517	309	46	21
Thiobon	2107	245	37	17
Dianki	2520	348	52	24
Balandine	240	48	7	3
Diounoung	266	44	7	3
Total	10944	1469	220	100

En somme cette méthode d'échantillonnage nous a permis de faire un bon maillage et d'avoir une bonne représentativité.

### 3.2.4. Organisation des enquêtes

Les enquêtes proprement dites ont démarré en Juin 2017 dans le village de Balandine en Juin et ont terminé en Septembre de la même année à Dianki. Ils ont été menés à l'aide d'un questionnaire adressé aux populations de la zone. Ces données de terrain ont été bien géo référencées à l'aide d'un GPS.

### **3.2.5. Administration d'un guide d'entretien**

C'est à la suite d'une longue discussion qu'un rendez-vous est pris avec le chef brigade hydrologique de la région de Ziguinchor. Cet entretien nous a permis de vérifier certaines informations recueillies lors de nos enquêtes. Cette partie du travail à abouti à la vérification des hypothèses qui ont été formulées dès l'entame de notre étude.

### **3.2.6. Traitement et analyse des données de terrain**

A l'issus de la collecte des données sur le terrain, la procédure suivante est adoptée :

Le dépouillement des données des enquêtes de terrain à travers un logiciel nommé Sphinx ;

Le traitement sur Excel et analyse de l'information ;

L'utilisation de Word pour la rédaction ;

Toutefois, il faut noter que le travail de la documentation a été mené à la Bibliothèque de l'université Assane Seck, à l'UCAD, bibliothèque numérique de l'Alliance Franco-Sénégalaise, P2RS, Service hydraulique de Ziguinchor.

## **PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE : LE MARIGOT ET SON MILIEU**

Cette partie de notre étude constituant la première a accès sur la définition du cadre physique général du bassin versant du marigot à travers la configuration géologique, géomorphologique, mais également à travers les différents paramètres climatiques qui définissent le régime pluviométrique qui sévit dans ce bassin versant.

## **CHAPITRE I: CADRE PHYSIQUE GÉNÉRAL DU BASSIN DU MARIGOT DE BAILA**

Dans ce chapitre, nous avons fait une présentation générale d'abord à travers la situation de notre zone ensuite revenir sur la présentation de certains paramètres déterminant les conditions physiques du milieu (la géologie, la géomorphologie, hydrogéologie).

### **I. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET DESCRIPTION DU RELIEF DU BASSIN VERSANT DUMARIGOT**

La Basse Casamance, partie méridionale ouest du Sénégal se trouve dans la région de Ziguinchor qui s'insère entre 12°33' de latitude Nord et 16°16' de longitude Ouest.

Elle est limitée au Nord par la République de Gambie, au Sud par la République de Guinée Bissau, à l'Est par le bassin de Soungrougrou et à l'Ouest par l'Océan Atlantique.

Elle comprend trois (3) départements : Ziguinchor (1153km<sup>2</sup>), Oussouye (891km<sup>2</sup>) et Bignona (5 295 km<sup>2</sup>) ; et couvre une superficie de 7339 km<sup>2</sup>, soit 3,74% de l'ensemble du territoire national.

Représentant 72,14% de la superficie de sa région, le département de Bignona est traversé par trois grands marigots que sont : celui de Bignona, de Diouloulou et de Baila. Le marigot de Baila constituant notre zone d'étude, est située à 50km environ au Nord de Ziguinchor (Basse Casamance), et à 10km de Bignona, (plan régionale de développement intégré de Ziguinchor).

Affluent de la Casamance qui a son exutoire près de l'embouchure, le marigot de Baila a subit depuis quelques années de profondes modifications engendrés par un sévère déficit hydrique persistant. Il fonction une longue partie de l'année en estuaire inverse, la salinité des eaux atteint des valeurs très élevées et la mangrove a tendance à se Péricliter.

Son bassin versant s'insère entre 12°47' et 13°13' de latitude Nord et entre 15°55' et 16°32' de longitude Ouest. Limité au Nord par la frontière gambienne, au Sud par le bassin versant du marigot de Bignona, à l'Est par celui de Soungrougrou et à l'Ouest par le bassin versant du marigot de Diouloulou. Ce bassin couvre une superficie de 1635km<sup>2</sup> et par sa situation le marigot appartient à la zone tropicale sèche qui connaît une saison des pluies du mois juin en octobre, et sa période hivernale qui va de d'octobre au mois de Mai.

Au nord, la rivière Koulimba coule dans le sens E-W et le bassin versant empiète légèrement sur le territoire gambien dont la frontière, rectiligne, est de même orientation.

Là où l'influence maritime se fait sentir, cette rivière devient le marigot de Baila qui change alors de direction pour s'écouler du Nord vers le Sud-ouest.

Il multiplie ses circonvolutions et au-delà du pont de Baila, dans sa partie aval, le marigot gagne en importance tout en retrouvant l'orientation Est-ouest initiale de la vallée de Koulimba pour se jeter à la hauteur du village de Thiobon, dans le marigot de Diouloulou. Ainsi, de sa source à sa confluence avec le Diouloulou, le Baila s'étire sur plus de 110km alors que le bassin versant, dans ses plus grandes dimensions, n'atteint que 70km du Nord-est au Sud-ouest et 35km du Nord-ouest au Sud-est (Dacosta ; H, 1984).

A Karthiack, le bassin versant du marigot couvre une superficie de 1634km<sup>2</sup>. Son périmètre fait 200km avec un coefficient de compacité de 1,39 ; une longueur de 80km et une largeur de 20km correspondant à sa dimension rectangulaire équivalente. Le relief est à ce niveau assez mou avec une pente moyenne transversale évoluant d'une manière faible de l'aval vers l'amont : 1,2° à Baila, et 1,47° à Balandine soit une évolution de -0,27° entre les deux stations.

Entre Balandine et Djibidione l'évolution du relief est particulièrement faible. Elle est de 1,51° au niveau de la deuxième station, soit une évolution de 0,04°.

En amont de Djibidione, la pente moyenne décroît de nouveau pour atteindre la valeur de 1,2%. Par contre en aval de Karthiack, elle n'est plus que de 0,5 %. La profonde pénétration des eaux marines causée par de faible marnage et les nombreuses circonvolutions du lit du marigot indiquent que la pente longitudinale est négligeable sur toute la partie en aval de Balandine et un léger relèvement en amont de cette station.

**Tableau 4: Evolution de la pente dans les différentes stations**

Stations	Nombre de km	Pourcentage
Toukara-Djibidione	24km	0,0125
Djibidione-Balandine	8,5km	0,0027
Balandine-Baila	18km	0,0009
Baila-Karthiack		0,0002

**Source:** rapport final du programme de la vallée de Baila en Casamance; volume environnement ; Louis berger internationale INC.

## **II. LA GÉOLOGIE ET LA GÉOMORPHOLOGIE DU BASSIN DU MARIGOT**

### **2.1. La géologie**

Selon DACOSTA.H (1983), la Basse Casamance est la partie méridionale du vaste bassin sédimentaire sénégal-mauritanien occupé par les formations sédimentaires du Secondaire et qui a connu sa plus grande extension au Lutétien (Michel ; P, 1971). A partir de l'Eocène se produit un fort mouvement de subsidence à l'ouest d'une ligne de flexure continentale Sédhiou-Dagana.

Il y'a eu des dépôts secondaire et Tertiaire des plusieurs milliers de mètres en Basse Casamance et de quelques 400-600m en haute Casamance et de ses affluents. La mer s'est manifestée par une série de transgressions et de régressions suivis de dépôts sédimentaires. Les derniers, déposés principalement au milieu continental consolidé en grés argileux bariolés inter-stratifiés de couches d'argiles à dominance kaolinique, forment le continental terminal de faciès sidérolithiques. Ce matériau a été déposé sous l'action d'un climat Tropical à tendance aride, à pluviométrie irrégulière, en période de rhexistase.

En Basse-Casamance, le Continental Terminal a été modelé en bas plateau mollement ondulés. Dans la partie sud de l'estuaire (région d'Oussouye), ils sont très morcelés et ceinturés d'alluvions de différentes époques du Quaternaire. Par contre dans la partie nord (région de Bignona), le plateau est tranché au-dessous des sédiments récents par un système taillé mettant en évidence, il traverse les entailles des réseaux hydrographiques, plusieurs niveaux cuirassés. Sous l'impulsion de la houle du Nord-ouest, s'est mis en place un système de flèches et de cordons littoraux qui ont fermé le vaste golfe déblayé lors de la grande régression préholocène (15000-20000 B.P.) responsable du creusement des vallées, plus ou moins colmatées lors du Nouakchottien, qui dissèquent le plateau du Continental Terminal dont notamment les vallées de Bignona et de Baila. La transgression nouakchottienne (5000 B.P.) entraîne le comblement général de l'estuaire et des basses vallées et la construction de terrasses étagées, sableuses fréquentes dans l'estuaire et ourlant parfois le plateau du C.T. Entre les cordons littoraux, les terrasses et les plateaux, s'est produite une sédimentation récente qui est à l'origine des vasières à mangrove, sillonnées de chenaux profonds

### **2.2. La géomorphologie du bassin**

Elle a une morphologie tabulaire et dans le bassin on y trouve :

- ❖ Une zone de bas-fonds ;
- ❖ Une zone de versants composés ;
- ❖ Une zone de plateau ;

C'est le domaine intéressé par le réseau hydrographique et les marées. On distingue ainsi un bas-fond aquatique soumis à la marée dont l'influence s'étend jusqu'à Djiginone Katounor et un bas-fond non soumis à cette influence. La largeur du bas-fond aquatique est de 5km à Karthiack, 2km à Baila, 1km à Balandine puis 0,3km à Djibidione. Il occupe les vallées principales et adjacentes. La marée remonte les affluents sur des distances relativement courtes (3 à 4km), sauf pour le marigot d'Oupouel où elle atteint 13km jusqu'à l'amont d'Essom. Dans l'ensemble, les bas-fonds sont recouverts de vases noirâtres, argileuses reposant parfois sur une assise de vase finement sableuse (20cm). Le fond vaseux du Baila est emboîté. Par contre, dans le bas-fond non aquatique, les lits sont tapissés de sable blanc. La partie supérieure des marigots connaît localement un ennoyage des têtes de thalwegs par des colluvions sableuses ou argileuses et le marigot laisse la place à une morphologie d'Oued avec un lit en V. Les bas-fonds sont à la fois une surface d'accumulation et une surface d'érosion, la marée et l'écoulement nivelant les sédiments vaseux et sableux.

### **III. L'HYDROGÉOLOGIE DU BASSIN VERSANT DU MARIGOT**

Sous le bassin sénégal-mauritanien on rencontre trois principaux aquifères superposés qui sont, de bas en haut :

- L'aquifère profond du Maastrichtien;
- L'aquifère semi-profond du Miocène ;
- L'aquifère superficiel du Continental Terminal.

Ces aquifères sont également présents sous le Bassin de la Casamance (Gouze, 1961; Debuissou et al, 1969).

#### **3.1.L'aquifère profonde (Maastrichtien)**

Les sédiments aquifères rencontrés dans le bassin de la Casamance appartiennent au Maastrichtien même si des études micropaléontologiques indiquent un âge, plutôt paléocène de ces formations. Ainsi sa capacité de réserve devient de plus en plus réduite dans le sens Ouest-est.

Sa qualité hydrodynamique baisse d'amont en aval en raison de l'augmentation de la fraction fine vers l'ouest (Malou ,1992).

Il est capté dans le bassin du marigot de Baila par certains forages comme de celui de Baila et d'Ebinako. Il existe un niveau sableux dans les formations argilo-sableuses grise de l'éocène supérieure(Oligo-miocène) et se trouve à une profondeur importante qui est de 100 à 150 mètres.

### **3.2.L'aquifère semi-profonde**

Il est constitué en Casamance par l'ensemble des formations argilo-sableuses, poste lutétienne (de l'Eocène supérieur au Pliocène) qui se sont déposées dans des vastes cuvettes creusées dans les marnes et les calcaires de l'Eocène moyen et inférieur. Ce creusement a donné lieu à la mise en place de deux bassins bien différenciés correspondant, aux bassins actuels des fleuves Gambie et Casamance dont la ligne de séparation suit grossièrement le tracé de la frontière. Cette ligne de séparation ne constitue pas, cependant une limite hydrogéologique, les deux bassins constituent une seule entité (Lepriol, 1983).

### **3.3.L'aquifère superficiel ou nappe phréatique**

En Basse Casamance, la nappe phréatique se trouve à quelques décimètres du sol aux abords des différents marigots Diouloulou, Baila etc. et à une trentaine de mètres de profondeur sous les plateaux. Elle est captée, dans toutes les localités, par des puits villageois traditionnels et joue un rôle prépondérant dans l'hydraulique villageoise. Il est contenue dans les sables argileux rouges du Continental Terminal ainsi que dans les sables marins et les vases fluviatiles du Quaternaire.

Ainsi les études menées sur un réseau de cinquante de puits dans le bassin du marigot de Baila ont montré le contact nappe phréatique-marigot à partir de 5 à 6 mètres dans la localité de Baila, Balandine et Djibidione (Malou, 1992).

La nappe superficielle se trouve dans les différentes formations mises en évidence par :

- Les sables rouges des plateaux ;
- Des couches latéritiques de la base des sables rouges ;
- Les sables de terrasses de 10 à 20mètres ;
- Des sables blancs de terrasse de 2 à 5mètres ;

Le niveau de la base imperméable est en général constitué par des argiles jaunes du CT quoique certaines faciès limono-sableux peuvent être aquifère.

### **Conclusion partielle**

La présentation physique de notre zone d'étude qu'est le bassin versant du marigot de Baila a été faite sur la base de certains paramètres physiques que sont : la géologie du bassin, la géomorphologie et l'hydrogéologie.

## **CHAPITRE II : CADRE CLIMATIQUE : LE CLIMAT ET LES PARAMETRES CLIMATIQUES**

Notre zone d'étude, et le reste de la Casamance se trouvant dans la zone Sud Soudanienne est régit du point de vue climatique par les facteurs géographiques et aérologiques.

Pour les facteurs géographiques ils sont conditionnés par la latitude conférant à cet espace des caractères tropicaux avec quelques nuances entre le littoral et l'hinterland de la région. Elle se situe dans le domaine climatique sud-soudanien côtier marqué par l'alternance d'une saison sèche beaucoup plus longue (Novembre-Mai) et d'une courte saison des pluies (Juin-Octobre).

Les facteurs aérologiques sont liées à la circulation atmosphérique générale en milieu tropicale régie à son tour par l'alternance par trois masses d'air principalement composés de :

L'Alizé maritime : flux provenant de l'anticyclone des Açores, humide, frais, et parfois froid en hivers avec de faibles amplitudes diurne. Il a une direction Nord à Nord-ouest et responsable de l'humidité déposée la nuit, sous forme de rosée. Toutefois il est incapable de générer de la pluie. Celui-ci concerne le Sud-ouest de notre zone d'étude c'est-à-dire le bassin versant en hiver.

- L'alizé continental ; un flux de direction Est de domination, c'est l'expression terminale de l'alizé continental saharien. Il se caractérise par de forte sécheresse, des amplitudes thermiques très élevés : frais ou froid la nuit, chaud ou torride le jour.
- Sa sécheresse s'accompagne d'une très forte capacité d'évaporation. Ce flux intéresse la quasi-totalité du bassin versant du Baila et en surmontant l'alizé maritime, au niveau de la discontinuité d'alizé, il renforce la sécheresse supérieure.
- La Mousson: elle résulte de l'alizé issu de l'anticyclone de Ste Hélène. Son parcours maritime lui charge d'un grand potentiel d'eau de précipitation. De direction Sud-ouest, elle n'intéresse réellement ce bassin qu'à partir du mois de Juin jusqu' en Octobre. Dès novembre, les alizés rétablissent leur domination.

## I. LES FACTEURS GÉNÉRAUX

A l'intérieur de la zone tropicale il y'a des vents de surface et de basses couches (0- 300 mètres) qui sont essentiellement composés de l'Alizé et de la Mousson mais également des vents d'altitudes plus connus sous le nom de jets. C'est ce qui traduit l'alternance de ces masses d'air qui sont l'Alizé et la Mousson dans cette zone (Sagna ; p ,2004).

Ainsi ces flux entraînent des migrations au sol de l'équateur météorologique qui à son tour permet de faire une identification des types de temps et des saisons. Dans la zone intertropicale la circulation se fait d'une manière générale de Hautes Pressions Tropicales (HPT) vers de Basse Pressions Intertropicales (BPIT).

En Basse Casamance, et plus particulièrement au niveau du bassin du marigot de Baila, les mécanismes du climat sont régis par trois centres d'actions qui balayent la région et, cela en fonction de leur provenance et caractéristique. Au Nord, nous avons la manifestation de l'anticyclone des Açores et Saharo-Libyén ; et au Sud, l'anticyclone de Saint Hélène qui est à l'origine de la mousson dans cette zone. Durant l'hiver boréal, l'anticyclone des Açores, en se renforçant, devient, à cet effet dynamique et occasionne la poussée de l'équateur météorologique vers le Sud ; d'où l'arrivée des flux d'alizé à Ziguinchor, et plus particulièrement au niveau de notre bassin d'étude.

Ces alizés ont une trajectoire maritime ; à trajectoire maritime continentalisée de direction Nord, Nord-ouest à Nord-est. L'alizé maritime, de caractère frais et humide important au départ de l'anticyclone, perd peu à peu sa capacité hygrométrique au fur et à mesure qu'il pénètre le pays, car son caractère devient frais et sec en atteignant l'intérieur du continent.

Ainsi lors des invasions polaires, ces flux d'alizé peuvent entraîner dans cette zone des pluies hors saison, connues sous le nom de pluies de «**heug**» ou pluies de «**mangue**». (Sagna ; P, 2008), montre que « ces invasions polaires sont liées à la pénétration d'air froid en altitude dans la zone ». Il tente d'expliquer ce phénomène *dans « le Journal Le Soleil on line »*, édition du 9 Juillet 2012 en affirmant que « l'invasion polaire se particularise par une descente d'air froid provenant des moyennes latitudes, c'est-à-dire des régions tempérées, et qui rencontre, dans la zone tropicale, un air chaud et humide provenant de l'océan Atlantique et qui est véhiculé vers le continent par le Jet subtropical. La rencontre entre l'air froid et l'air chaud et humide se traduit par de la condensation, de la formation de nuages plus

ou moins denses appartenant à l'étage moyen et essentiellement composés d'altocumulus et d'altostratus ». C'est donc ce qui provoque souvent des pluies de «**heug**» du fait des échanges thermiques et hygrométriques qui s'effectuent en altitude mais également par le contact des deux alizés (Alizé Maritime et Alizé Continental).

L'alizé Continental, vent chaud et sec du fait de sa faible charge en humidité relative à l'intérieur du continent, venant de l'anticyclone Saharo-libyen fait son apparition dès le mois de Mars jusqu'en Mai avec une trajectoire continentale Est à Nord-est. Cependant, en Eté, l'anticyclone saharo-libyen et des Açores s'estompent pour être relayés par l'anticyclone de Saint Hélène. Celui-ci, étant dynamique pendant cette période, renforce la circulation dans l'hémisphère Sud en décalant la trace au sol de l'équateur météorologique vers le Nord de notre zone d'étude. Ce qui se traduit par une circulation de Mousson générée par l'anticyclone de Sainte Hélène.

Au Sénégal, la mousson (vent du Sud, annonciateur de la pluie) se manifeste dès le mois de Mai avec des disparités spatiales marquées entre la partie septentrionale et méridionale. Elle est plus importante au Sud qu'au Nord. La tracé au sol de l'équateur météorologique arrive par le Sud-est (Kédougou) ; et dès le mois de Mai avant d'intéresser les autres régions du pays. Cela témoigne que la mousson est un vent du Sud, issu de l'anticyclone de Sainte Hélène (mousson atlantique). Du mois de Juin à Juillet, l'équateur météorologique continue sa migration pour atteindre respectivement le centre et la partie septentrionale du pays. Il se stabilise à la station de Saint-Louis entre Août et Septembre et passe faiblement au-dessus de Dakar.

La partie septentrionale c'est-à-dire le Nord du Sénégal représente la limite maximale de l'équateur météorologique. C'est après cette position que commence son retrait pour ensuite basculer jusqu'au centre au mois d'Octobre ; et progressivement vers le Sud. Et cela montre que la migration de la trace au sol de l'équateur météorologique au Sénégal de Mai à Octobre, commence toujours par le Sud avant d'intéresser le Nord et son retrait s'aboutit aussi par le Sud avant de sortir de nos frontières nationales. C'est ce qui, en effet, traduit l'importance de la durée de l'hivernage au Sud par rapport au Nord du pays. Autrement dit, la présence de la mousson est plus importante au Sud du Sénégal (Casamance) qu'au Nord du Sénégal.

### 1.1.Les températures

L'étude des températures pour notre zone d'étude est faite à partir des données disponibles niveau de la station de Ziguinchor :

**Tableau 5: Températures moyennes mensuelles à la station de Ziguinchor de 1960 en 2016**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T°. Max	33,5	36,1	37,6	37,7	36,5	34,6	32,4	31,6	32,3	33,6	34,1	32,9
T°. Min	16,6	17,6	18,8	19,8	21,7	23,7	23,5	23,4	23,1	23,2	20,8	17,5
T°. Moy	25.05	26.85	28.2	28.75	29.1	29.15	27.95	27.5	27.7	28.4	27.45	25.2
AM	15.6	18.5	18.8	17.9	14.8	10.9	8.9	8.2	9.2	10.4	13.3	15.4

Source : ANACIM ; 2016

- T° Max : température moyenne mensuelle maximale en degrés Celsius ;
- T° Min : température moyenne mensuelle minimale en degrés Celsius ;
- T° Moy: température moyenne mensuelle des températures max et min en degrés Celsius ;
- AM : Amplitude Thermique moyenne mensuelle ;

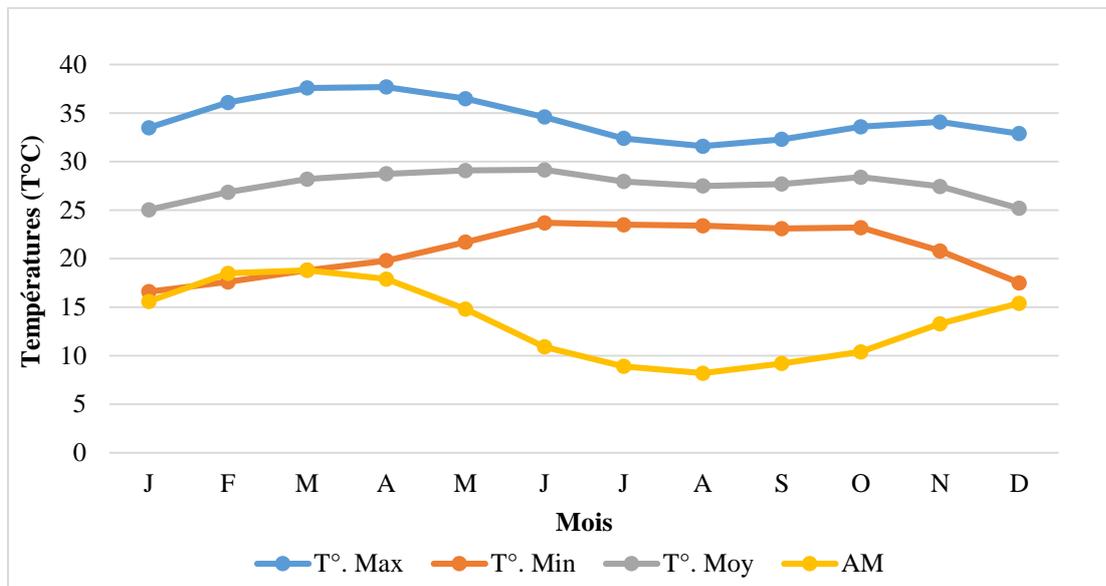
L'analyse températures moyennes mensuelle à la station de Ziguinchor de 1960 à 2016 laisse apparaître une évolution unimodale pour les paramètres de températures (T° Max, T° Min, T° Moy, AM).

Ces paramètres thermiques, connaissent respectivement leur maximum au mois d'Avril avec 37,7°C ; en Juillet avec 23,7°C ; 29,15°C en Juin. Soit une amplitude thermique moyenne notée au mois de Mars avec 18,8°C.

Cette situation peut s'expliquer par la prédominance du flux d'Alizé en remplacement de celui de Mousson. Les minimas de ces paramètres thermiques interviennent aussi au mois d'Août avec 31,6°C pour la T° Max, la T° Min notée au mois de Janvier avec une valeur thermique de 16,6°C. Ce changement peut s'expliquer à ce niveau par la prédominance du flux de Mousson et mais également l'installation de l'Alizé maritime en provenance de l'Anticyclone des Açores.

Pour les T° Moy le minimum est noté au mois de janvier. Cela peut s'expliquer également par l'installation de l'alizé maritime qui se met en place dès le retrait du flux de Mousson.

En ce concerne l'amplitude thermique, elle connaît son maximum au mois de Mars avec 18,8°C et son minimum au mois d'Aout avec 8,2°C. Ainsi l'Ecart entre le maximum et le minimum est de 10.6°C, il illustre la variation de l'amplitude thermique du mois de Janvier au mois Décembre à Ziguinchor.



**Figure 1: Evolution moyenne mensuelle des températures à la station de Ziguinchor de 1960 à 2016**

## 1.2. Les précipitations

Les précipitations constituent le facteur le plus important de l'écoulement auquel elles impriment leurs caractères propres (Dacosta ; H, 1989).

Le Sénégal dans sa globalité et la Casamance dans sa partie basse en particulier se caractérise par une succession de deux saisons. Il s'agit d'une saison de pluie ou hivernage qui dure 5 mois (Dacosta ; H, 1989) exclu le mois de Mai et le mois de Novembre dont leur apport est insignifiant ; et une saison sèche ou une saison hivernale qui couvre le reste de l'année. Ainsi la circulation du flux de la Mousson à l'intérieur du pays est à l'origine des précipitations. Ce flux qui est issu de l'anticyclone de saint Hélène, entre au Sénégal par le Sud-est avant d'atteindre progressivement l'intérieur et le Nord du pays. C'est ce qui justifie la réduction de son épaisseur au fur et à mesure qu'il pénètre l'intérieur et le Nord du pays.

C'est pourquoi on note moins de précipitations au fur et à mesure que l'on avance vers le Nord du pays, car cette diminution des précipitations est intrinsèquement liée à celle de l'épaisseur de flux de Mousson. Ce qui justifie un glissement des isohyètes vers le Sud.

**Tableau 6: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Ziguinchor de (1960 à 2016).**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Moy série	0	0,2	00	00	4	98	336	429	335	108	6	1	1316
Ecart type	1,3	0,8	0,2	00	7	55,6	136,4	158,3	105,9	73,2	15,2	2,2	298,3
CV	4	3,3	5,33	4,2	1,8	0,5	0,4	0,3	0,32	0,6	2,4	4,3	0,2
C p%	0	0	0	0	0	7	26	33	25	8	0	0	100
IVP	7,2	4,6	1,1	0,1	36,3	243,7	819,3	642	562,4	354,4	78,8	13,9	2764
Max	7	5	1	0	36	265	927	767	711	362	79	14	2007
Min	0	0	0	0	0	21	108	125	148	7	0	0	746
Début saison%					58	100							
Max pluvio %							19	56	25				
Fin saison%										0	58		

**Source : ANACIM ; 2016**

**Tableau 7: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Ziguinchor de (1960 à 2016)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Moy série	0,2	0,02	0,012	0,02	4,7	99,5	274,2	392,1	272	74,6	3,8	0,6	1121,5
Ecart type	0,95	0,12	0,06	0,14	12,09	55,26	100,47	136,79	112,18	49,73	13,21	2,15	264,03
CV	6,18	5,80	4,95	7,07	2,57	0,56	0,37	0,35	0,41	0,67	3,50	3,94	0,24
CP%	0	0	0	0	0	9	24	35	24	7	0	0	100
IVP	6,6	0,8	0,3	1	71,2	221	333	653	510	183	81,2	11,1	2072
Max	6,6	0,8	0,3	1	71,2	226,9	497,9	757,2	626,3	238	81,2	11,1	1795,1
Min	0	0	0	0	0	1,9	125,9	103,9	116,6	5,8	0	0	518,7
Début saison%					44	100							
Max pluvio%							26	60	14				
Fin saison%										0	80		

**Source : ANACIM ; 2012**

Ainsi la région de la Casamance dans sa globalité connaît de fortes précipitations du fait de l'installation du flux de Mousson du Sud vers le Nord et termine son retrait également par le Sud du pays. L'hivernage est comprise entre le mois de Juin et Octobre au Sud du pays et exceptionnellement jusqu'au mois de Novembre.

**Tableau 8: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Diouloulou (1970-2015)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Moy série	0,72	0,01	0,04	0,00	3,11	65,09	246,41	413,93	273,62	66,77	2,37	0,30	1072,38
Ecart type	3,72	0,06	0,29	0,01	7,35	55,07	105,57	160,16	111,40	47,92	9,84	1,21	255,35
Cv	5,14	6,78	6,78	6,78	2,36	0,85	0,43	0,39	0,41	0,72	4,15	4,05	0,24
Cp%	0	0	0	0	0	6	23	39	26	6	0	0	100
IVP	23,8	0,4	2	0,1	3,8	261,5	414	593	524,5	205,4	63,4	6,7	2099
Max	23,8	0,4	2	0,1	38,9	261,5	486,7	703,4	524,5	205,4	63,4	6,7	1618
Min	0	0	0	0	0	0	73	108,4	0	0	0	0	596
Début de Saison%					35	97							
Max pluvio %							13	71,8	15,2				
Fin de saison%										2,2	82,6		

**Source : ANACIM ; 2012**

**Tableau 9: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Sindian (1980-2010)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Moy série	0	0	0	0	3,6	97,0	262,6	349,0	258,7	83,2	0,0	4,5	1058,8
Ecart type	0,0	0,0	0,0	0,0	8,01	54,16	101,41	120,22	70,50	51,60	0,39	20,63	8,89
CV	0	0	0	0	2,20	0,56	0,39	0,34	0,27	0,62	5,39	4,60	0,00
CP%	0	0	0	0	0	9	25	33	24	8	0	0	100
IVP	0	0	0	0	37	222	432	427	315	202	2,1	110	1747
Max	0	0	0	0	37	257,2	525,9	641,5	417,1	213	2,1	110	2010
Min	0	0	0	0	0	35,2	94	176,1	102,1	5,7	0	0	1980
Début saison%					38	100							
Max pluvio							20,7%	55,2%	24,1%				
Fin saison										00%	96,5%		

**Source : ANACIM ; 2010**

L'analyse des tableaux de variation mensuelle des précipitations 6, 7,8 et 9 au niveau des différentes stations renseigne sur le début et la fin de la saison des pluies, c'est-à-dire une période où les précipitations sont très importantes et une où les précipitations sont faibles voire nuls. Cette installation est beaucoup plus ressentie dans la partie méridionale de la Casamance avec 58% à la station de Ziguinchor qu'au niveau des autres stations. La station de Bignona qui se trouve au Nord de Ziguinchor enregistre de 44%, Diouloulou avec 35% un peu plus au Nord et 38% pour Sindian soit un totale de 43,75%.

Au niveau de ces trois autres stations se situant pratiquement tous au Nord, l'installation de l'hivernage n'est pas totalement complète au mois de Mai comme il est le cas à Ziguinchor. En plus il peut arriver des moments où la pluie commence plutôt que prévue c'est-à-dire en Avril dans la partie méridionale de la basse Casamance plus précisément à la station de Ziguinchor. Alors on parle du début précoce de l'hivernage. Ainsi pour la série 1960 à 2016, Ziguinchor a enregistré 6% comme début précoce de l'hivernage, Bignona pour la série (1962-2011) et Diouloulou pour une série de (1970-2015), nous avons 2%, et 0% à la station de Sindian pour la série de (1980-2010).

La fin normale de l'hivernage, en basse Casamance correspond au mois de Novembre sur toutes nos stations d'observation. Ainsi il en est de 57,9% à Ziguinchor, 80% pour Bignona, Diouloulou 82% et Sindian 96,5%.

Cependant on peut noter quelques précipitations au mois de Décembre avec une valeur également à 20% à la station de Ziguinchor, 12% à la station de Bignona, Diouloulou avec 6% et Sindian 7%. Ces manifestations peuvent être considérés comme des pluies de « **Heug** » ou pluies de « **Mangue** ». Une fin précoce de l'hivernage est globalement exclue en basse Casamance. L'analyse de ce tableau nous permet de dire que l'hivernage dure de 5 à 6 mois en basse Casamance à compter du mois Mai qui correspond au début de l'hivernage en Octobre.

A Ziguinchor la quasi-totalité des précipitations est comprise entre le mois de Juillet et le mois d'Octobre avec un maximum qui apparait rapidement au mois d'Aout avec 429,1 mm de la pluviométrie moyenne annuelle. Son Coefficient de pluviométrie (CP) maximum est de 33% toujours au mois d'Aout suivie du mois de Juillet qui a comme CP 26% exceptionnellement supérieure à celui du mois de Septembre. Pour son Coefficient de Variation (C V), l'essentiel de l'évolution est noté entre le mois de Janvier et mois de Mai qui part de 4 à 1,81 en passant par 4,39; 5,33 et 4,24 respectivement pour les mois de Février, Mars et Avril. Pour les mois pluvieux on note une constance qui est presque nul du mois de Juin en Octobre. Ces valeurs sont 0,57 pour Juin ; 0,41 pour Juillet ; 0,37 pour le mois de Aout ; 0,32 en Septembre et de 0,68 en Octobre. Puis on note une légère évolution de Novembre à Décembre qui passe de 2,5 à 4,32 à la station de Ziguinchor.

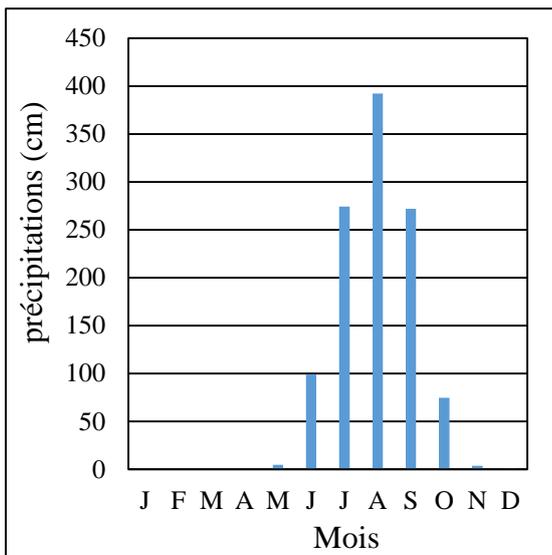
Ainsi il en est le cas pour nos autres stations d'observation. Les mois chauds ont un Coefficient de Variation plus instable que les mois humides pendant lesquels on note une constance avec une légère variation pour les mois qui coïncident avec la fin de la saison

pluvieuse. En revanche pour Sindian, une station située plus au Nord que les autres a un CV presque constant pour la saison hivernale et pour la saison des pluies à l'exception du mois de Mai. Ainsi il est de Zéro (0) pour la saison hivernale et de deux (2) pour la saison de pluies pour la série (1980-2010).

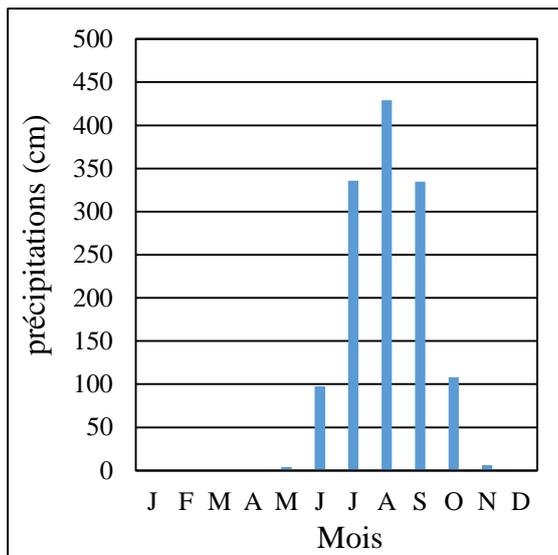
Partant du comportement de Coefficient de Variation dans nos différentes stations d'observations on peut en déduire que celui-ci est très faibles pendant les mois humides et élevé durant les mois chauds. Contrairement à l'Indice de Variation Pluviométrique (IVP) qui constitue la différence entre les maxima et les minima mensuels qui, ces valeurs sont très importants durant les mois humides. Il en est pour Ziguinchor 243,7 ; 819,3 ; 642 ; 562,4 et 354,4 respectivement pour les mois de Juin, Juillet, Aout, Septembre et Octobre. Cet indice montre la variabilité pluviométrique au sein d'un même mois. En plus cette variation es plus important pendant les mois humides que les mois secs.

L'Ecart type est très élevés pendant les mois pluvieux (Juin-Octobre). Le maximum est apparaît au mois d'Août dans tous nos stations d'observation. A la station de Ziguinchor il est de 136,4mm; de 136,7mm à la station de Bignona, de 160,1mm à la station de Diouloulou et de 70,50mm au niveau de la station de Sindian. Ce paramètre est très important car il concentre plus de 90mm entre le mois de Juin et le mois d'Octobre dans toutes nos stations d'observation.

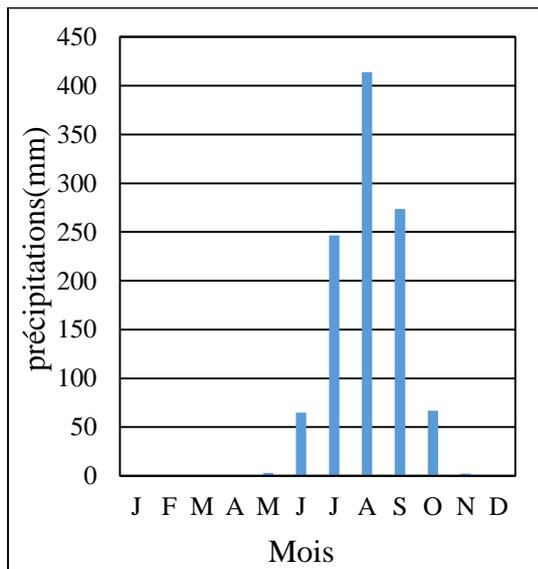
En définitive l'analyse des Tableaux 6, 7 ,8 et 9 peut nous autoriser à dire que l'hivernage commence en Mai et termine en Octobre en Basse Casamance qui appartient au domaine climatique sud Soudanien avec une forte variabilité des précipitations inter-mensuelles.



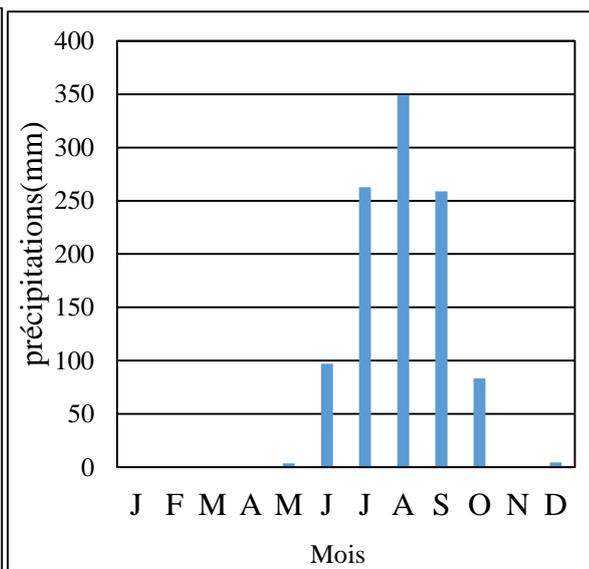
**Figure 1:** Évolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Ziguinchor de 1960 à 2016



**Figure 2:** Évolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Bignona de 1962 à 2010



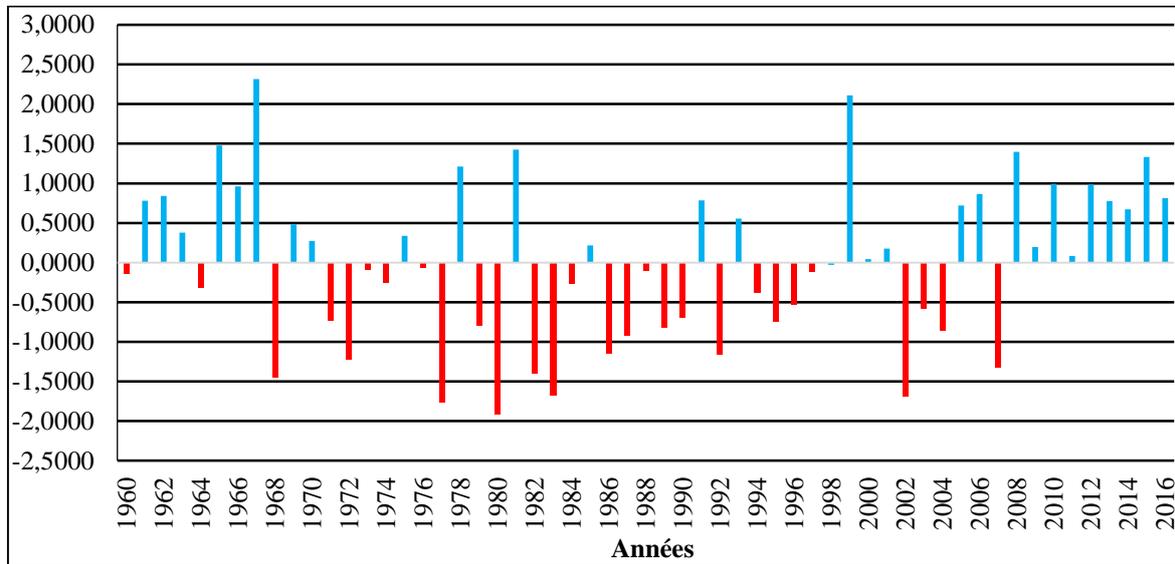
**Figure 3:** Évolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Diouloulou de 1970 à 2015



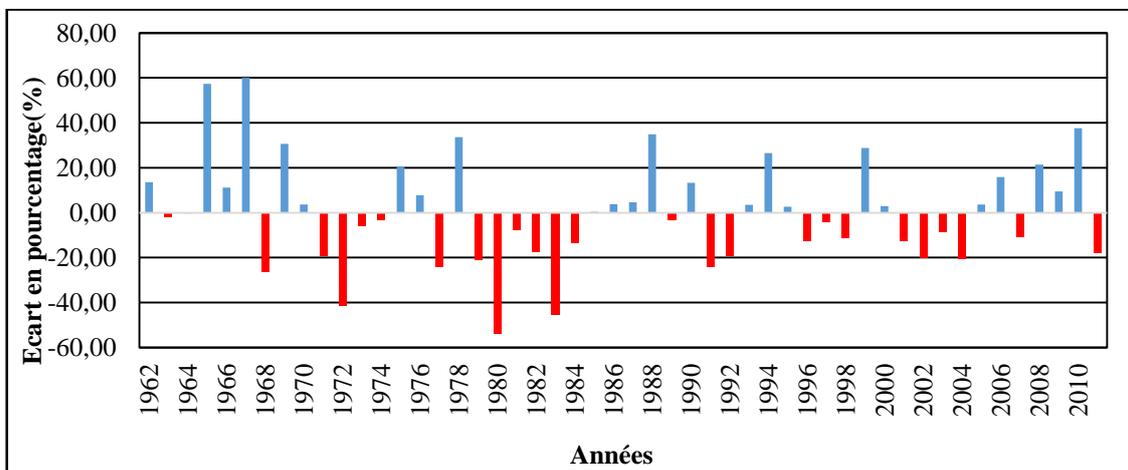
**Figure 4:** Évolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Sindian de 1980 à 2010

L'évolution des précipitations moyennes annuelles montre des années déficitaires et celles excédentaires dans tous les quatre stations d'observation que sont Ziguinchor, Bignona, Diouloulou et Sindian. Cette fluctuation entre période des années déficitaires et période des années excédentaires jouent sensiblement sur les zones de par leur disponibilité en ressources

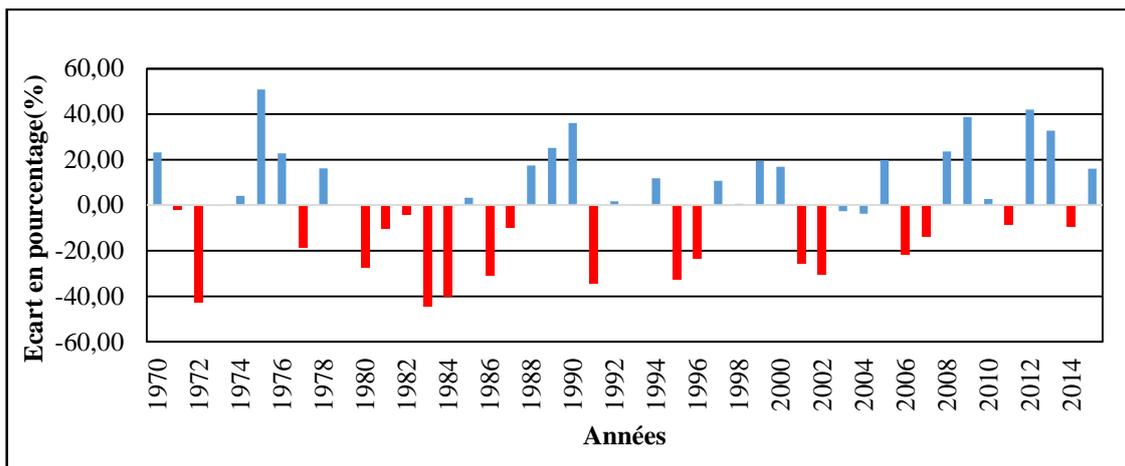
hydriques mais également sur le potentiel riche et varié qu'elles regorgent. Cette péjoration des conditions climatiques ainsi constaté, engendrée par le déficit en apport pluviométrique, est liée au changement des conditions physiques dans beaucoup de zones humides en Basse Casamance avec la salinité intense qui dégrade plus en plus le couvert végétal et les terres de culture.



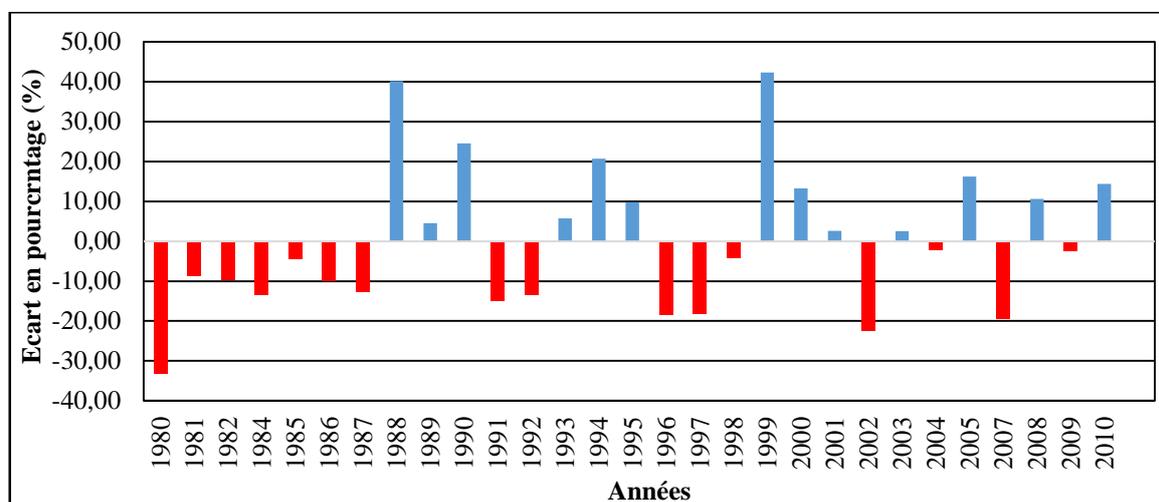
**Figure 5: Évolution des écarts à la moyenne de 1960 à 2016 des précipitations moyennes annuelles à la station de Ziguinchor**



**Figure 6: Évolution des écarts à la moyenne de 1960 à 2016 des précipitations moyennes annuelles a la station de Bignona**



**Figure 7:** Évolution des écarts à la moyenne de 1970 à 2015 des précipitations moyennes annuelles à la station de Diouloulou



**Figure 8:** Évolution des écarts à la moyenne de 1970 à 2015 des précipitations moyennes annuelles à la station de Sindian

## II. L'humidité relative

C'est la quantité de la vapeur d'eau qui se trouve dans l'atmosphère. Son étude est faite seulement qu'au niveau de la station synoptique de Ziguinchor.

**Tableau 10:** Humidité relative moyenne mensuelles à la station de Ziguinchor de de 1970 à 2015

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
UX%	77	80	84	89	92	93	96	95	99	99	97	90	91
UN%	23	23	23	29	37	50	64	67	67	60	43	31	43,1
UM%	50,3	52,3	54,5	58,9	64,6	71,3	80,0	81	82	78,1	68,6	59,2	66,8

Source : ANACIM ; 2013

UX : humidité relative moyenne maximale ; UN : humidité relative moyenne minimale ;  
UM : humidité relative moyenne ;

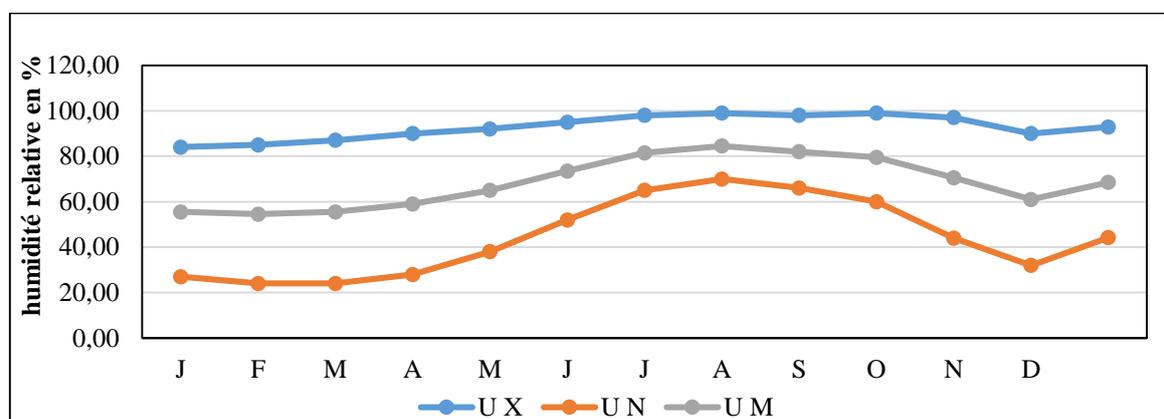
L'analyse de ce tableau 06 laisse apparaître dans sa globalité une évolution bimodale de l'humidité relative moyenne maximale (UX) et de l'humidité relative moyenne minimale (UN).

L'humidité relative moyenne minimale (UX) enregistre son maximum principal aux mois de Septembre et Octobre avec 96%. Cependant son maximum secondaire est noté au mois de Juillet avec 96%.

En ce qui concerne l'humidité relative moyenne minimale UN, son minimum principal est noté au mois de janvier qui a la même valeur que le mois Février et Mars avec 23%. Quant au minimum secondaire il est noté au mois de Décembre avec 31%.

Pour l'humidité relative moyenne (UM), les maxima apparaissent au mois de Septembre et les minima en Janvier avec respectivement les valeurs de 82% et 50,3%. Les maxima des UM apparaissent au même mois que le minimum principal des moyennes maximales (UX) avec 82%. Son minimum secondaire apparaît au même mois que le minimum principal des minima avec 50,3%.

Ainsi pour les valeurs de l'humidité relative moyenne maximale (UX), on remarque une inversion de la tendance à ce niveau. Son maximum principal apparaît en Septembre et Octobre avec 99%, tandis que son minimum secondaire est rencontré en Juillet avec 96%.



**Figure 9: Évolution moyenne mensuelle de l'humidité moyenne mensuelle à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013**

A la station de Ziguinchor, la vapeur d'eau est relativement importante dans l'atmosphère. La moyenne mensuelle des minimas est toujours supérieure à 20% pour tous les mois et dépasse rarement 80% à l'exception des mois d'Août et de Septembre qui en sont respectivement à 81% et 82%.

Pour la moyenne mensuelle des minima, son maximum principal ne dépasse pas 100%, mais supérieure à 75% durant toute la période étudiée, c'est-à-dire une série de (1951-2013). L'abondance des conditions hygrométriques peuvent être justifiée par la moyenne des maxima et celle des minima qui sont relativement élevés. Cette abondance de l'humidité dans l'atmosphère est la résultante de l'Alizé maritime qui est un vent frais et humide enregistré à Ziguinchor. Mais aussi il y'a l'abondance de la pluviométrie au niveau de cette région engendrant une saturation de l'atmosphère et concomitamment à la diminution importante de l'insolation. Ce phénomène s'explique par une abondance de la couverture nuageuse dans l'atmosphère qui est, elle-même la résultante de la circulation de mousson.

### III. Insolation

Elle se définit comme étant la durée en heures pendant laquelle le rayonnement solaire atteint le sol. L'énergie qui atteint le sol est composée de 4/10 d'énergies lumineuse et 6/10 d'énergies calorifiques.

**Tableau 11: Insolation moyenne (heures par jour) à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013**

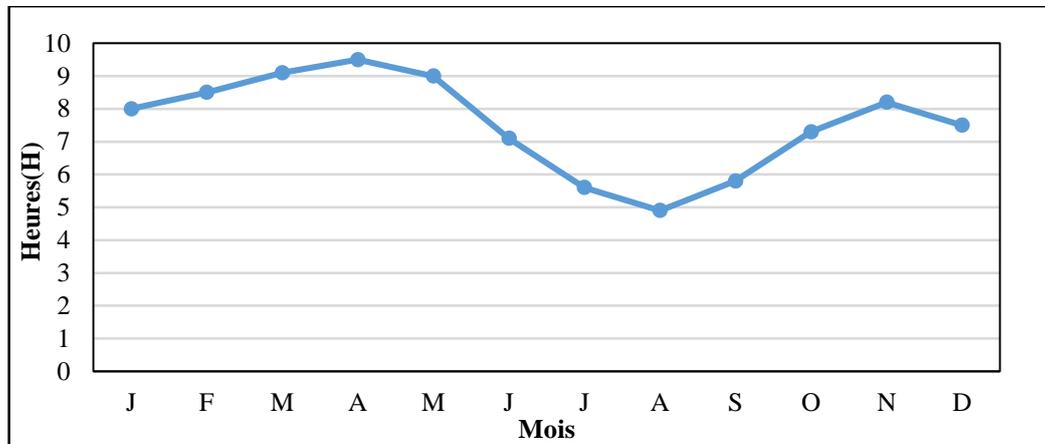
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Insolation (h/j)	8	8,5	9,1	9,5	9,0	7,1	5,6	4,9	5,8	7,3	8,2	7,5	8

**Source : ANACIM, 2013**

Synonyme de l'ensoleillement, l'insolation moyenne mensuelle en heures au niveau de la station de Ziguinchor de 1951 à 2013, laisse apparaître une évolution bimodale dans sa globalité. Le maximum principal apparaît au mois d'Avril avec 9,5 h/j et le maximum secondaire apparaît au mois de Novembre avec 8,2 h /j. Le minimum principal apparaît au mois d'Août avec une valeur de 4,9 h/j tandis que son minimum secondaire, lui apparaît au mois de Décembre avec une valeur qui est égale à 7,5 h/j.

De façon générale, l'insolation est relativement faible en saison des pluies. Cette situation est intrinsèquement liée à l'importance de la couverture nuageuse permanente ou de nébulosité plus ou moins permanente en saison pluvieuse, de la quantité des précipitations, de l'humidité de l'air (humidité relative) mais également de l'influence marine à Ziguinchor avec l'arrivée de l'Alizé maritime.

Aussi les valeurs les plus élevées de l'insolation à Ziguinchor interviennent durant le mois de Mars, Avril et le mois de Mai avec respectivement 9,1h/j ; 9,5h/j ; 9,0h/j ; ce qui peut s'expliquer par l'arrivée direct du rayonnement solaire à la terre.



**Figure 10:** Évolution moyenne (heures / jour) de l'insolation à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013

L'analyse de l'évolution de la courbe fait apparaitre dans sa globalité quatre phases: deux phases ascendantes et deux phases descendantes. La première section ascendante va de Janvier à Mai et la seconde section est comprise entre Septembre et Novembre. Pour les sections descendante, la première intervient à partir de mai jusqu'au mois d'Août, mois durant lequel on enregistre la plus faible valeur avec seulement 4,9h/j. La seconde section descendante est comprise entre Novembre et Décembre. Elle peut trouver son explication par la tombée de la rosée, le brouillard mais également par les pluies hors saison, « **pluies de mangue** » ou « **pluies de heug** ». La première quant à elle, elle est due à l'importance de la couverture nuageuse ou de la nébulosité entrainant de fortes précipitations, mais également par la forte présence de l'humidité relative.

#### IV. Évaporation

C'est un phénomène physique permettant la transformation de l'eau de son état initial (état liquide) à un état gazeux. Elle dépend de plusieurs facteurs : la température, la vitesse du vent, le rayonnement solaire, l'humidité relative mais également de la végétation.

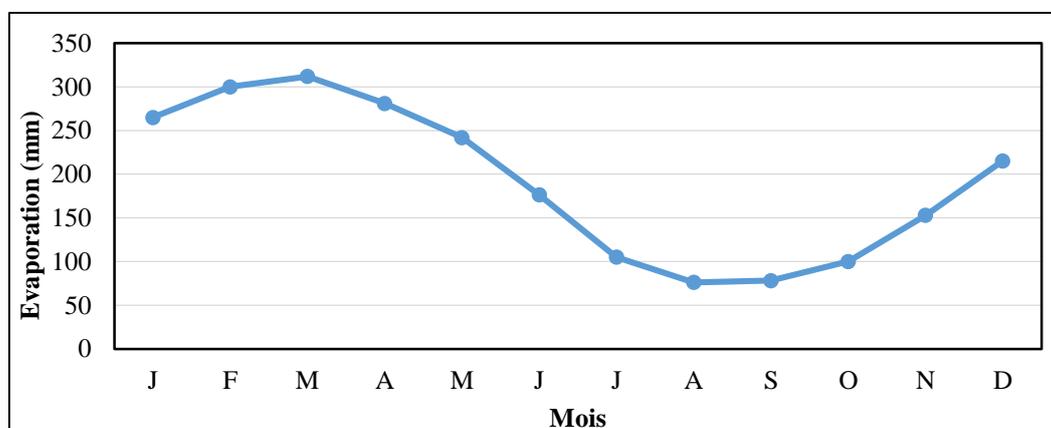
**Tableau 12: Évaporation a la station de Ziguinchor**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Evaporation	265,0	300	312	281	242	176	105	76	78	100	153	215	174

Source : ANACIM 2013

L'analyse du tableau n°12 laisse entrevoir dans sa globalité deux grandes périodes : une période où les valeurs de l'évaporation sont très élevées. Cette période va du mois de Février avec 300mm au mois d'Avril avec 281mm en passant par le mois de Mars qui enregistre 312mm. Ainsi cette phase comportant les valeurs les plus élevées de la série est due à l'importance des températures, à la vitesse du vent, à une faible quantité hygrométrique mais également à une forte insolation. Le maximum de cette période apparait au mois de Mars avec 312mm qui constitue en même temps le mois durant lequel toute la série connaît sa valeur de l'évaporation la plus élevée.

Une autre période où les valeurs sont moins élevées commence en Mai et continue jusqu'en Janvier. Ces valeurs sont surtout notées en hivernage plus précisément à partir du mois de Juin jusqu'au mois de Novembre. Elles sont de 242mm ; 176,4mm ; 105mm ; 76,2mm ; 78,3mm et 100,1mm respectivement pour les mois de juin, juillet, Aout, Septembre, Octobre et Novembre.



**Figure 11: Évolution moyenne mensuelle de l'évaporation de 1951 à 2013 à la station de Ziguinchor**

Les valeurs minimales de cette période correspondent à la saison des pluies en Casamance et le minimum est noté au mois d'Août avec 76,2mm. Il constitue en même temps la valeur la moins élevée de l'évaporation pour cette série en Casamance.

Ainsi cette baisse drastique des valeurs de l'évaporation est due à l'importance de certains paramètres climatiques tels que : l'humidité de l'air, l'abondance des précipitations en Casamance, de la faiblesse de l'insolation liée à l'importance de la couverture nuageuse.

L'analyse de la courbe d'évolution de l'évaporation à la station de Ziguinchor fait apparaître deux périodes différentes: Une période comportant des valeurs moins élevées correspondant à la saison de pluies en Basse Casamance (c'est-à-dire Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre, Octobre, et Novembre). Durant cette période certains paramètres climatiques à l'instar de l'insolation et les températures, sont relativement faibles. Ce qui induit alors à une baisse de taux d'évaporation en basse Casamance.

## **V. Les vents**

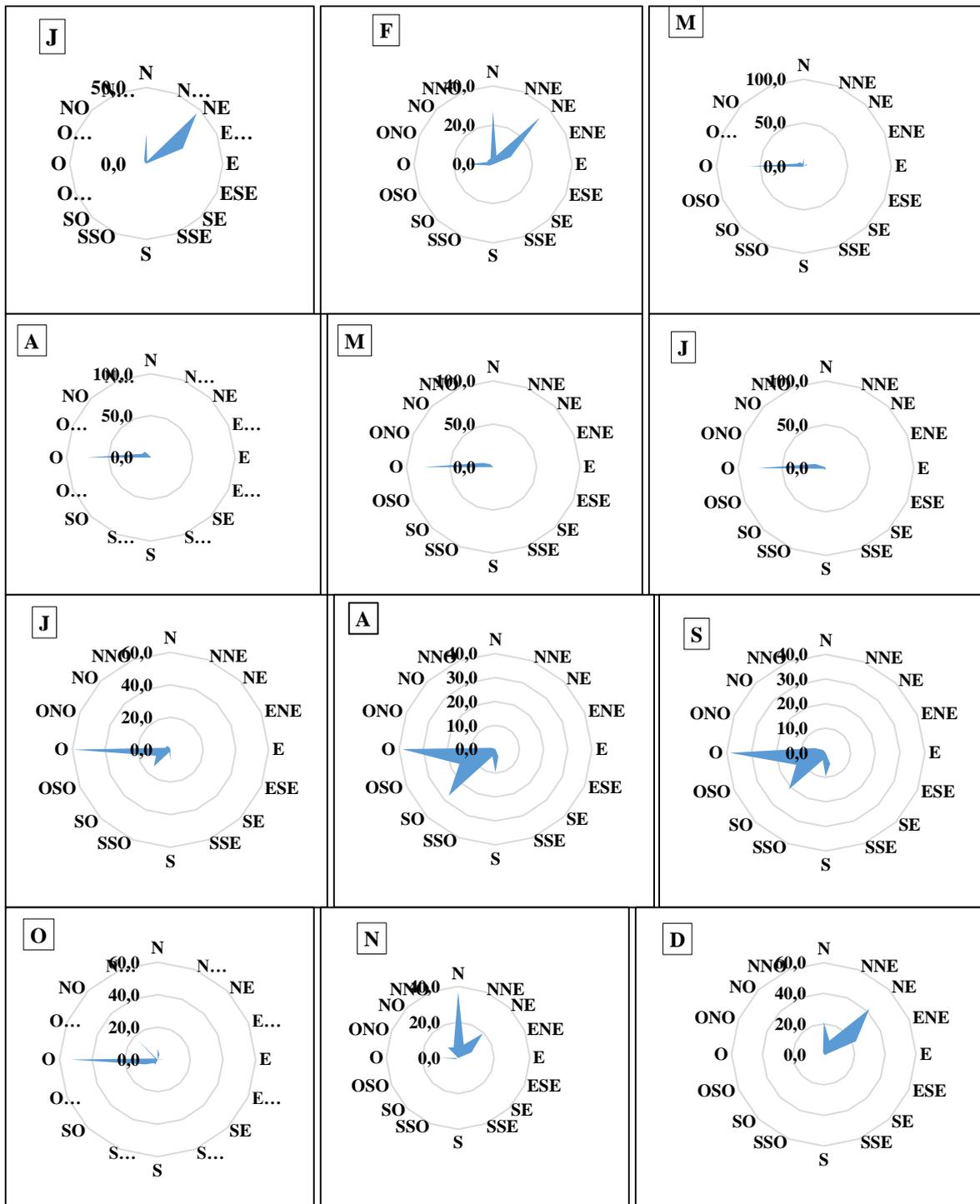
Le vent c'est de l'air en mouvement. Il circule des zones de hautes pressions (anticyclones) vers des zones de basse pressions .

Les données de vents (direction dominante et vitesse moyenne mensuelle) ne sont disponibles qu'au niveau de la station synoptique de Ziguinchor. L'analyse est faite sur une série qui allant de 1951 à 2013.

Pour la direction dominante, l'analyse fait ressortir trois sortes de flux dans sa totalité avec quelques directions secondaires. Il s'agit du flux d'Est, le flux d'Ouest et le flux en provenance du Nord avec quelques variations au niveau du quadrant N à E.

Du mois de Novembre au mois de Février, il y'a une prédominance du vent du Nord. Il s'agit principalement de l'Alizé Maritime en provenance de l'anticyclone des Açores et l'Alizé continental également appelé harmattan issue de l'Anticyclone Saharo-libyen.

Du Mars à Novembre, on note une faible présence du flux d'Est et parfois même sa totale absence. Pendant cette période le flux, le plus est un flux provenant de l'Ouest, c'est-à-dire de la Mousson avec 62,9% au mois de Mai mois qui correspond au début de son installation en basse Casamance et particulièrement à Ziguinchor. Ainsi à travers l'observation de sa direction on peut en déduire qu'il s'agit de l'Alizé maritime et également du flux de Mousson. Durant cette période seuls les vents du quadrant N à E et les vents du quadrant O à S sont enregistrés avec une large prédominance des vents d'Ouest.



**Figure 12:** Les vents dominants à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013

Pour les vents d'Ouest, la circulation est beaucoup plus sentie au mois de Mai et Juin avec respectivement des fréquences de 80,6% et 77,4% ; suivis du mois d'Avril avec une fréquence de 75,8%. En effet la direction Sud est moins importante dans cette période, elle n'est notée que seulement au mois d'Août, Septembre et Octobre à des faibles fréquences avec respectivement 6,5% ; 9,7% ; 9,7%.

Le mois de Mars et le mois d'Octobre correspondent à des périodes de transition ou des périodes d'inversion de la tendance. Le premier mois marque une transition entre la circulation de l'alizé maritime et celle de la Mousson ; le second quant à lui, marque la transition de la circulation de Mousson et celle de l'Alizé maritime.

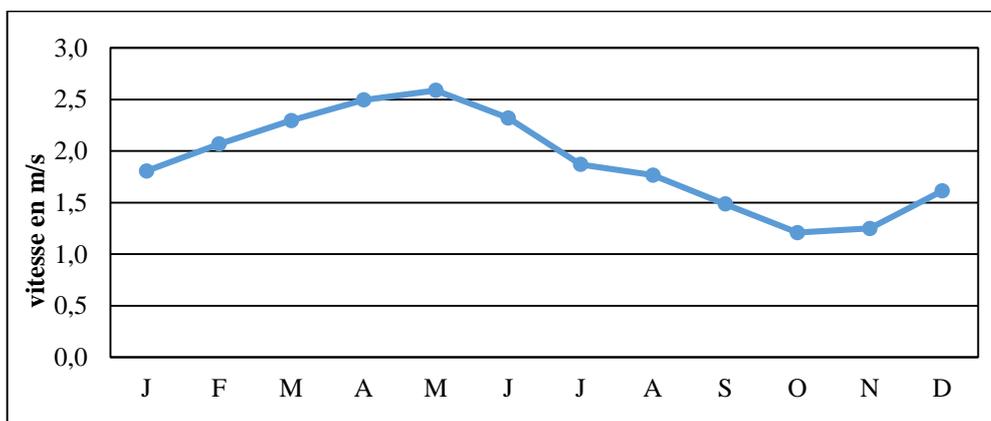
**Tableau 13: Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) à la station de Ziguinchor**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Vitesse (m/s)	1,8	2,1	2,3	2,5	2,6	2,3	1,9	1,8	1,5	1,2	1,2	1,6	2

Source : ANACIM ; 2013

Une analyse de cette courbe d'évolution fait apparaître deux phases ou deux périodes : une période pendant laquelle les vitesses moyennes mensuelles des vents sont élevées et une autre période où les valeurs des vitesses moyennes sont moins importantes.

La première période correspond à la saison sèche. Elle comprend les mois de Février, Mars, Avril, Mai et Juin qui ont respectivement 2,1 m/s ; 2,3m/s ; 2,5m/s ; 2,6m/s ; 2,3m/s comme valeur. Le maximum des vitesses moyennes mensuelles est enregistré au mois de Mai avec 2,6m/s qui constitue en même temps la vitesse maximale de cette série.



**Figure 13: Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) à la station de Ziguinchor (1951-2013)**

Cette élévation des vitesses moyennes mensuelles est due à la faiblesse du vent en teneur hygrométrique. Ce flux est dominé par une circulation d'Alizé dont l'essentiel se trouve dans le quadrant N à E.

La seconde période correspond à la saison des pluies allant de Juillet à Novembre. La vitesse moyenne mensuelle est très faible avec des valeurs de 1,9m/s ; 1,8m/s ; 1,5m/s ; 1,2m/s et 1,2m/s respectivement en Juillet, Août, Septembre, Octobre et novembre. Cette période comporte la vitesse minimale de la série qui est enregistrée au mois d'Octobre et Novembre avec 1,2m/s. La quasi-totalité de la circulation est enregistré dans le quadrant N à O. Il s'agit de la circulation de la Mousson qui est un vent chaud et humide. Sa faible vitesse au sol est due à son caractère humide rend certains paramètres climatiques comme la température et l'insolation faible en basse Casamance. A la station de Ziguinchor, on note une absence totale de la circulation de l'Alizé continental ou harmattan pour la série de 1951 à 2013.

### **Conclusion partielle**

L'analyse de certains paramètres climatiques tels que la température, les précipitations, les vents, l'humidité relative, l'insolation et l'évaporation permet d'avoir un aperçu d'une manière globale sur le climat qui sévit dans les zones humides de la basse Casamance et particulièrement dans le bassin versant du marigot de Baila. En effet l'analyse de ces paramètres permet de caractériser le type de climat dans le bassin versant du marigot. L'évolution des paramètres climatiques dans le temps liée au déficit en apport pluviométrique et en écoulement est à l'origine des changements des conditions physiques déterminant l'hydrologie des zones humides au Sénégal et plus particulièrement en basse Casamance. Cependant le climat de la zone reste toujours dominé dans sa globalité par l'influence marine. En effet le climat de la Basse Casamance est toujours considéré comme étant de type Sud Soudanien (Brigaud, 1965 et Michel, 1973) qui se définit par des précipitations supérieures à 1500mm, une période d'environ 6 mois, une Température moyenne Maximale de 30°et une hygrométrie élevée en saison des pluies. Mais également (Rodier, 1964) le dénomme d'un climat tropical de transition d'Afrique de l'Ouest. Donc force reste de constater que les paramètres climatiques précités sont irrévocables dans la caractérisation et la détermination du climat. Chaque élément à travers sa propre partition joue un rôle déterminant dans l'étude hydrologique.

## **DEUXIÈME PARTIE : L'HYDROLOGIE DU BASSIN DU MARIGOT**

Dans cette partie, l'étude a porté sur deux aspects principaux : les facteurs de l'écoulement d'une part et la caractérisation du potentiel hydrique disponible au niveau du bassin du marigot d'autre part.

Elle met en exergue les paramètres stables de l'écoulement et les des différents types d'écoulement du bassin versant, mais aussi elle permet de montrer les différents mécanismes hydrologiques à travers certains paramètres comme l'Evapotranspiration potentielle et réelle. Cette disponibilité est aussi caractérisée par le comportement journalier du niveau de l'eau dans le marigot.

## **CHAPITRE I : FACTEURS ET TYPES D'ÉCOULEMENTS DANS LE BASSIN DU MARIGOT DE BAILA**

Ce chapitre nous a permis de montrer les facteurs de l'écoulement (la géologie, la géomorphologie, le relief, la végétation, le climat et l'action anthropique) d'une part et d'autre part d'étudier les différents types d'écoulements qui sévissent dans cette zone.

### **I. LES FACTEURS STABLES DE L'ÉCOULEMENT**

La réponse hydrologique d'un bassin versant dépend de l'influence des facteurs de l'écoulement qui sont :

Les facteurs stables liés à la forme du bassin (géologie, géomorphologie, l'hydrogéologie, végétation, relief et sol) ;

Le climat à travers le régime pluviométrique du bassin et ses différentes composantes que sont la répartition spatiale et temporelle de la pluie, son intensité et sa durée dans le temps (Faye ; C, 2013).

#### **1.1. Géologie du bassin**

Les études de (Dia et al, 1969; Splengler et al, 1966 ; Tessier et al, 1975 ; Wissmann, 1982 ; Michel, 1971 ; Castelain, 1965) ont permis d'avoir un aperçu sur la structure géologique du bassin Sénégal-mauritanien en général et le bassin de la Casamance en particulier.

Il est généralement constitué des terrains tabulaires méso-cénozoïques discordant sur les formations géologiques plus anciennes. Très minces à l'Est mais s'épaississant vers la côte atlantique pour atteindre plus de 7000 mètres ces terrains qui ont fait l'objet d'une synthèse stratigraphique sont recouverts en grande partie par un faciès d'altération du Cénozoïque (Tessier et al, 1975).

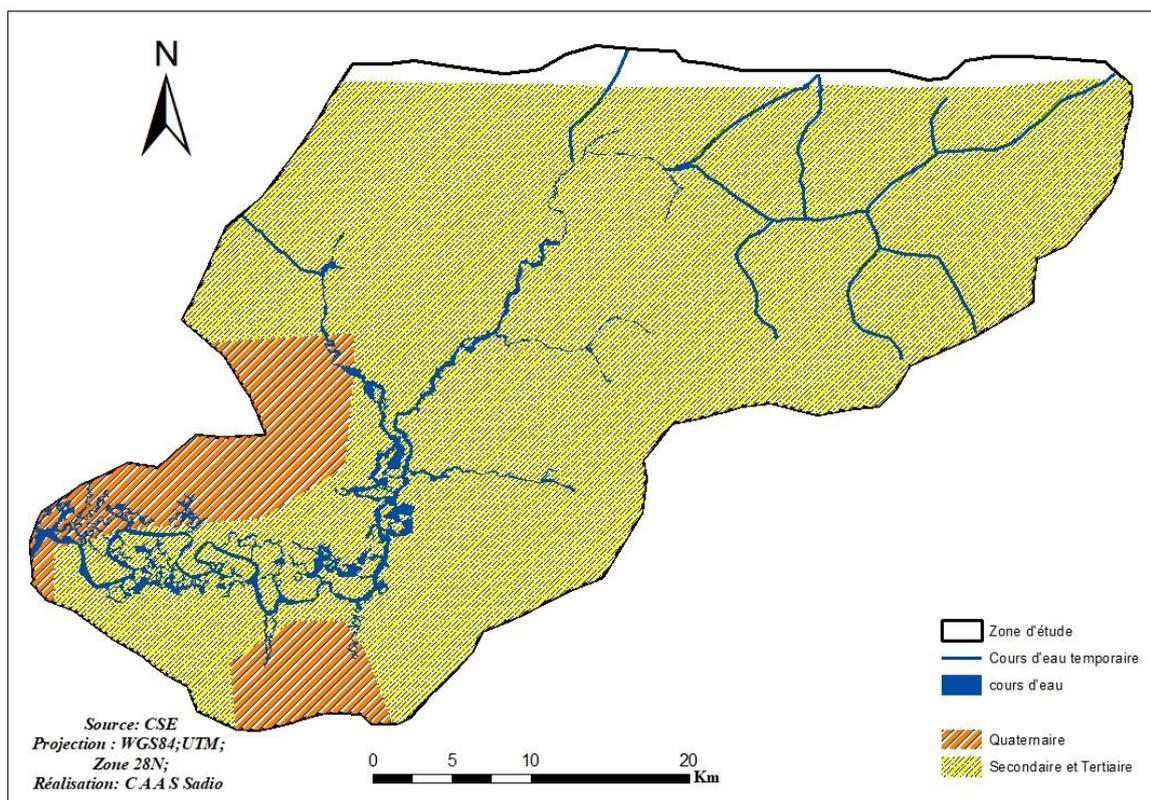
Les affleurements les plus anciens appartiennent au Sénonien et au Paléogène et sont localisées dans le dôme de Ndiass, la presqu'île du Cap-Vert, la région de Thiès, la vallée du fleuve Sénégal et de la Guinée Bissau. Cependant de nombreux forages pétroliers ont permis d'atteindre des sédiments du crétacé inférieur et du Jurassique supérieur (Castelain ; 1965).

La majeure partie du Sénégal est constitué d'un vaste bassin sédimentaire. A la latitude du fleuve du Casamance, le socle cristallin affleure qu'en hauteur de 300km de la mer. Les formations sédimentaires remplissent dès le secondaire le vaste golfe Sénégal-mauritanien dont la plus large extension aurait été au Lutétien (Michel, 1971).

Un très grand mouvement de subsidence a eu lieu depuis la fin de l'Eocène, à l'Ouest d'une flexure situé en Moyen Casamance. En effet, alors que les dépôts du Secondaire et du Tertiaire atteignent plusieurs milliers de mètres en Basse Casamance, ils n'ont plus que 400 à 600m d'épaisseur en Haute Casamance. Le Miocène s'est caractérisé par des mouvements de tectoniques responsables des coudes brusques affectant le cours de la Casamance et les différents affluents. Les séries de régression et de transgression de la mer sont notés laissant en place des dépôts de sédiments. Ces dépôts sont principalement notés en milieu continental formant du grés-argileux bariolés. Ce matériau est souvent trouvé dans des couches d'argiles à dominance kaolinique et déposés sous l'action d'un climat tropical à tendance aride, à pluviométrie irrégulière, en période de rhexistase. Dans sa partie estuarienne (Oussouye), ce matériau formant le Continental Terminal (CT) a été modelé et ondulé dans les bas plateaux. En revanche dans la partie Nord (Bignona), le plateau est tranché en dessous des sédiments récents par un système de tailles plusieurs niveaux cuirassés, à travers les entailles du réseau hydrographiques.

Des mouvements de tectoniques, de Miocène, ainsi peut être que d'autres plus récents, seraient responsables des couches brusque qui affectent les cours de la Casamance et de son affluent principale qui se trouve être le Soungrougrou. De nombreux mouvements de mer, régression et de transgression ont depuis très longtemps affecté cette région de l'extrémité Ouest-Africaine.

La Basse Casamance du point de vue géologique est bien rattachée au Bassin sédimentaire Sénégal-mauritanien. Elle constitue la partie méridionale de ce golfe sédimentaire et est occupée principalement par les formations sédimentaires du secondaire et qui connaît sa plus grand extension au Lutétien (Michel ; P, 1971). Les travaux de reconnaissance pétrolière et les forages d'eaux montrent que les dépôts marins à niveaux fossilifères du crétacé sont épais à l'Ouest. Le forage de Balandine est arrêté à 4105m dans l'Aptien. Ils sont surmontés par les séries marines allant du tertiaire au Miocène Moyen à Ziguinchor (Malou, 1992).



**Carte 2 :** Esquisse géologique du bassin versant de la vallée de Baila

### 1.1.1. La sédimentologie ou origine de ces matériaux

L'alluvionnement actuel et récent est lié à des phases érosives dans le bassin versant de la Casamance, tout entier constitué de formations gréso-argileuses du continental terminal mi-pliocène.

L'étude des sols rouges des plateaux par Fauck ,(1971) et Tobias, (1965) a montré que l'altération des dépôts sablo-argileux et la pédogénèse rubéfiante qui a suivi, sont responsables d'une part de l'appauvrissement en éléments fins des horizons supérieurs, produisant un matériau riche en sables quartzeux, d'autre part de la constitution d'horizon B riches en pseudo-particules, accompagnées de la formation de cuirasses ferrugineuses en profondeur.

On observe que les dépôts de la zone alluviale, se séparent en sédiments grossiers et fins. Les premiers les plus anciens pourraient provenir de l'ablation des horizons supérieurs des sols appauvris et formeraient les terrasses sableuses adossées aux plateaux. Les seconds proviendraient au contraire du décapage des horizons surmontant la cuirasse. Celle-ci affleure assez souvent en amont d'une ligne, Oupouel-Diatang. Au niveau d'Oupouel nous avons par ailleurs observé en place un grès ferruginisé.

Dans le domaine fluviomaritime réducteur, les pseudo-particules libérées de leur ciment ferrugineux donneraient de l'argile et les sables fins, tandis que les grains de Quartz plus grossiers et fortement ferruginisés dans le sol rouge seraient progressivement pulvérisés et finalement partiellement dissous.

Ces deux types de matériaux, grossiers et fins sont donc d'origine essentiellement continentale et présentent peu de façonnement marin. L'éolisation est très fréquenté dans la zone d'étude, et doit être liée à des épisodes arides du quaternaire (programme de développement de la vallée de Balla en Casamance).

## **2. La géomorphologie du bassin**

Les études menées par Michel ; (1959) ; Michel ; (1960) ; Michel ; (1971), ainsi que le rapport final du programme de développement de la vallée de Baila nous ont permis de décrire l'histoire géomorphologique de notre zone d'étude.

Elle peut s'expliquer par une série de régressions et de transgressions. Elles ont permis le creusement des vallées secondaires enfoncées en "doigts de gant" dans les plateaux reliques et le découpage des terrasses mises en place lors des périodes transgressives intermédiaires, les autres la construction de ces terrasses sableuses de diverses altitudes et le remplissage de l'ensemble de la zone par des sédiments sablo-vaseux (le plus souvent de granulométrie fine).

Les formations superficielles alluviales se répartissent ainsi à un ensemble de terrasses sableuses :

- terrasse supérieure (5 à 8 mètres) ourlant généralement les plateaux du Continental terminal ;
- Terrasse moyenne (4m) adossée à la précédente ;
- Terrasse de 2m fragmentée ;
- ✚ ensemble des basses terrasses sableuses (souvent en bordure des terrasses sableuses) dont l'altitude varie de 0,5m à 1 mètre au-dessus du niveau moyen,
- ✚ ensemble des vasières à mangroves et des tannes.

Dans la vallée de Ouagaran et dans la partie amont du Marigot (au-dessus de Djibidione), il nous a été donné d'observer une terrasse argileuse réduite (20 à 40cm), par rapport à celle de Balingore.

La mise en place des dépôts du Continental Terminal est liée à l'érosion des régions soulevées des hauts bassins du Sénégal et de la Gambie (Michel, 1959). Ce sont les produits altérés ruisselés qui ont donné naissance à l'immense nappe de recouvrement qui est le continental terminal.

Ces sédiments donnent un modelé de bas plateaux à surface très plane. On descend par des versants très doux jusqu'aux talwegs. Par place, des affleurements de cuirasses ferrugineuses forment un petit ressaut de 0,50 à 1mètre de haut (Oupouel).

Le Marigot de Baïla est en eau toute l'année. Le reste du réseau est formé des cours d'eau plus ou moins temporaires qui tiennent plutôt de la colature.

L'écoulement n'est fonctionnel sporadiquement qu'en saison pluvieuse. Les axes de drainage se terminent par des plaines marécageuses souvent de grandes étendues, plus ou moins colmatées, plaines qui les relient aux cours d'eau permanents. Les plateaux ont une topographie plane. Les pentes qui sont en rapport avec les axes d'écoulement des eaux sont longues et généralement inférieures à 2%. Le centre des plateaux est extrêmement plane, parfois déprimé et mal drainé.

Un remblayage le plus souvent sableux, parfois un peu argileux, jalonne les colatures. Ces dernières se raccordent à des plaines envasées par des alluvions marines salées.

Autour des plateaux, les pentes sont coupées par des affleurements de cuirasses ferrugineuses. Ces cuirasses sont au nombre de deux et sont mises à l'affleurement pratiquement partout dans la partie amont entre 27-29 mètres (ceci est peu le cas sauf très en amont) et 11-15 mètres (Ouagaran). Nous en avons en mode plus détaillé :

➤ **Les versants et terrasses**

C'est la zone de transition, peu marquée dans la topographie, entre les bas-fonds et la surface de plateau. Elle se compose de replats et de raccords entre les surfaces planes donnant ainsi des terrasses au nombre de deux. La morphologie est cependant très atténuée.

➤ **La terrasse marine de 2 à 5 m:**

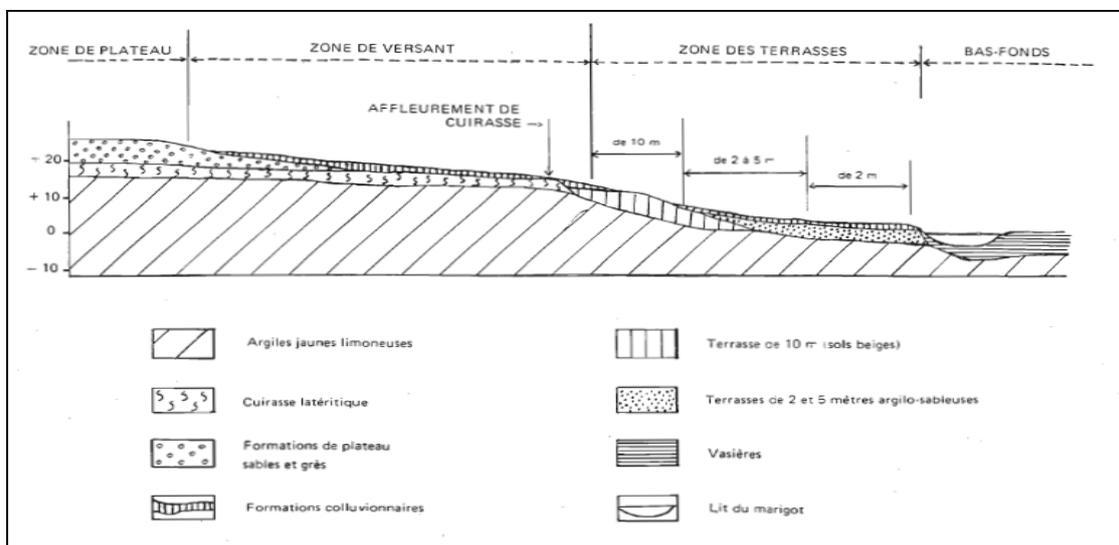
Elle cerne le pourtour des bas-fonds du marigot et de ses affluents. Le paysage est fait de sables très clairs, gris blancs, situés au-dessus des surfaces inondables, à une altitude variable de 2 à 5 m. L'épaisseur approximative de cette terrasse est de 12 à 15m, et le creusement

actuel des lits des marigots atteint la base de la terrasse. En surface elle se dégrade morphologiquement à l'approche du marigot pour se raccorder avec la surface aquatique.

➤ **La terrasse de 10 m:**

Elle se situe en bordure du plateau et à la limite du niveau précédent c'est-à-dire de 2 à 5 m. Il s'agit d'une terrasse sableuse d'origine marine. Son altitude relative varie entre 7 et 12 m, décroissante en direction des bas-fonds et croissante vers le plateau.

Toutes ces terrasses sont des surfaces d'accumulation recevant les colluvions provenant des parties supérieures. Elles sont séparées par des zones de raccordement de très faible pente, pauvres en végétation et recouvertes de colluvions sableuses quasi-stériles.



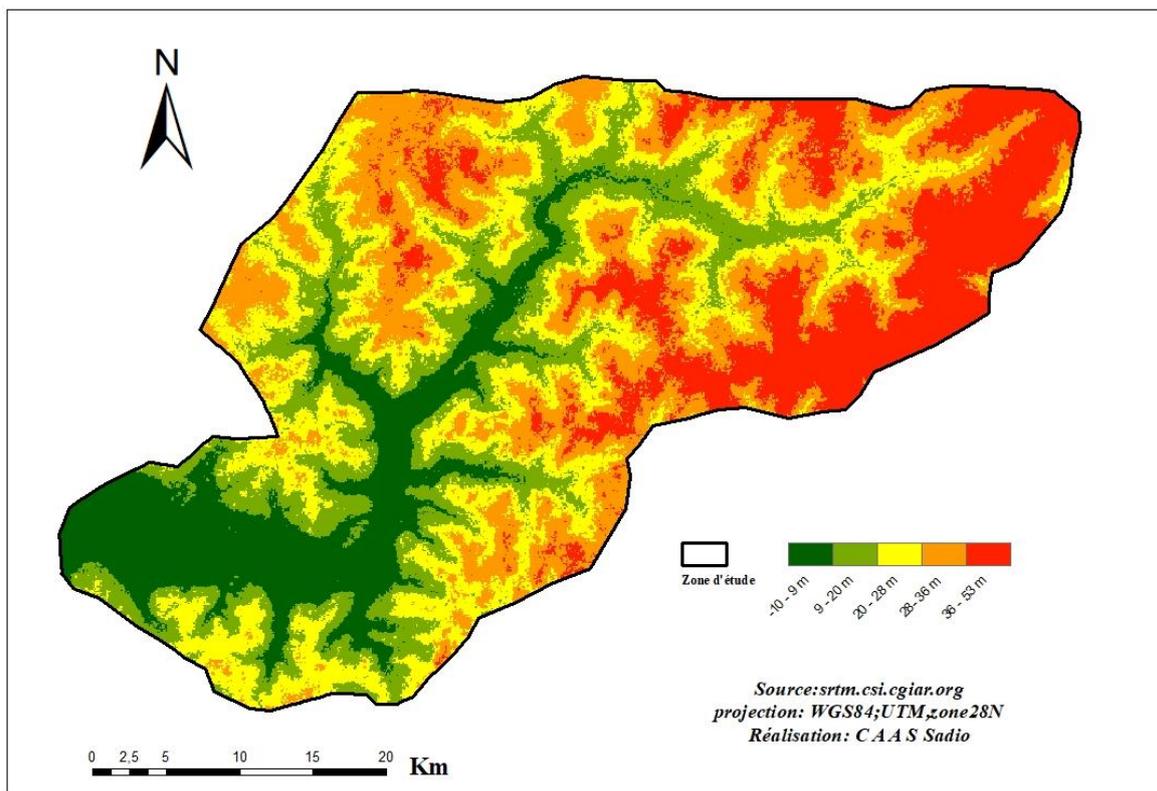
**Figure 3: Aperçu géomorphologique de la moyenne vallée du marigot de Baila (d'après Gallaire. M ; Aubrun. A et Angaleng. M)**

### 3. Le relief

Le relief au niveau du marigot est assez mou, car le point culminant se trouve à moins entre 40 et 53 m et cela ne confie nullement pas à ce marigot un drainage assez important. Les endroits les plus hauts des plateaux ont une végétation arbustive et arborée assez dense (voir carte n°2). En effet ces hauteurs évoluent en fonction des saisons, sauf au niveau de la zone de culture du riz, arachides, maïs, sorgho mais également dans la zone colonisée par les palétuviers à l'instar des *Avicennia* et *Rhizophora*. Entre les deux terrasses emboîtées (2 à 10 mètres) se trouve une zone de transition ou raccord de transition qui les relie entre elles et aux zone de plateaux.

La terrasse de 2 mètres est constituée de sables très clairs et gris blancs d'origine marine qui se distinguent très nettement dans le paysage au-dessus des zones inondables. Elle se trouve dans la terrasse supérieure à 10 mètres dont la surface d'érosion se trouve à moins de 10 mètres par rapport au niveau du marigot. De 2 à 5 mètres d'altitude relative, cette zone abrite les peuplements de palmiers à huile et de Kapokiers (Malou 1992).

Ainsi la pente moyenne transversale apparaît faible et évolue peu de l'aval vers l'amont. Elle est de 1,2% à la station de Baila, de 1,4% à Balandine, 1,51% à Djibidione. En amont de Djibidione, la pente moyenne décroît et où la valeur est déterminée au niveau de Baila qui est de 1,2%. Enfin sur l'intervalle Toukara-Djibidione (24km), la pente décroît de 0,0125%, de Djibidione à Balandine (8,5km), elle décroît de 0,0027%, de Balandine à Baila (18km) la valeur de la décroissance est de 0,0009%, et enfin de Baila Karthiack sa décroissance est insignifiante 0,0002%.



**Carte 3: Modèle Numérique d'Altitude du bassin du marigot de Baila**

### **3.1. Le plateau**

Le plateau au sens large se compose de la surface d'origine plus ou moins bien conservée (plateau stricto sensu) et de la surface dégradée.

#### **3.1.1. Plateau stricto sensu**

Le glacis d'origine est, à peu près bien conservé sur les lignes d'interfluves, où il se présente sous forme de lanières sinueuses ou de placages circulaires.

Les limites sont incertaines car la surface d'origine se dégrade latéralement progressivement. Cette surface est généralement couverte par la forêt. Ce sont des sables rouges vifs ou indurés, d'aspect gréseux, mais généralement recouverts par un remaniement superficiel sableux meuble, de couleur rose à rose-crème.

Entre Zéro (0) et vingt (20) mètres de profondeur, on y trouve à la base de sables rouges, un horizon latéritique induré mais relativement fragile, avec des pisolithes aspect de gravillons) de couleur rouille et cimentés par un liant de couleur claire.

Ce niveau assure l'ossature et la conservation du 4<sup>ème</sup> niveau dont l'altitude relative croit de l'aval vers l'amont de 25m à plus de 40m.

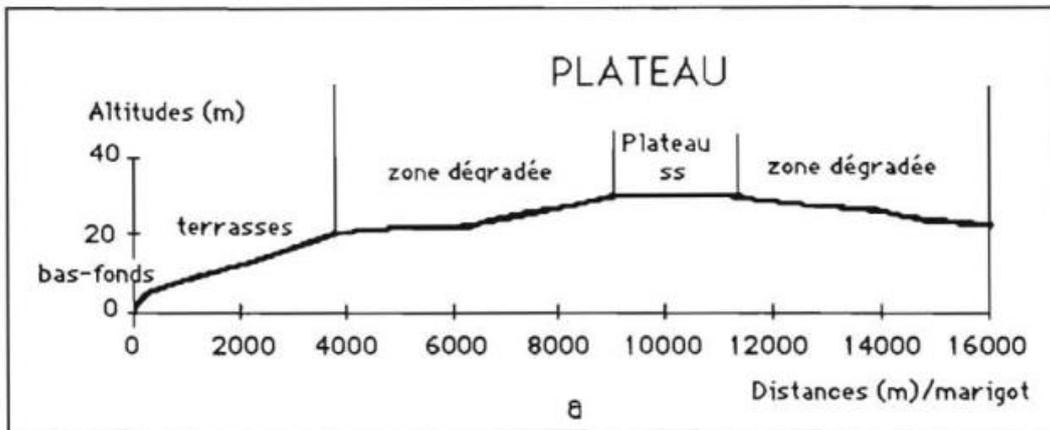
#### **3.2.1. La surface dégradée du plateau**

Les sables rouges sont facilement érodables et la plus de grande partie du plateau est recouverte de par de sables meubles remaniés par le ruissellement et le vent. La couleur d'ensemble est claire avec une nuance rose. Le niveau latéritique continue avec à faible profondeur. Il affleure à la faveur d'une dépression topographique mais assez rarement dans la zone étudiée.

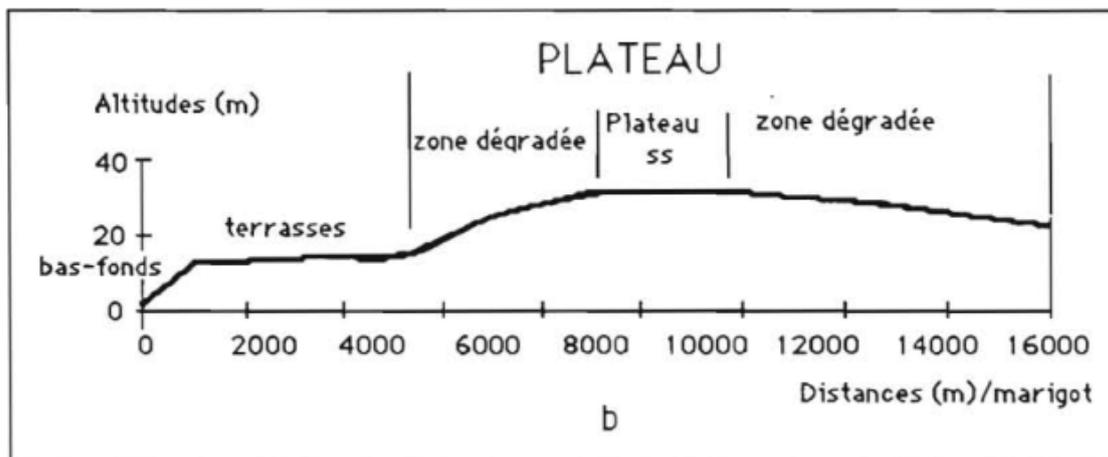
A l'air libre le niveau latéritique devient cuirassé et a la possibilité de donner des blocs abondants dans la région en amont du bassin.

Il comprend la partie haute des versants, qui est un glacis d'érosion recouvert de sables rouges colluvionnés, surmontant un niveau latéritique induré mais relativement fragile, de couleur rouille et cuirassé lorsqu'il affleure, d'une part, et d'autre part la zone de plateaux, partie culminante du relief, couverts de sables rouges à aspect gréseux, peu colluvionnés (Dacosta ; H,1983). Ces matériaux du CT sont recouverts par un manteau superficiel de sables

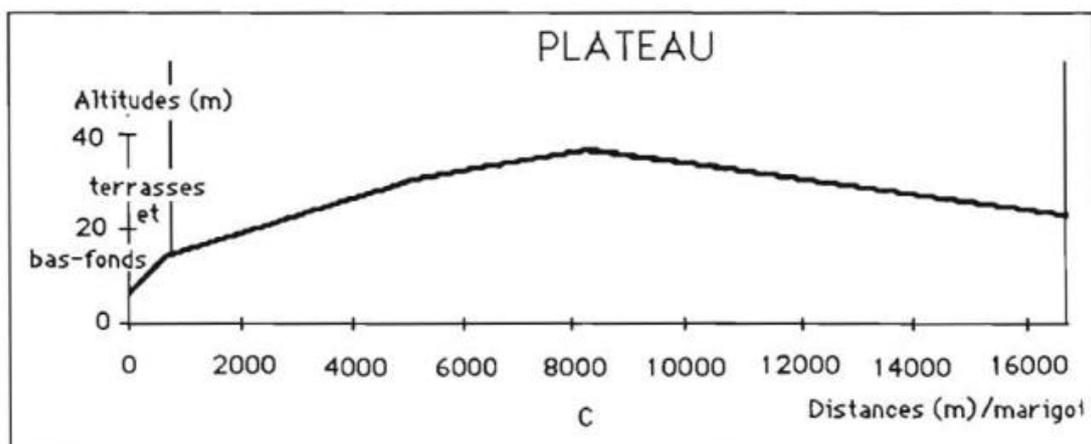
rose à rose crème. Vers 20 mètres de profondeur, on y trouve, à la basse des sables rouges, un horizon de latérite enduré.



**Figure 4:** Profil morphologique du bassin de Baila : coupe transversale du marigot/plateau à Balandine (Source : ORSTOM)



**Figure 5:** Profil morphologique du bassin de Baila : coupe transversale du marigot/plateau à Djibidione (Source : ORSTOM)



**Figure 6:** Profil morphologique du bassin de Baila : coupe transversale du marigot/plateau à Toukara (Source : ORSTOM)

#### **4. Les sols de la végétation et de tannes**

Ce sont des sols des mangroves récentes où les *Rhizophora* dominent les *Avicennia* qui se trouvent au bord des berges du marigot principal, des marigots secondaires ainsi que des diverses particules. Ces sols sont généralement argileux mais on peut constater dans certains cas des variations verticales dans un profil. Ces sols, pour la plupart très fibreux, sont riches en matières organiques à C/N élevé et soufre dont, la plus grande partie est sous forme de pyrite (selon la classification d'Aubrun et Marius). Ces sols sont à l'état actuel sont inutilisés à la culture du riz car la riziculture a été tentée mais automatiquement abandonnée à cause de l'acidité des sols. Ils semblent être impropres à tout aménagement. En revanche ils supportent quelques pieds de mangroves arbustives le long du marigot.

##### **4.1. La pédogenèse**

Il faut distinguer deux domaines selon Dacosta (1983): la zone de mangroves soumise à l'influence maritime, le domaine des versants et le plateau.

Dans la zone de mangroves, le facteur dominant de la pédogenèse est le soufre auquel s'ajoutent les sels solubles. En effet tous les sédiments marins de cette zone se caractérisent par l'accumulation en leur sein, et plus particulièrement au niveau des racines des palétuviers *Rhizophora*, des pyrites (sulfures de fer) qui proviennent de la réduction des sulfates de l'eau de mer en milieu anaérobie sous l'influence des bactéries sulfato-réductrices. Les ions  $S^{2-}$  formés réagissent avec le fer apporté par les sédiments. Et c'est l'oxydation des composés réduits du soufre et notamment de la pyrite qui est à l'origine de l'acidification de ces sols et ce fait constitue le facteur-clé de l'évolution des sols de mangroves. L'accumulation de la pyrite est très élevée sous *Rhizophora* (jusqu'à 10) causée par la profondeur et la densité de son système racinaire, alors que sous *Avicennia* elle est secondaire. C'est donc un matériau très organique, fibreux, riche en pyrites et en eau, qui va évoluer par suite des modifications progressives du régime hydrique, de l'aération et de la salinité.

La submersion fréquente des berges, à laquelle s'ajoute une forte rétention d'eau grâce à la présence de grandes quantités de matières organiques, met en place le processus de salinisation. Ainsi tous ces sols subissent une salinisation directe soit par les marées, soit par les nappes qui sont elles-mêmes alimentées par les marées en saison sèche.

Dans la nappe phréatique de ces sols, la salure passe de 15 à 50g/l. Ce processus détermine, dans une certaine mesure, les caractères des sols et la répartition des formations végétales dans cette zone.

Par contre, au niveau des versants et du plateau, la pédogenèse est liée aux phases érosives ayant affecté les formations grés-argileuses du Continental Terminal et dont les produits se retrouvent sur les versants.

#### **4.1.1. La répartition des sols et de la végétation**

Précisons que l'influence édaphique est ici primordiale pour la répartition des formations végétales. En fonction de la nature du sol, du régime hydrique et de la qualité des eaux, divers groupements sont distingués.

##### ➤ Les sols de Mangroves

Ces sols se situent entre les berges du marigot et les tannes. Ce sont des sols très riches en matières organiques, formées de fibres, radicelles qui donnent à l'ensemble une structure spongieuse.

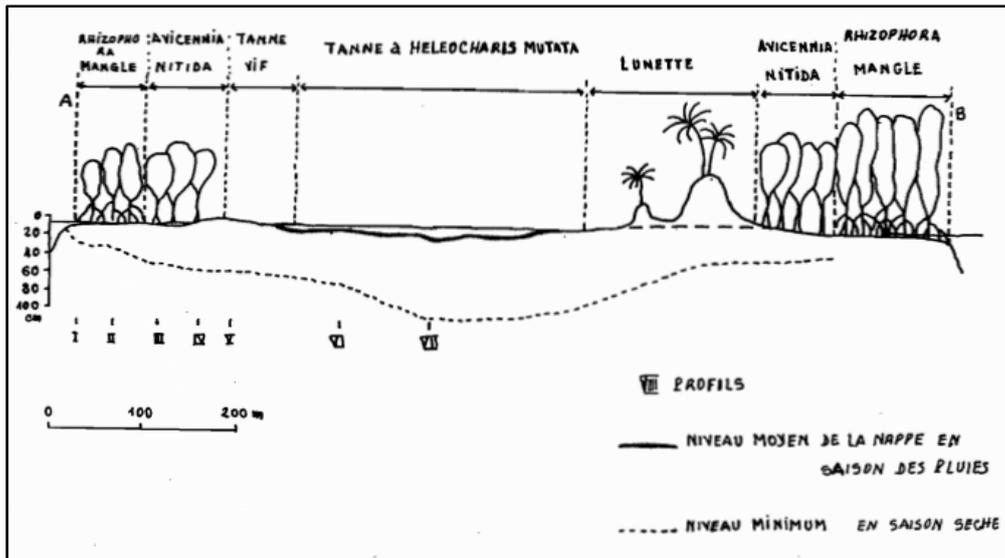
Le profil, uniformément gris, devient de plus en plus clair en s'approchant de tanne à cause de la diminution de la matière organique, tandis que l'acidité du sol évolue en sens inverse. La végétation connaît une certaine zonation.

En partant de la berge, on a successivement :

- Rhizophora mangle associés à Sesuvium portulacastrum
- Avicennia nitida avec quelques Rhizophora rabougris, plus des Scirpus littoralis à l'écart des palétuviers.

On note l'existence d'un sol de mangroves hydromorphes à coquilles d'huîtres et racines fossiles d'Avicennia à Badiana, et cela au niveau d'une tanne herbu colonisé par les Heleocharis et les Phragmites.

On y observe des baobabs (*Adansonia digitata*) très souvent en relation avec les horizons à coquilles d'huîtres dans la mangrove. Ces sols de mangroves ont une capacité de rétention d'eau allant de 300 à 150% par rapport au sol séché (Vieillefon, 1977) cité dans Jean-Claude Olivry et Dacosta ; H.



**Schéma 1:** Coupe topographique de la séquence de Balingore

D'après Viellefon ; J.

➤ **Les sols de Tannes**

A ce niveau les sols sont dominés par des vasières anciennes fonctionnelles, sols hydromorphes organiques plus ou moins tourbeux avec sols halomorphe et des vasières anciennes partiellement dénudées, sols halomorphes salins acidifiés, et des sols hydromorphes organiques.

Ils se caractérisent par une salinité excessive résultant de l'évolution des sols de mangrove, d'où l'existence, en profondeur, de la vase grise, réduit riche en racines et fibres des Rhizophora. Ces sols sont quasi-inexploitables, actuellement constitués de rizières. Ces sols occupent les basses et moyennes terrasses. Au niveau des tannes vives, l'excès de sel ne permet pas le développement de la végétation. En revanche dans les zones dépressionnaires, dessalées par les eaux de pluies, on trouve une végétation herbacée composée d'*Heleocharis caribea* et *mutata*, espèces halophiles associés à *Sesuvium portulacastrum*, *Philoxerus vermicularis*, *Paspalum vaginatum*, *Scirpus littoralis*. Leur capacité de rétention d'eau est de l'ordre de 40 % (Jean-Claude Olivry et Dacosta ; H, 1984).

➤ **Les sols des pentes et des terrasses**

Ces sols sont principalement dominés par la présence des sols des terrasses colluvio-alluviales, vallons fonctionnelles, sols peu évolués et sols hydromorphes sur matériau

colluvial et des terrasses colluvio-alluviales, vallons fonctionnels, sols hydromorphes sur matériau alluviales.

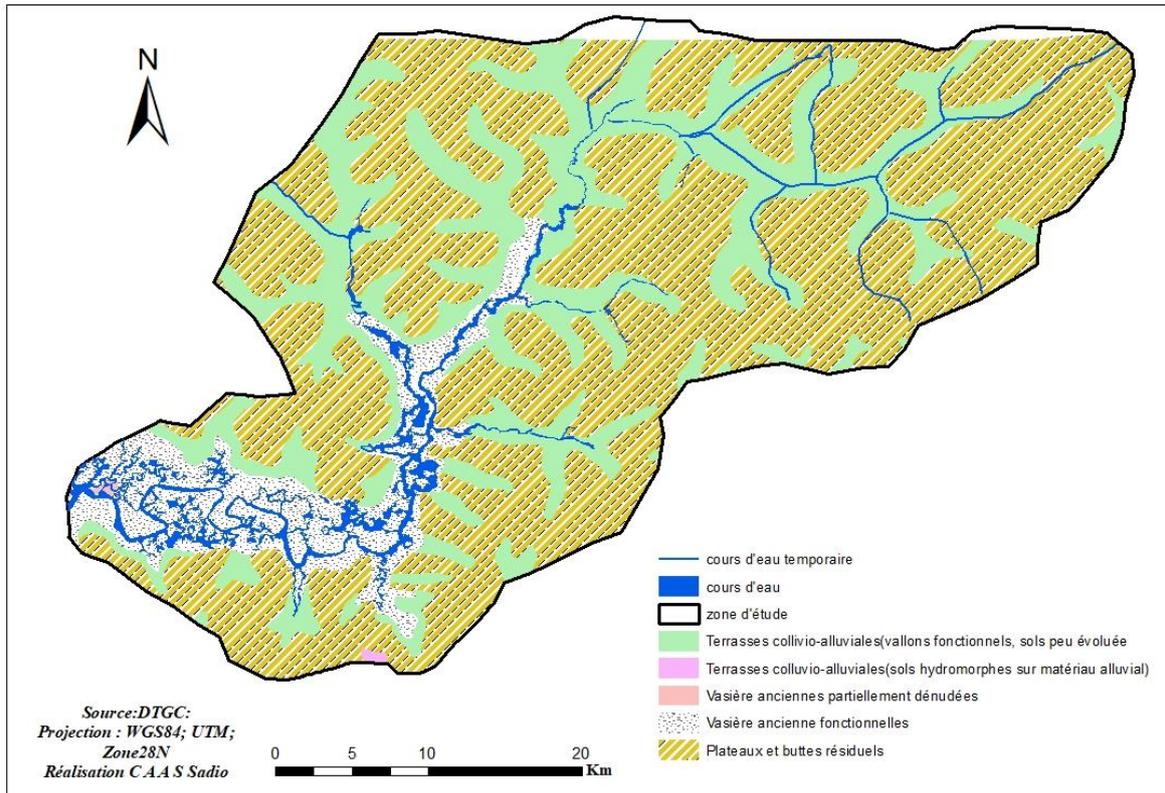
Ce sont des sols sablo-argileux, l'importance de la fraction sableuse provenant sans doute de la dégradation de l'argile par Ferro-lyse. Au niveau de la terrasse supérieure, on se trouve un sol minéral brut. Ces sols ont une bonne vocation rizicole et un bon aménagement de celui-ci de nos jours est souhaitable pour intensifier les cultures pour enfin augmenter les rendements.

Ce domaine est colonisé par les rôniers, les palmiers (*Elaeis guineensis*), les mampatan (*Parinari excelsa*), formant une forêt claire.

### ➤ **Les sols des plateaux**

Ce sont des sols rouges et beiges. Ils sont principalement constitués de plateau et buttes résiduelles, lithosols sur cuirasses. Au niveau des glacis-pentes, ils ont un faciès ferrugineux avec des concrétions ferrugineuses. En revanche, sur le plateau proprement dit, ce sont des sols ferralitiques, des sols ferrugineux lessivés, avec une accumulation sensible de fer vers 120cm. En général, ce sont des sols très sableux, sur lesquels on trouve une forêt relictive où dominent les palmiers et d'autres espèces comme le santan (*Daniellia oliveri*), le mampatan, le caïlcédrats (*Khayasenegalensis*), les rôniers (*Borassus flabellifère*).

Ces espèces sont importantes entre Allancounda-Djibidione mais également entre Balandine-Diouloulou (Olivry et Dacosta; 1984). Ainsi ces sols ont été largement mis à cultures d'arachide et de mil. Le déboisement intensif de la savane forestière semble être le facteur premier de la mise à l'érosion de ces sols. Alors dans ce cas une fertilisation appropriée devrait être appliquée sur les sols pauvres en matières organiques et très dénaturés (programme de développement de la vallée de Baila en Casamance).



**Carte 4:** Présentation des types de sols dans le bassin de la vallée de Baila

## 5. La végétation

Elle est de deux types : les formations des terrasses sableuses et celles des pentes et plateaux qui sont toujours à l’abri des inondations et celles des mangroves qui, à leurs tour sont envahies par les marées.

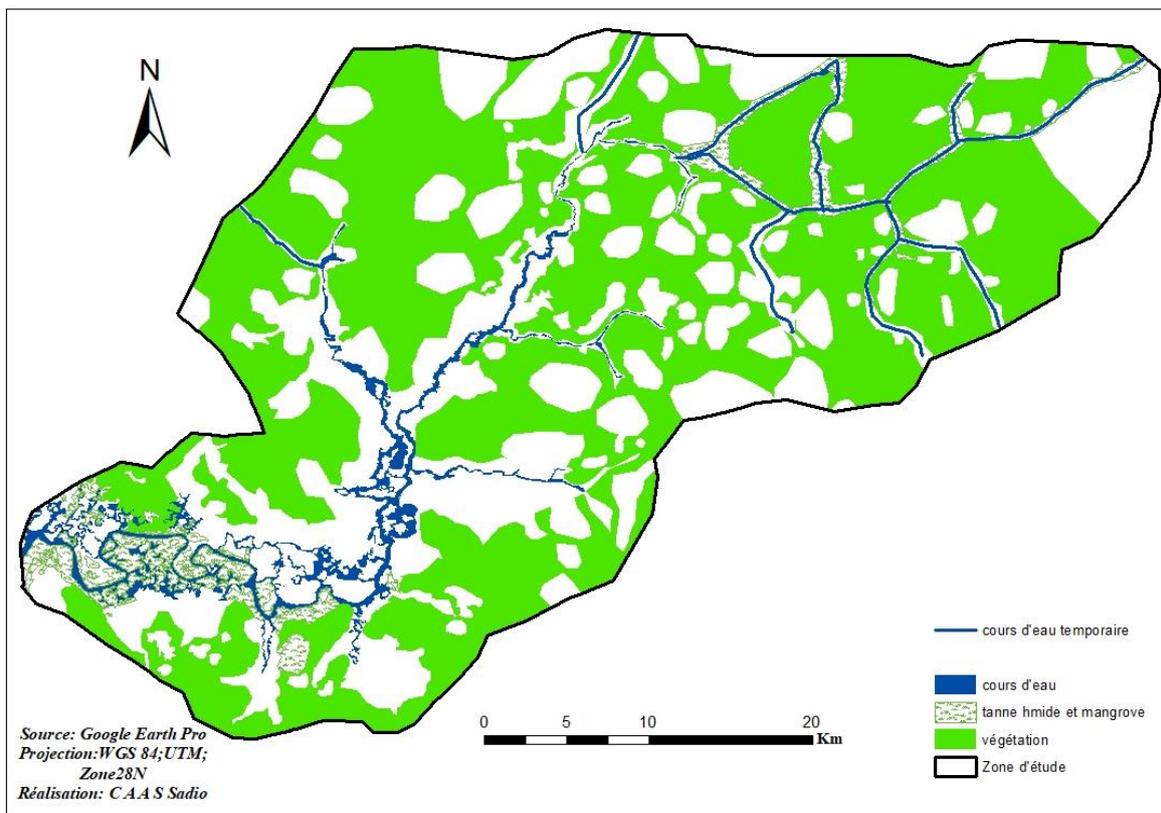
Sur les terrasses sableuses les plus anciennes, s’annonce la végétation de plateaux avec une certaine concentration de palmier que sont : *Alaëisguineensis*. Sur les terrasses les plus récentes, on observe souvent une formation presque mono spécifique à *Parinari Macrophylla*.

Sur les alluvions gorgées d’eau, séparées par les chenaux de marée, la mangrove, au petit nombre d’espèces caractéristiques, s’est dégradée rapidement, conséquence immédiate de la sécheresse des années 1970. On observe encore en certains points une zonation remarquable liée à la fréquence des submersions

On distinct des berges vers l’intérieur :

Peu de bandes à *Rhizophora racimosa* dont les longues lianes échasses plongeant dans l’eau du marigot mais également contribuent à l’ancrage de l’arbre dans le substrat vaseux

fluide en lui conférant une stabilité satisfaisante sinon en quelques points très en aval dans le marigot de Baila.



### **Carte 5: Présentation de la végétation dans le bassin du marigot de Baila**

Une bande étroite de *Rhizophora mangle*, plus petit que les précédents, aux racines très nombreuses rendent le sol fibreux et spongieux, généralement mêlée, vers l'intérieur, d'un sous-bois herbacé à *paspalum vaginatum* qui accompagne un certain rabougrissement des *Rhizophora* à la précédente *d'Avicennia nitida* au tronconique d'où rayonnent des racines superficielles dont les diverticules, à géotropisme négatifs, les pneumatophores, forment un tapis continu au niveau maximum des marées. Cette zone est actuellement en voie de disparition. Bon nombre d'*Avicennia* a disparu dans le Marigot (effet de la sécheresse).

Vers l'intérieur, la formation à *Avicennia* disparaît brusquement laissant sa place à une zone nue et sursalée dans la partie centrale plus longuement inondée en hivernage, se couvre d'une prairie rase de cypéracées parmi lesquelles *Heleocharismutata* et *Heleocharis carribea*.

#### **❖ La prairie à Halophytes**

Encore appelé « tannes herbacés » ou tannes herbues par opposition au « tannes vifs », qui est une étendue sursalée, dépourvue de toute végétation. Elle est composée principalement des

espèces suivantes : *Sesuvium portulacastrum*, *Philoxerus vermicularis*, *Paspalum vaginatum*, *Heliocharis mutata*, *Heliocharis caribea*, *Scirpus maritimus*, *SpEobolus robustus*. Certaines de ces espèces sont plus nombreuses en Casamance comme le *Sesuvium portulacastrum* et *Philoxerus vermicularis*, plantes halophiles *Cerassulisanthes* qui accompagnent souvent *Avicennia nitida* en bordures de tanne.

La séquence mangrove-tanne est le modèle simplifié de l'évolution phytogéographique sur les sédiments sablo-vaseux.

La végétation des basses vallées qui pénètre les plateaux, qui succède à d'anciennes mangroves est assez semblables à celle des vallées aux sols d'origine continentale. Cependant, dans la partie aval, on peut également rencontrer la végétation des tannes.

Notons enfin que les bords des vallées sont toujours marqués d'une frange étroite d' *Alaëis guineensis*.

Sur les sols des plateaux du Continental Terminal (C T), se développe une forêt sèche de type soudano-guinéen, ou semi-humide septentrional renfermant des gaieries forestières de type guinée. *Erythrophleum*, prairie et *Slerculia* sont les genres dominants, *Elaëcisou Borassus* apparaissant dans les jachères suivant que l'on se trouve vers les pôles humides ou secs de la région.

Les travaux d'Adam (1961-1962) ont montré que l'influence édaphique est à ce niveau primordial pour la répartition des formations végétales. En fonction de la nature du sol, du régime hydrique et de la qualité des eaux, divers groupements peuvent être distingués (programme de développement de la vallée de Baila).

## **6. Le climat :**

Le climat est un facteur incontournable dans la caractérisation de l'écoulement dans un bassin versant. Ainsi le climat intervient dans l'écoulement à travers les précipitations qui déterminant le mode d'écoulement dans un bassin versant. En effet si le bassin reçoit de fortes précipitations, l'écoulement sera probablement fort.

Il y a aussi la température qui est l'un des éléments qui déterminent la capacité évaporant d'un bassin versant. En basse Casamance et plus particulièrement dans le bassin du marigot de Baila, la quasi-totalité de précipitations est enregistrée de Juin en Octobre soit une durée de cinq (5) mois. En plus cette région enregistre de fortes pluviométries dont le

maximum a été toujours noté en Août ou Septembre. Il appartient dans un domaine climatique où les pluviométries varient entre 1000 et 1500mm. Mais aussi il y'a la température qui détermine le pouvoir évaporant d'un bassin versant. Les paramètres tels que l'insolation, les températures, le vent à travers sa vitesse, l'humidité relative mais également la végétation détermine le pouvoir évaporant de l'atmosphère d'une manière directe ou indirecte.

## **7. L'action anthropique**

Les activités de l'homme constituent un facteur non négligeable dans la caractérisation de l'écoulement des eaux dans un bassin versant. Ainsi à travers ces différentes activités, l'homme modifie l'écoulement des eaux de pluies. Pour le bassin versant du marigot de Baila, depuis l'introduction des cultures telles que l'arachide, et certaines cultures vivrières comme le riz, le mil, le maïs, et le Sorgho ; le système d'écoulement des eaux a été profondément modifié. Le défrichage des zones de plateau pour leur mise en cultures et le système de culture Diola (levée de diguette pour maintenir l'eau dans la parcelle, la construction des digues anti-sel, de barrages dans le bassin) ; le rythme incontrôlée de la coupe des racines de mangroves pour la récolte des huitres, la mise en place des petits barrages et des digues de retenues d'eau, des digues anti-sel influent profondément sur le taux d'évaporation et la quantité d'eau infiltrée. Tous ces facteurs influent d'une manière directe ou indirecte sur le système d'écoulement des eaux dans le bassin versant du marigot de Baila.

## **II. DIFFÉRENTS TYPES D'ÉCOULEMENT**

A ce niveau nous allons présenter les types d'écoulement qui existe dans ce bassin. Il s'agit de l'écoulement superficiel et de l'écoulement hypodermique.

### **2.1.L'écoulement superficiel**

La recharge naturelle pluviale des aquifères à surface libre se fait par cheminement d'un front de percolation depuis la surface du sol jusqu'à la surface de la nappe à travers une tranche de sol non saturé. Ainsi un temps de transfert hydrique est nécessaire pour que l'eau pluviale puisse s'écouler entre le temps de précipitation et de celui de réponse de la nappe.

### **2.2.L'écoulement hypodermique**

Dans le bassin du marigot de Baila, l'écoulement de l'aquifère présente un régime d'écoulement non uniforme dont la nappe est de type radial. En effet, il y'a la présence de

deux bassins : un bassin hydrologique et un autre hydrogéologique en ce qui concerne l'écoulement souterrain. Selon Malou (1992), « la structure en dôme de la nappe sur les plateaux fait qu'en dehors de l'influence secondaire des axes de drainage identifiés, les lignes de courant se dirigent vers le Baila qui en constitue le principal axe de drainage ».

### **Conclusion partielle**

L'écoulement des eaux dans un bassin versant est inhérent aux facteurs stables et aux facteurs évolutifs. Parmi ces facteurs stables nous avons la géologie, la géomorphologie, le relief. Pour les facteurs évolutifs nous avons entre autres le climat, la végétation et surtout l'action anthropique.

## **CHAPITRE II : LE POTENTIEL HYDRIQUE DU BASSIN DE BAILA**

Le bassin du marigot de Baila a un dispositif hydrique très important. Il est composé d'eau de surface et des eaux souterraines. Pour les eaux souterraines les réserves de la nappe phréatique sont le plus souvent sollicitées pour des besoins de boisson mais également pour d'autres fins en zone tropicale sèche. Comme dans toute la Basse Casamance la nappe du Continental Terminal est la principale source d'alimentation en eau des populations rurales. Trouvés à de très faible profondeur (moins de 30m), elle est exploitée de manière plus ou moins traditionnelle au moyen des puits villageois (Malou ; 1992). Pendant l'hivernage celle-ci emmagasine une importante quantité d'eau avec une vitesse d'infiltration d'environ 5 m /j. Cette quantité s'amenuise progressivement au cours de la saison sèche pour enfin s'annuler en fin de saison (Malou, Mudry Saos ; 1992). Cependant, celle de surface est, à son tour composée de l'eau du marigot, celle des marres et celle des carrières. Tous ce dispositif hydrique est potentiellement issu de l'apport pluviométrique durant la saison des pluies car ce bassin versant se trouve en basse Casamance qui ; est une région la plus favorisée du Sénégal du point de vue pluviométrique avec des hauteurs pluviométriques variant entre 1000mm et 1500mm (Jacques-Noël Mudry, 1991).

### **I. LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN VERSANT**

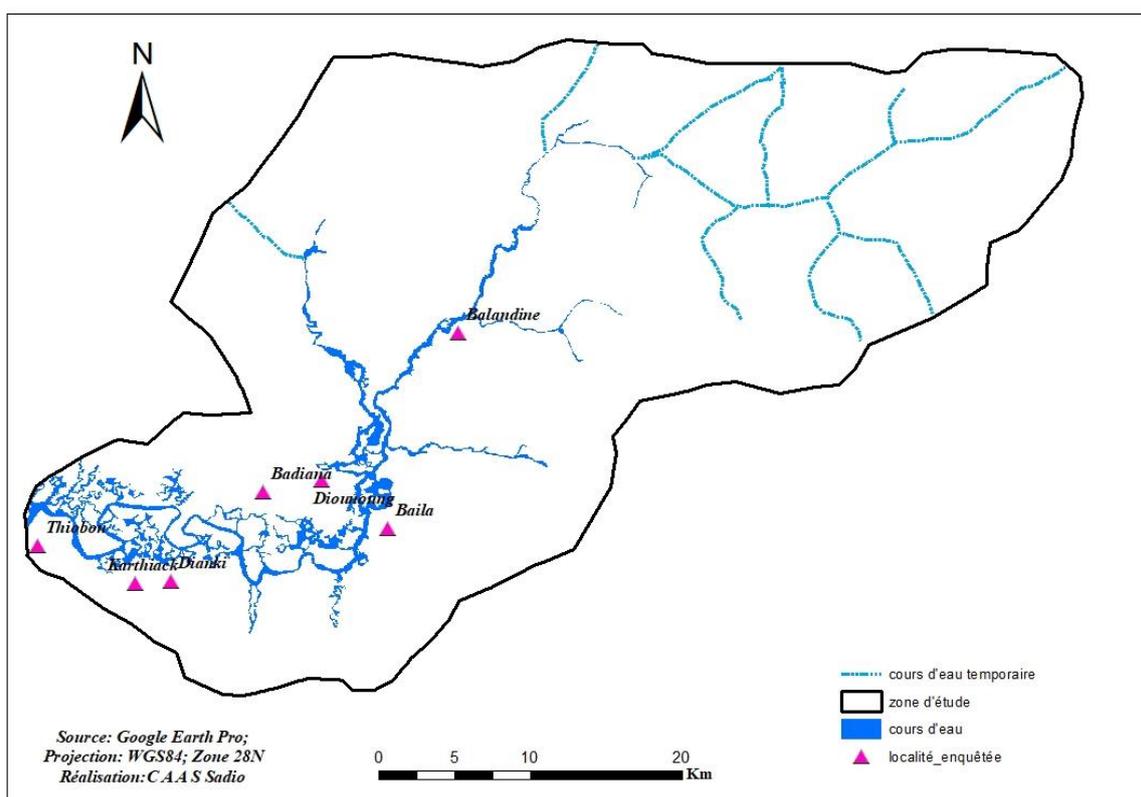
Le réseau hydrographique du bassin de la vallée de Baila est principalement dominé par la présence d'un seul cours d'eau qui est fortement influencé par ses orientations et surtout sa structure qui est de type faillée. En effet celle-ci est la résultante du lent mouvement de subsidence en bordure de cuvette affectant la Casamance depuis l'Eocène. Le tracé du réseau apparait très circonvoqué en raison de l'extrême faiblesse des pentes. La mollesse du relief se traduit non seulement par une faiblesse de densité de drainage mais par pénétration de la langue salée à l'aval.

**Tableau 14: Pentés longitudinales et transversales exprimées dans le bassin de Baila**

Bassin de contrôle	Pentes en pourcentage (%)	
	Longitudinales	Transversales
Toukara	0,0125	2,06
Djibidione	0,013	1,800
Balandine	0,003	1,636
Baila	0,001	1,125

**Sources : Raymond Malou en collaboration avec l'ORSTOM**

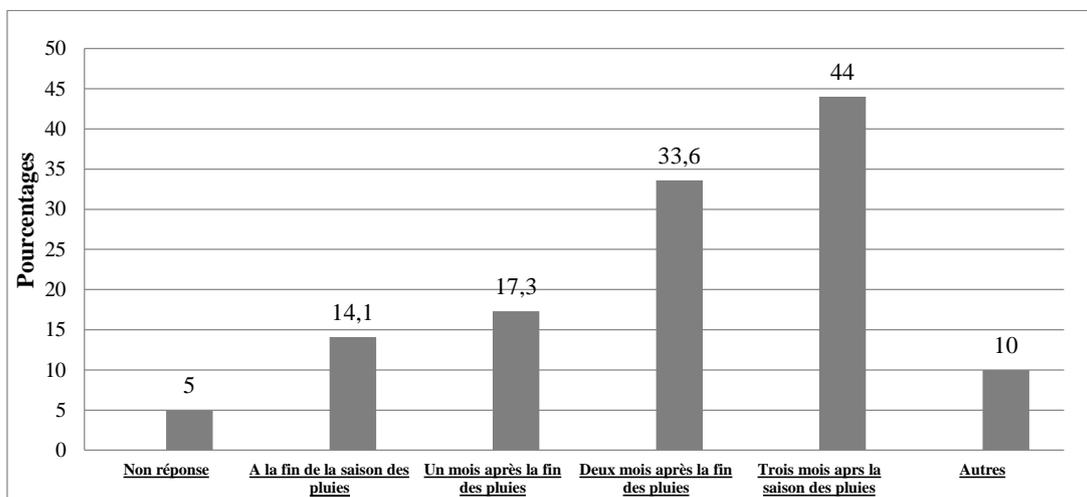
L'eau de surface est principalement composée de l'eau du même cours d'eau, des petites marres temporaires, celle des carrières et celle des bas-fonds. En effet dans ces marres temporaires et carrières se trouve de l'eau douce utilisée temporairement pour abreuver le bétail.



**Carte 6: présentation du réseau hydrographique dans le bassin du marigot de Baila**

Le marigot de Baila est absolument en eau pendant toute l'année. Pendant la saison des pluies, le cours d'eau voit sa hauteur augmentée pour atteindre son niveau maximal en Août et en Septembre et diminue progressivement au fur et à mesure que l'on progresse dans la saison hivernale. Selon (Malou et Saos, 1987), 4 à 12% de la réserve totale est drainée annuellement.

Ces petites marres, les bas-fonds et carrières les seules sources d'eaux douces disponibles en surface hors mis celles souterraines, à leur état naturel, sont temporaires car ils constituent les zones de convoitise des bétails durant la saison sèche. Ainsi pour maintenir l'eau le plus longtemps possible les populations augmentent dès fois la profondeur des carrières où boit le bétail. Ils sont parsemés de part et d'autres du marigot longeant celui-ci de sa sources jusqu'à son confluent qui est le Diouloulou. Pendant l'hivernage l'eau de pluie ruisselle et remplit ces zones. Cependant au fur et à mesure que l'on avance en saison hivernale, la quantité de réserve dans ces zones diminue. En effet avant le mois de Juin, on note un tarissement total de ces zones. La figure n°19 montre l'avis des populations par rapport à la durée de rétention des eaux de pluies dans ces zones.



**Figure 7: Perception des populations par rapport à la durée de rétention des eaux de pluies (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

Les eaux de pluies retenues par les marres, les carrières et les bas-fonds sont des eaux temporaires. Ces points d'eaux c'est-à-dire ces marres, carrières et bas-fonds, les seuls points d'eaux douces, subissent une forte pression de la part du bétail durant la saison des pluies et après mais aussi l'effet de l'évaporation en saison hivernale. C'est pourquoi ces zones voient leur potentiel en réserve hydrique tarir précocement.

Ainsi selon les résultats de nos enquêtes, 44% de la population interrogée, affirme que les eaux de pluie retenue dans ces zones, face aux multiples enjeux, ne durent que trois mois après la fin de saison ; contre 33,6% de la personne qui affirme que les eaux commencent à diminuer deux mois après la saison des pluies. En effet la majeure partie de la population interrogée dit que l'eau retenue dans ces zones a une durée de vie de 4 mois cependant il y'a une franche de 17,3% des personnes interrogées qui dit que l'eau ne dure qu'un seul mois dans ces zones contre 14,1% affirment que l'eau tari juste à la fin de la saison des pluies.

## II. LE BILAN DE L'EAU DE SURFACE DU BASSIN

Les conditions physiques et les paramètres climatologiques sont déterminants dans l'estimation de la disponibilité en eaux. Pour les éléments physiques il y'a entre autres la géologie, la géomorphologie, la lithologie, la végétation et le relief. Et pour les éléments climatologiques, il y'a les précipitations, l'évaporation, l'évapotranspiration potentielle et réel (ETP et ETR).

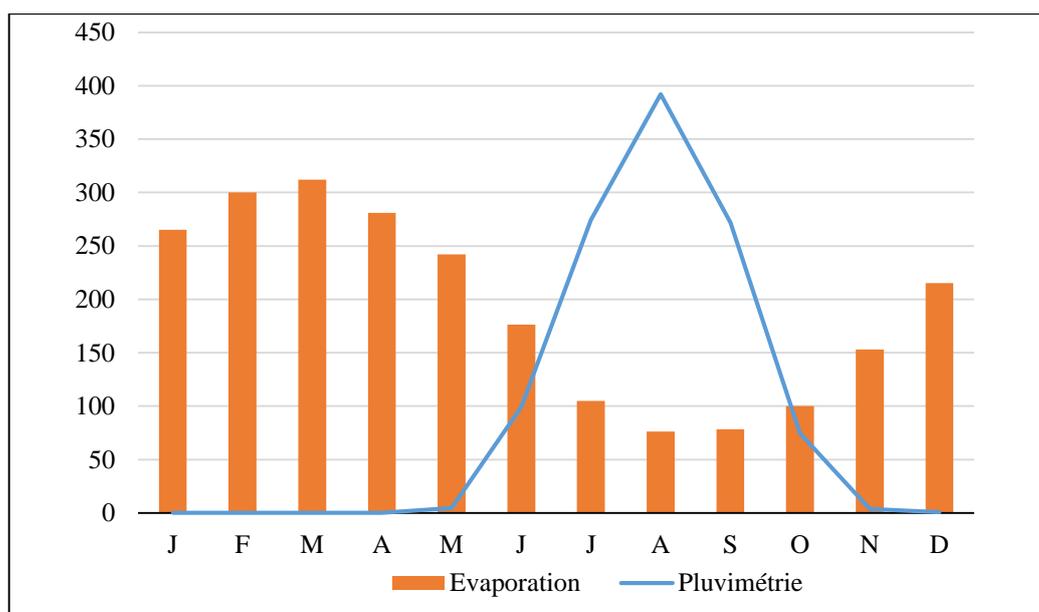
L'objectif principal de cette partie est de déterminer la disponibilité en eau de surface du marigot. Ainsi les données hydrologiques récentes et climatologiques collectées, ajoutés aux données des enquêtes de terrain ont permis d'évaluer la quantité d'eau disponible au niveau du marigot.

### 2.1. Comparaison des précipitations et de l'évaporation

Notre analyse va d'abord porter sur la comparaison des données de pluviométrie et celles de l'évaporation recueillis au niveau de la station de Ziguinchor.

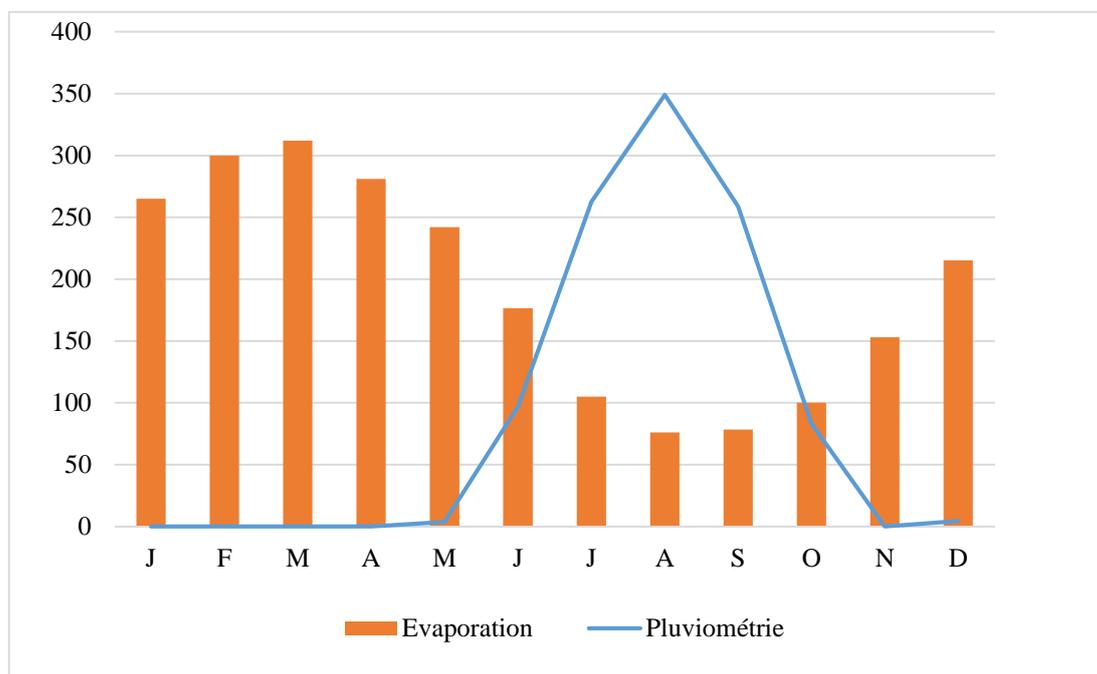
**Tableau 15: Pluviométrie et Evaporation à la station de Bignona**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluviométrie (mm)	0,15	0,02	0,01	0,02	4,70	99,52	274,15	392,10	271,99	74,57	3,77	0,55
Evaporation	265	300	312	281	242	176,4	105	76,2	78,3	100,1	153	215,3



**Figure 8: Comparaison des évolutions moyennes mensuelles pluviométriques et de l'évaporation à la station de Bignona**

Une analyse comparée de l'évaporation moyenne mensuelle et de la pluviométrie moyenne mensuelle à la station de Bignona montre deux épisodes: une période durant laquelle l'évaporation moyenne mensuelle est plus importante que la pluviométrie et une période durant laquelle elle est moins importante que la pluviométrie. Cette première période correspond à la saison sèche et est constituée pratiquement de toute la saison sèche et une petite partie de la saison humide, c'est-à-dire de l'hivernage. Elle est constituée de mois de Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril, Mai et Juin. Les paramètres tels que la température, l'insolation, la vitesse du vent deviennent plus importants pendant cette période. Ce qui explique une quantité évaporatoire très importante d'eau durant cette période. En revanche pendant la période humide la capacité évaporatoire de l'eau diminue. Et cette quantité d'eau tombée n'est pas totalement retournée dans l'atmosphère. Il y'a une bonne quantité qui s'infiltre et une autre qui ruisselle vers les zones susceptibles de pouvoir accueillir des réserves eau. En hivernage, les valeurs de pluies tombées sont largement supérieures à celles de l'évaporation. La pluie connaît sa valeur maximale au mois d'Août avec 392,1mm à la station de Ziguinchor alors que la valeur minimale d'évaporation est à 99,5mm et apparaît au même mois.



**Figure 9: Comparaison des évolutions moyennes mensuelles pluviométriques et de l'évaporation à la station Sindian**

L'analyse de ce graphique numéro 21 montrant la comparaison de l'évaporation moyenne mensuelle et la pluviométrie moyenne mensuelle révèle aussi deux épisodes : une période où les valeurs de l'évaporation sont très importantes comparativement aux valeurs de

la pluie et une période où l'inverse se produit. Cette période comprend le mois d'Octobre où l'évaporation est légèrement supérieure à la pluviométrie, Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril, Mai et Juin où l'évaporation dépasse légèrement aussi la pluviométrie. L'évaporation connaît sa valeur maximale au mois de Mars avec 312mm et la valeur minimale en Août avec 76,2mm.

Quant à la pluviométrie elle est tombée à plus 90% entre Juillet et Octobre. Sa valeur maximale est notée au mois d'Août avec une valeur avoisinant 350mm loin de la valeur maximale de l'évaporation qui est de 312mm. Cette période humide est constituée des mois suivants : Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre. Alors pendant cette période certains paramètres du climat voient leur valeur en baisse comme par exemple la Température, de l'Insolation et la vitesse du vent. Ce qui explique en cette période une diminution importante du taux évaporatoire de l'eau dans l'atmosphère.

## 2.2. Comparaison des températures et l'évapotranspiration potentielle (ETP) et réelle (ETR)

L'Evapotranspiration Potentiel ou potentiel évaporant est la quantité d'évaporation qui pourrait se produire par l'air et la végétation lorsque le sol est à sa capacité de rétention en cas d'approvisionnement en eau suffisant. Cette comparaison nous permettra de pouvoir définir la quantité d'eau qui devait retourner dans l'atmosphère si toutefois toutes les conditions sont réunies.

**Tableau 16: Pluviométrie et Evaporation à la station de Bignona**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
T°C	25	27	28	29	29	28	28	28	28	28	27	25	28
I	11	12	13	14	14	13	13	13	13	13	12	11	158
i	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ETP	101	127	167	194	203	172	176	174	166	166	143	99	1893

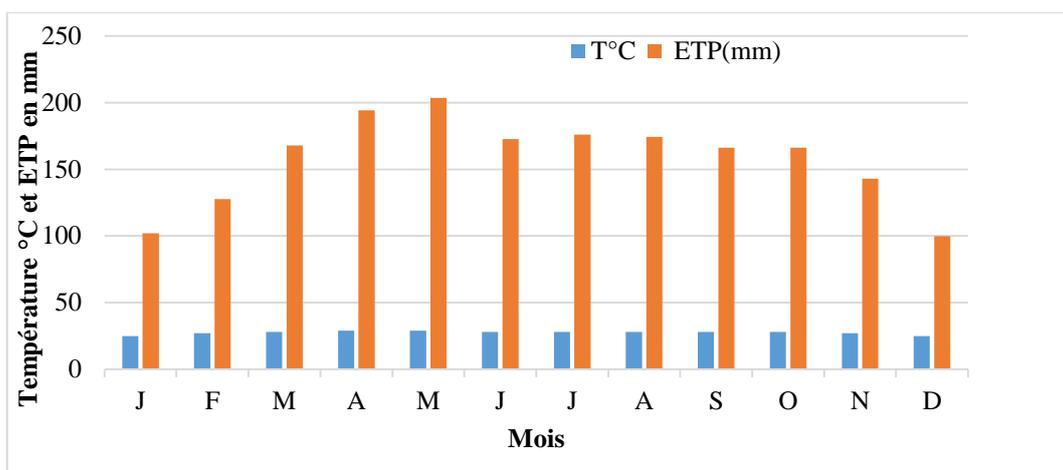
T : températures moyenne mensuelle en °C ;

i: indice thermique mensuel ;

I : Indice thermique annuel ;

a : est une fonction complexe de l'indice thermique *I* avec :

ETP : évapotranspiration potentielle ;



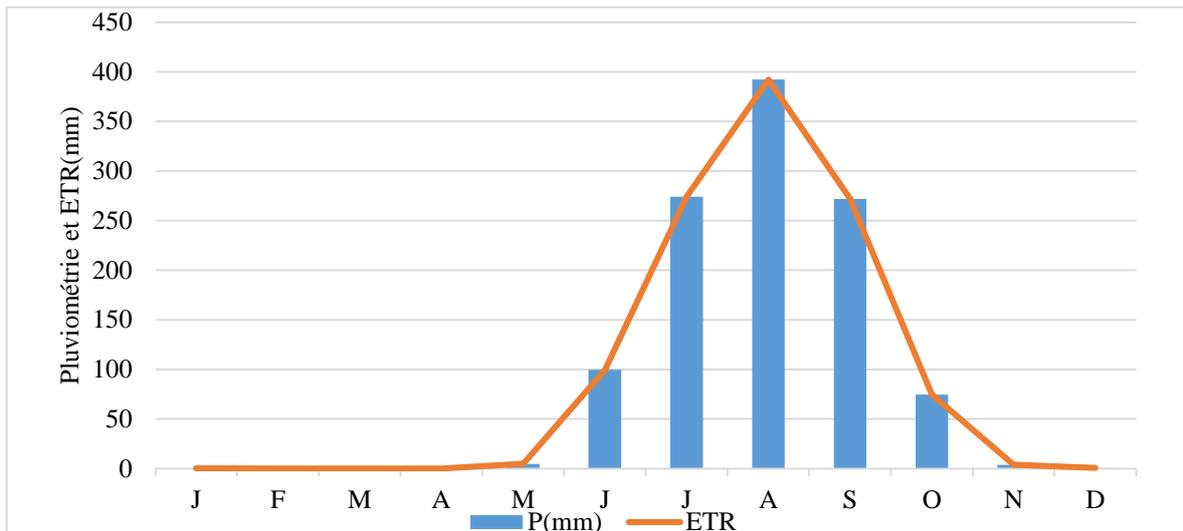
**Figure 10:** Comparaison des évolutions moyennes mensuelles de températures et de l'évapotranspiration potentielle à la station de Ziguinchor

L'analyse de l'ETP moyenne mensuel est faite au niveau de la station synoptique de Ziguinchor sur une période allant de 1962-2016. Ainsi une lecture de la figure 22 montre que les valeurs de l'ETP sont supérieures aux valeurs des températures sur toute l'année.

**Tableau 17:** Evapotranspiration Potentiel et Evapotranspiration Réel à la station de Bignona

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
P(mm)	0,2	0,02	0,012	0,02	4,7	99,5	274,2	392,1	272	74,6	3,8	0,6	1121,5
ETP	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4
ETP-P	103,2	103,4	103,4	103,4	98,7	3,9	-170,8	-288,7	-168,6	28,8	99,6	102,8	-1018,1
RU	0	0	0	0	0	0	100	100	100	71,2	0	0	
ETR	0,2	0,02	0,01	0,02	4,7	99,5	274,2	392,1	272	74,6	3,8	0,6	1121,5
VR	0	0	0	0	0	0	100	0	0	-28,8	-71,2	0	
EXC	0	0	0	0	0	0	70,8	288,7	168,6	0	0	0	528,07
INF	0	0	0	0	0	0	70,8	288,7	168,6	0	0	0	528,07
BE	-103,2	-103,4	-103,4	-103,4	-98,7	-3,9	170,8	288,7	168,6	-28,81	-99,6	-102,8	-119,15

P (mm) : pluviométrie moyenne mensuelle en mm ; ETP : Evapotranspiration moyenne mensuelle; RU : Réserve utilisable ; VR : Variance de réserve ; EXC : excédent ; INF : Infiltration ; BE : Bilan d'eau ;

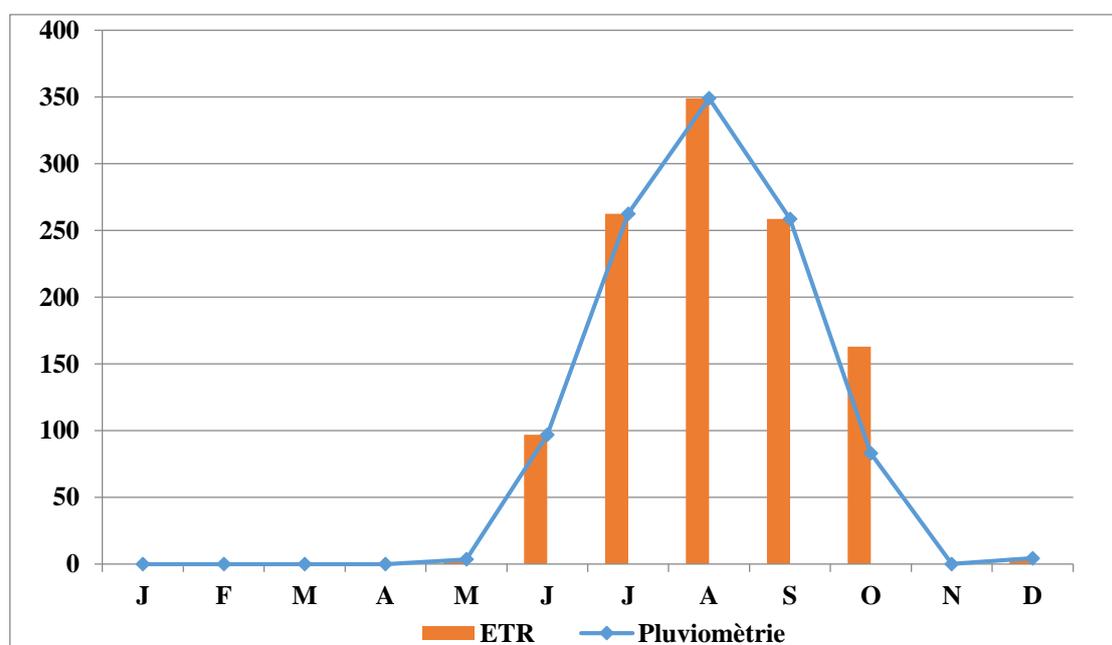


**Figure 11:** Comparée des évolutions moyennes mensuelles des précipitations et de l'ETR à la station de Bignona

L'évolution des moyennes mensuelles des précipitations au niveau de la station de Bignona est quasiment similaire à celle constatée à la station de Ziguinchor. Une période où les valeurs des deux paramètres sont très faibles voire nulles. Cette période est constituée des mois secs allant d'Octobre à juin. La faiblesse ou l'absence relative de la pluie engendre de faibles valeurs de l'ETR. Une autre période qui correspond à la saison pluvieuse allant de Juillet à Octobre et son maximum est connue au mois d'Août avec 392,1mm à la station de Ziguinchor. L'importance de la couverture nuageuse, la faiblesse de températures, de l'Insolation induit à une diminution importante du taux évaporatoire par Evapotranspiration Réelle. Mais aussi avec la diminution des vitesses des vents et l'installation intégrale de la Mousson, la lame d'eau perdue par évapotranspiration diminue drastiquement. Ce qui permet de conclure que la lame d'eaux précipitée n'est pas totalement retournée dans l'atmosphère en cette période.

**Tableau 18 : Evapotranspiration Potentiel et Evapotranspiration Réel à la station de Sindian**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
P(mm)	0	0	0	0	3,6	97,0	262,6	349,0	258,7	83,2	0,0	4,5	1058,8
ETP	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4
ETP-P	103,4	103,4	103,4	103,4	99,8	6,4	-159,2	-245,6	-155,3	20,2	103,4	98,9	-955,4
RU	0	0	0	0	0	0	100	100	100	79,8	0	0	
ETR	0	0	0	0	3,6	97,0	262,6	349,0	258,7	163,0	0	4,5	1058,8
VR	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	-20,2	-79,8	
EXC	0	0	0	0	0	0	59,2	245,6	155,3	0	0	0	460,07
INF	0	0	0	0	0	0	59,2	245,6	155,3	0	0	0	460,07
BE	-103,4	-103,4	-103,4	-103,4	-99,8	-6,4	159,2	245,6	155,3	-20,21	-103,4	-98,9	-182,30



**Figure 12: Comparaison des évolutions moyennes mensuelles des précipitations et de l'ETR à la station de Sindian**

Une lecture de la figure n°24 à la station de Sindian montre deux phases : une période où les valeurs des deux paramètres sont très faibles voire nuls et une autre période où les valeurs de ces paramètres sont importantes. Ces valeurs sont quasiment nulles pendant la saison sèche qui va du mois d'Octobre au mois de Juin. En effet l'ETR quasiment nul n'est intrinsèquement lié à la quantité de la pluviométrie tombée qui est également à son tour très faible en période sèche due à l'absence de la pluie. Et une autre période où les valeurs de l'ETR sont très importantes grâce à la présence de la pluie. Cette période correspond à la

saison pluvieuse qui va de Juillet au mois d'Octobre dont la valeur culminante est notée en Août avec 394,1mm.

### **III. Quantité d'eau perdue par infiltration**

Elle est l'un des paramètres incontournable dans la détermination du bilan hydrologique après les précipitations et l'Evapotranspiration réelle. En Effet l'eau des précipitations, après avoir fait l'objet des pertes par Evapotranspiration et par absorption par le couvert végétal, parvient à la surface du sol où elle est répartie en deux fractions : le ruissellement de surface et l'infiltration

L'infiltration, fraction qui pénètre dans le sol, alimente les réservoirs souterrains : zone non saturée; écoulement hypodermique; réalimente des nappes d'eaux souterraines présentant l'infiltration efficace. Elle est la principale source d'alimentation des nappes et surtout de la nappe phréatique. Celle-ci constitue à son tour la principale source d'alimentation en eau pour des bas-fonds par résurgence. Elle se trouve à quelques décimètres du sol aux abords des marigots de la basse Casamance; sous les plateaux elle atteint une trentaine de mètres de profondeur. Elle est captée, dans toutes les localités, par des puits villageois traditionnels et joue un rôle très important dans l'hydraulique villageoise.

Selon et Malou ; (1992) « la remontée piézométrique est lente et faible sous les plateaux latéritiques et rapide et fonction de hauteur des précipitations sous les terrasses qui bordent la vallée. Ceci montre la différence de la quantité d'eau de pluie infiltrée en fonction des unités du relief et la difficulté d'évaluer celle-ci et de l'apprécier facilement. Cependant si on s'en tient au bilan hydrique de 1987 et de 1988, les précipitations apporteront respectivement +0,49m/an soit 490mm/ an et +3,23m/ an soit 3230mm/an.

Ces valeurs comparées à celle de l'évaporation et des précipitations actuellement dans nos différents stations d'observation, met en évidence la période des hautes eaux qui intervient en saison pluvieuse dans la vallée de Baila.

### **IV. Caractérisation du niveau de l'eau du marigot de Baila**

La caractérisation de la variation du niveau d'eau dans le bassin du marigot de Baila est incontournable dans la connaissance de son régime hydrologique. En effet du fait de la défaillance de ces données, seulement deux années sont choisies il s'agit de l'année 2017 et

celle 2018. Les données choisies commencent à partir de juillet 2017 au mois de Juin 2018. Ainsi l'analyse de cette évolution est faite à l'échelle mensuelle, trimestrielle et journalière.

#### 4.1. Evolution mensuelle

Le Tableau n°19 contient des valeurs de la hauteur moyenne mensuelle de l'eau au niveau de la station de Baila de Juillet 2017 en Juin 2018

**Tableau 19: Hauteurs moyennes mensuelles d'eau dans le bassin du marigot de Baila de Juillet 2017 à Juin 2018**

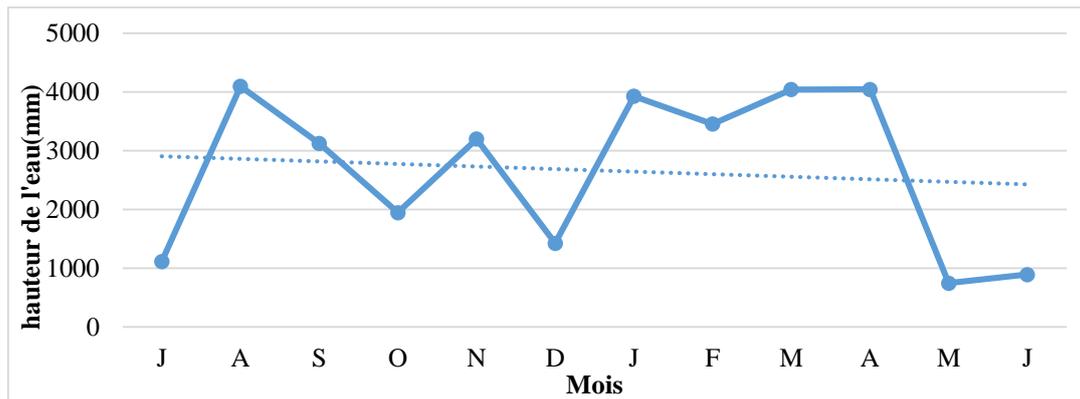
Mois	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Moy mens	1113	4094	3124	1947	3198	1429	3925	3454	4041	4042	745	890

**Source : LMI PATEO ; 2018**

L'analyse des hauteurs d'eau mensuelles permet d'avoir un aperçu sur le comportement hydrologique dans le bassin du marigot de Baila. En effet elles permettent de distinguer d'une manière très détaillée les mois où le niveau d'eau est plus élevé et les mois dont le niveau est faible. Cependant, malgré la forte baisse de l'eau au niveau du marigot, l'écoulement reste permanent (tableau 19). Cela peut s'expliquer par le fait que la Casamance reçoit beaucoup de pluviométrie (pluviométrie qui avoisine 1500mm). Cette eau de pluie constitue sa principale source d'alimentation. Ainsi pour cette période allant de Juillet 2017 à Juin 2018 on peut distinguer deux périodes de hautes eaux et deux périodes basses eaux.

La première période de hautes eaux (HE) part de Juin, Juillet, Août (4099 mm) et Septembre (3124 mm) mois durant lesquels la pluviométrie connaît son maximum avec comme valeurs pluviométriques respectives 509,9mm et 535,7mm en 2016 à la station de Ziguinchor.

La deuxième qui est la plus longue est notée en Janvier, Février, Mars et en avril avec des valeurs qui tournent autour de 400cm. Cela peut s'expliquer par la position proximale par rapport à l'océan et qui permet d'avoir un apport d'eau très important en période de marées hautes.



**Figure 13: Évolution moyenne mensuelle du niveau d'eau dans le marigot de Baila de Juillet 2017 jusqu'en Juin 2018**

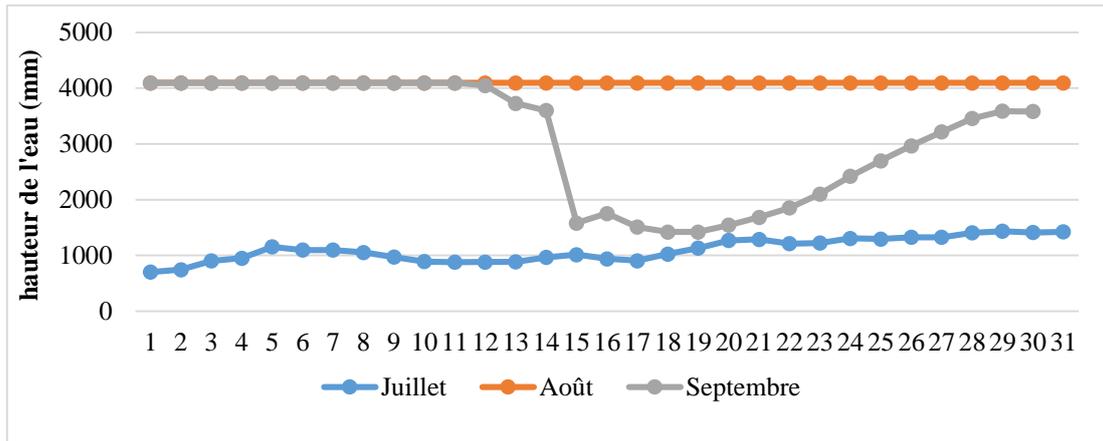
Les périodes de Basses eaux (BE) sont les périodes où on note de valeurs hydrologiques faibles. Cette période correspond au mois Mai et de la période allant du mois d'octobre au mois de Décembre. Les valeurs enregistrées durant ces périodes tournent autour de 100mm et la valeur hydrologique minimale de la série est enregistrée au mois de Mai qui est de 0 mm ; la figure n°25 illustre bien cette évolution.

#### 4.2. Évolutions trimestrielles

Les niveaux d'eaux présentés sont regroupés en quatre trimestres en fonction des données disponibles. Il s'agit du trimestre Juillet, Août, Septembre ; Octobre, Novembre, Décembre ; Janvier, Février, Mars et Avril, Mai, Juin.

##### 4.2.1. Évolution de hauteurs de Juillet Août et Septembre

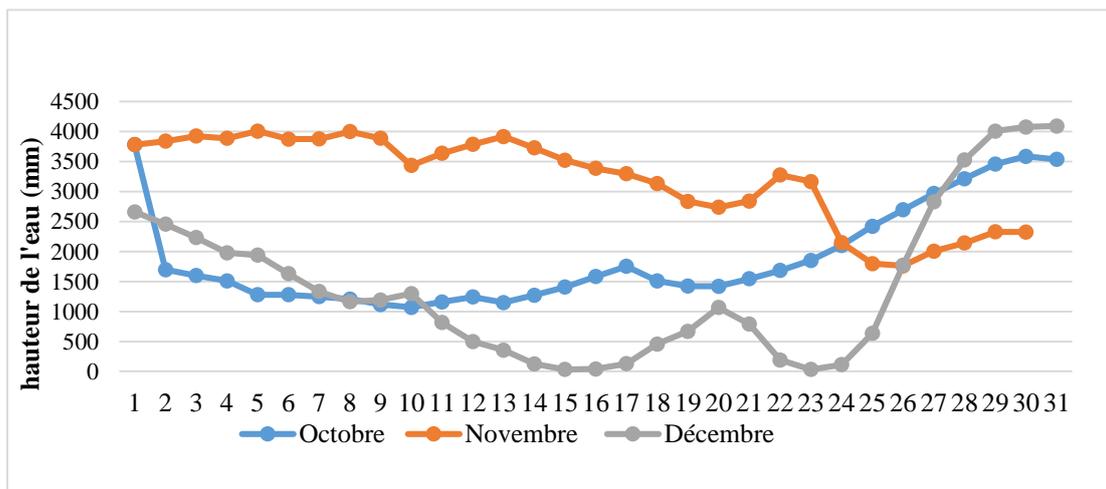
L'analyse de la figure n°26 qui représente l'évolution trimestrielle des hauteurs de l'eau du mois de Juillet au mois de Septembre montre un aperçu sur l'évolution du niveau d'eau. En effet celui-ci, au mois de juillet reste très faible avec des valeurs avoisinant les 1500mm. Ainsi on note une montée fulgurant de son niveau au mois d'Août et reste pratiquement constant jusqu'en mi-septembre avec des valeurs avoisinant 400mm. Le mois d'Août et de Septembre constituent en effet les mois qui enregistrent les plus importants niveaux d'eau. A la fin de la première quinzaine du mois de Septembre le niveau de l'eau commence à baisser pour atteindre 1500mm puis il remonte mais cette fois il n'atteindra pas le niveau du mois d'Août.



**Figure 14:** Évolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois de Juillet, Septembre et Octobre 2017

#### 4.2.2. Évolution de hauteurs d'Octobre, Novembre et Décembre

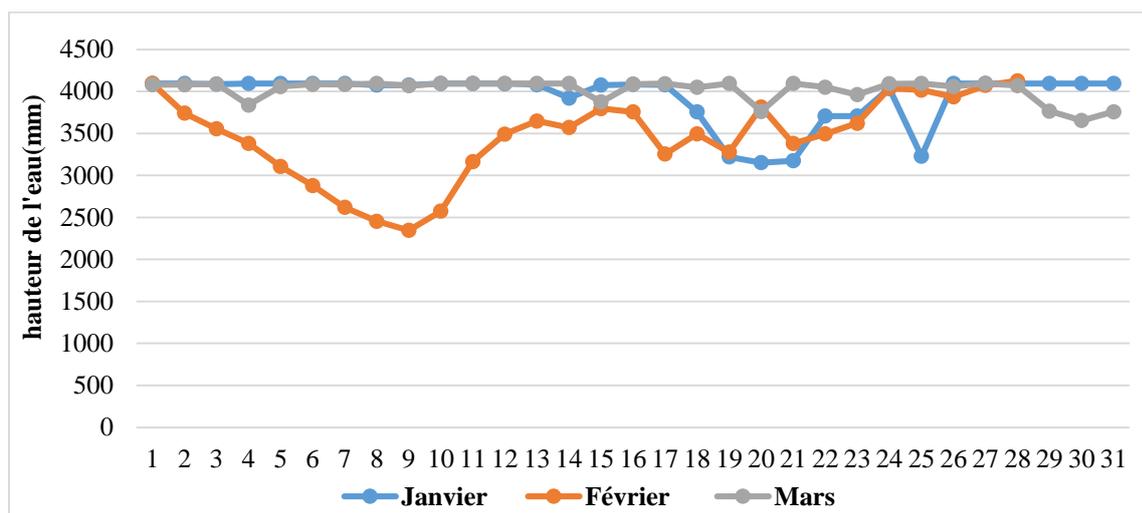
La figure n°27 montre également une évolution de trimestrielle (Octobre, Novembre et Décembre) du niveau de l'eau dans le marigot. Au mois d'Octobre le niveau continue à baisser jusqu'à atteindre 1000mm au dixième et au onzième jour puis le niveau commence à s'élever jusqu'à 3000mm à la fin du mois. Ce même niveau est maintenu jusqu'en Novembre avec une légère élévation du niveau atteignant 4000mm mais cette élévation reste éphémère car le niveau diminue jusqu'en Décembre où il continue toujours de baisser jusqu'à la fin de son deuxième quinzaine où il recommence à monter jusqu'à retrouver le niveau de la période de hautes eaux qui est de 4000mm.



**Figure 15:** Évolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois d'Octobre, de Novembre et Décembre 2017

### 4.2.3. Évolutions des hauteurs de Janvier, Février et Mars

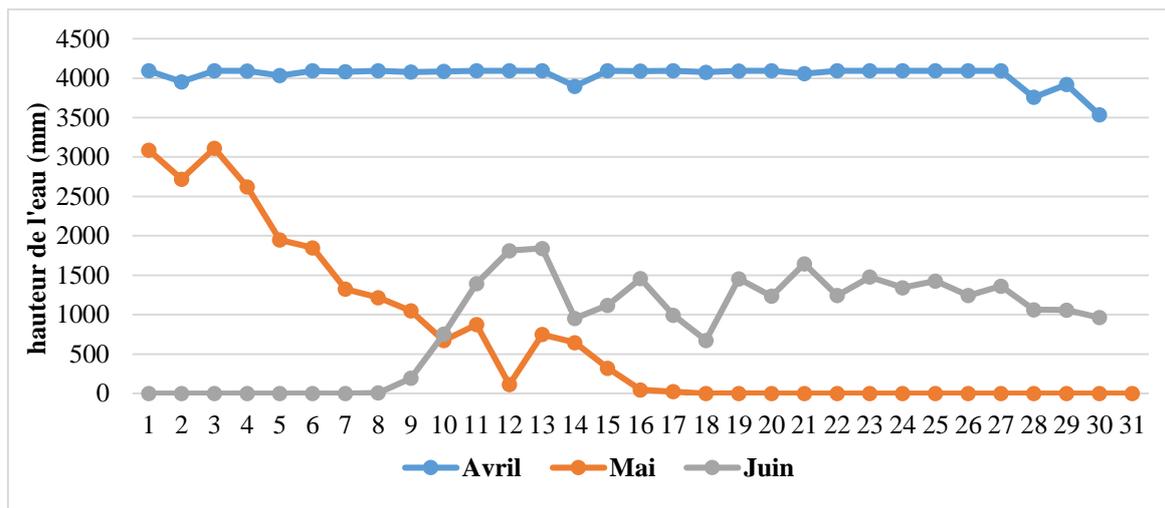
Ce même niveau est maintenu en Janvier avec quelques variations prés, en février, on note une baisse du niveau de l'eau avec ces valeurs faibles qui se retrouvent en dessous de 2500mm. Cependant à la fin de ce mois l'eau retrouve son niveau initial qui est 4000mm puis cette tendance est maintenue en Mars mais avec quelques variations au milieu et à la fin de ce mois.



**Figure 16: Évolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois de Janvier, Février et Mars 2018.**

### 4.2.4. Évolution de hauteurs du mois d'Avril, Mai et Juin

Une évolution constante du niveau de l'eau qui est de 4000mm est quasiment maintenue jusqu'en Avril et commence à baisser à la fin du mois. Cependant cette évolution baisse drastiquement au mois de Mai et atteint le niveau zéro (00 mm) vers le douzième jour du mois. Cette phase correspond à une période où le cours d'eau souffre d'apport hydrologique et connaît son niveau le plus faible de l'année ou étiage. Mais le niveau ne commence qu'à remonter qu'au mois de Juin qui correspond au début de l'hivernage dans cette zone.

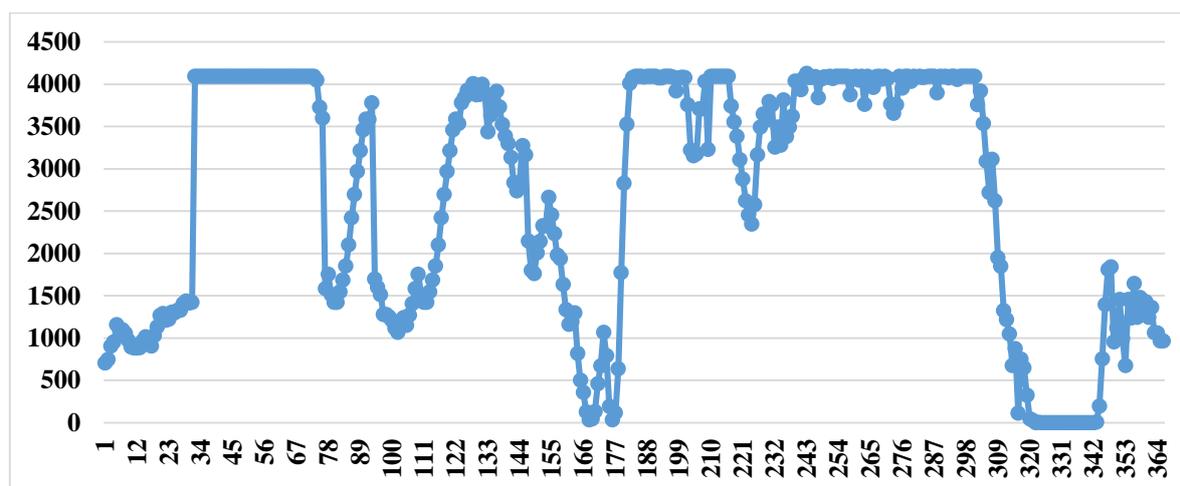


**Figure 17: Évolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois d'Avril, Mai et Juin 2018**

### 4.3.Évolution journalière

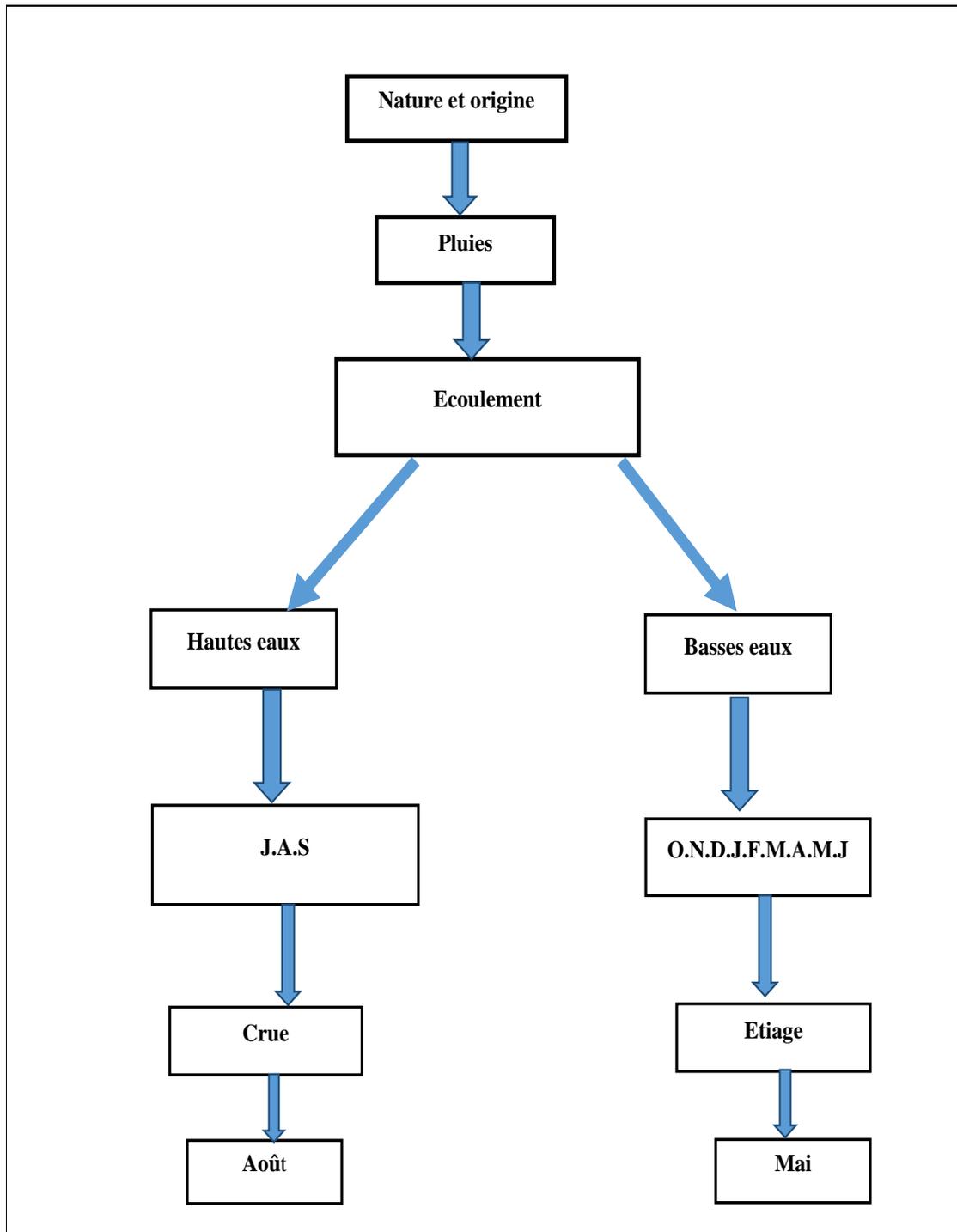
Le comportement journalier du niveau de l'eau dans indique d'une manière détaillée la dynamique hydrologique dans le bassin de Baila.

En effet les eaux de pluies qui tombent directement dans la vallée, celles issues du ruissellement de surface, celle du ruissellement hypodermique constituent la principale source d'alimentation durant l'hivernage et cela a un influence sur la dynamique journalière de l'eau dans cette vallée.



**Figure 18: Évolution journalière des hauteurs de l'eau dans le bassin du marigot de Baila du mois de Juillet 2017 au mois de Juin 2018**

En outre le comportement hydrologique est inhérent d'autre part à la marée qui participe fortement l'évaluation du niveau de l'eau surtout en période sèche. Et pour le cas de notre zone d'étude, sa proximité par rapport à l'Océan Atlantique participe en grande partie à l'élévation de son niveau d'eau jusqu'à atteindre 400mm au milieu de la saison sèche.



**Schéma 2: Mécanisme hydrologique de l'eau dans le marigot de Baila (Conception : Sadio C.A.A.S., 2018)**

## **V. L'ÉTAT ACTUEL DE CETTE ZONE HUMIDE**

Les conditions environnementales de la vallée du marigot de Baila sont intrinsèquement liées aux conditions pluviométriques, facteur principal des ressources en eau de la localité. Elle dispose de réels atouts pour son bon fonctionnement mais également guettée par de réelles menaces.

### **5.1. Atouts et contraintes de la vallée**

La vallée du marigot de Baila est un endroit de stockages de l'eau de douce à travers ses bas-fonds, ses marres et ces carrières. Cependant avec la péjoration des conditions climatiques persistantes depuis quelques décennies, le potentiel en termes de ressources diminue drastiquement.

#### **5.1.1. Atouts**

Les potentialités de la vallée du marigot de Baila sont nombreuses et variées. Nous pouvons citer entre autres : la riziculture, la pêche, l'exploitation du sel, la récolte des huitres, le tourisme, la pisciculture, l'apiculture etc.

##### **5.1.1.1. La riziculture**

La vallée de Baila est l'un des grands affluents de la Casamance situé dans sa rive droite. Comme l'estuaire de la Casamance, le marigot de Baila aussi évolue en estuaire inverse pendant une longue partie de l'année. En effet la vallée de Baila constitue un grand réservoir d'eau pendant l'hivernage. Disposant d'un potentiel hydrique énorme, la présence en permanence de l'eau au niveau du marigot crée un microclimat favorable qui permet de maintenir une certaine diversité biologique dans la zone. Tout au long de la vallée, se dresse un vaste étendu constitué des rizières, des bas-fonds destinés à l'activité agricole. En effet, ces bas-fonds constituent des espaces de culture par excellence de riz. L'originalité de la vallée réside tout d'abord dans le caractère permanent de l'eau et aussi par le fait qu'il y'a un vaste espace destiné à la riziculture. L'accès facile à l'eau conjugué à la fertilité des sols et aux conditions climatiques également favorable confère à cette vallée une potentialité économique non négligeable. Les activités telles que la pêche, la récolte des huitres, l'exploitation du miel dans la végétation de la mangrove, la pisciculture et l'exploitation du sel y sont également pratiquées.

#### **5.1.1.2. La pêche**

La pêche constitue l'une des activités de grande importance pratiquée au niveau de la vallée. Elle occupe une place très importante dans l'économie des populations de la vallée de Baila. Elle est beaucoup plus pratiquée en saison de pluie grâce à un niveau élevé de l'eau du marigot.

Selon le rapport final du développement de la vallée de Baila et les PLH de la commune de Djibidione, et de Suelle, la pêche continentale constitue un secteur qui absorbe moins de populations car le diola n'est pas un pêcheur mais plutôt un agriculteur (riziculteur). Cependant elle rapporte beaucoup de revenus et surtout beaucoup de protéines aux villages bordant le marigot. Les pirogues locales, les filets, les lignes d'amateur restent toujours les seuls moyens auxquels les populations se rabattent pour mener cette activité. Les villages tels que Baila, Diatang, Katoudié ; Katinong, Balandine, Diongol, Thiobon, Karthiack, Brindiago, Djibidione, etc. s'activent plus dans ce secteur.

Les Carpes, les Crevettes, Ethmalose, les Mulets et Tilapia constituent les principales espèces retrouvées dans le marigot surtout en hivernage.

#### **5.1.1.3. La récolte des huitres**

L'exploitation des huitres n'est pas une activité régulière dans le bassin versant du marigot de Baila. L'activité est essentiellement pratiquée dans les villages se situant en aval du marigot ; dans les villages de Bessire, Karthiack, Dianki et Thibon. Cette activité reste toujours une activité rentable malgré son caractère plus ou moins pénible.

#### **5.1.1.4. Le tourisme**

Le tourisme, l'une des activités phares de la basse Casamance grâce à la façade maritime ; est aussi pratiqué dans le bassin du marigot de Baila. La faune, la flore, la nature, la culture et le microclimat, donne à ce bassin un potentiel touristique non négligeable. A cet effet, un campement touristique, infrastructure permettant de promouvoir cette activité est construit dans le village de Baila. Cependant l'activité reste peu développée dans la zone à cause de l'insécurité qui constitue la principale contrainte à son essor.

### 5.1.1.5. La pisciculture

Actuellement pratiquée en hauteur du pont de Baila et dans d'autres cieux, la pisciculture est une activité très rentable pour celui ou celle qui la pratique dans la vallée. Elle se fait d'une manière traditionnelle avec de champs très bien aménagés où des échanges des eaux entre les champs se passent d'une manière plus ou moins naturelle. Les champs sont directement alimentés par les eaux du marigot, avec au début, une espèce ayant fait ses preuves et facile à élever. Ces poissons élevés dans ces champs, sont directement vendus dans les grands centres urbains de Ziguinchor et de Bignona. La photo n° 2 montre des champs de pisciculture bien aménagés où les échanges d'eau entre les champs eux-mêmes et ente les champs et le cours d'eau se passent d'une manière plus ou moins naturelle à travers des tuyaux PVC indiqués par la flèche rouge sur la photo.



**Photo 1: Champs de pisciculture dans la vallée de Baila (Clichés, Sadio C.A.A.S., 2017)**

### 5.1.1.6. L'apiculture

C'est une activité génératrice de revenus récemment introduit par une ONG basée en Gambie (Council Universal). Dans un passé récent, le Centre de Guérina (CG) avait initié une expérience test à Djibidione. Cette activité s'est très vite développée dans certains villages du bassin du marigot de Baila à l'instar de Djibidione se situant en amont et Thiobon en aval du marigot. Ils disposent de réels atouts pour pratiquer l'activité du fait de formation forestière (habitats propice au développement aux essaims des abeilles à Djibidione et celle de

mangroves dans la zone de Thiobon). Cette activité connaît son essor dans bassin du marigot de Baila grâce à l'appui des partenaires comme *Council Universal* qui est un partenaire d'origine Gambienne. Il fournit aux populations de cette zone du matériel, des ruches et tout le dispositif qui s'accompagne avec cette activité (couteaux, seaux, enfumoirs, gants, tenues paires de chaussures). De plus, les exploitants bénéficient d'une formation portant sur la conduite technique de l'activité. Celle-ci a beaucoup contribué à l'essor de cette activité avec une production moyenne de 15 kg par ruche et 3 récoltes par an.

#### 5.1.1.7. L'exploitation du sel

Cette activité prend de plus en plus de l'ampleur dans le bassin de ce marigot du faite de la forte salinité de l'eau. La salinité, une contrainte majeure au développement de l'agriculture en général et de la riziculture en particulier dans le bassin de Baila, commence à être transformée en atout important par les populations riveraines. Elle est pratiquée presque tout le long de la rive gauche du marigot de Djibidione jusqu'à Thiobon en passant par le village de Diatang et de Baila et dans certains villages de la rive droite à l'instar de Badiana et de Diounoung. Dans cette localité, l'exploitation du sel constitue une activité exclusivement réservée aux femmes. A la différence dans le Sine-Saloum où les exploitants aménagent de grands champs de sel destinés à la commercialisation, dans le bassin de Baila l'activité reste toujours rudimentaire et traditionnelle, avec comme première idée de préparer du sel pour des besoins familiales. En effet c'est le surplus de la production (sel préparé) qui est destiné à la vente dans les centres urbains de Bignona et de Ziguinchor. Elle est souvent pratiquée durant la saison sèche, plus précisément entre le mois d'Avril et Juillet. Toutefois, peu de femmes s'intéressent à cette filière pour divers raisons :

Tout d'abord la méconnaissance de celle-ci par les populations riveraines fait que beaucoup de femmes ne s'intéressent pas à son exploitation. Il faut ajouter à cela la pénibilité que les femmes rencontrent pour obtenir le sel comme un produit fini.

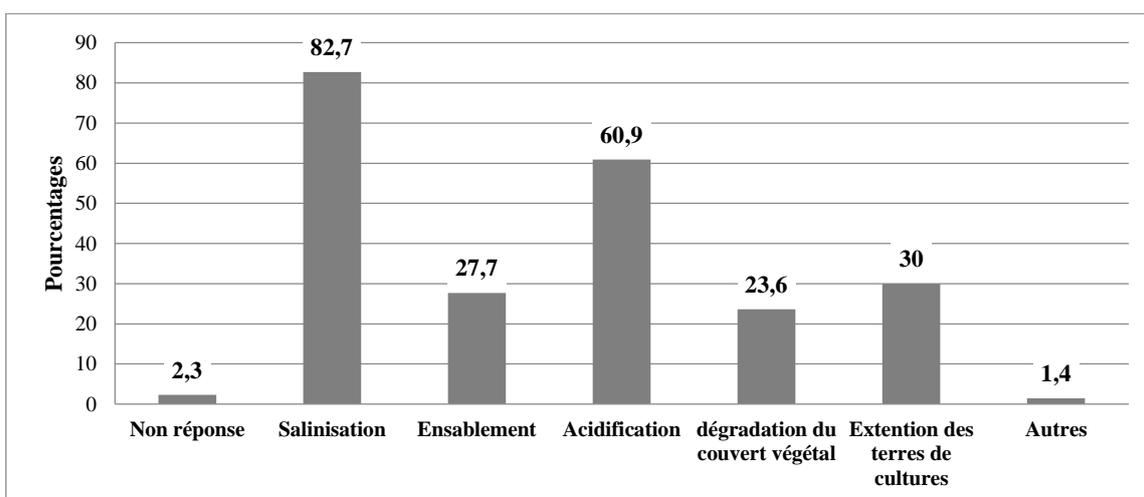
Cependant en saison hivernale, avec la diminution de l'eau entraînant l'augmentation du niveau de la salinité, la ressource halieutique commence à se raréfier. Toutes ces différentes activités font de cette vallée une zone humide d'importance économique remarquable. Malgré la vallée regorge beaucoup de potentialité, cependant on y rencontre d'énormes difficultés.



**Photo 2: Méthode d'exploitation du sel dans la vallée de Baila précisément dans la sous vallée de Djibidione (Clichés, Sadio C.A.A.S., 2017)**

## 5.2. Contraintes

Les différents handicaps de cette vallée sont principalement des conséquences de la gradation des conditions climatiques en basse Casamance. Cette vallée qui jadis offrait plusieurs possibilités est devenue de nos un théâtre de dégradation des conditions écologiques. Ces différentes formes de manifestations de la dégradation de cette vallée sont : la salinité intense, acidité, la dégradation du couvert végétal, et l'ensablement.



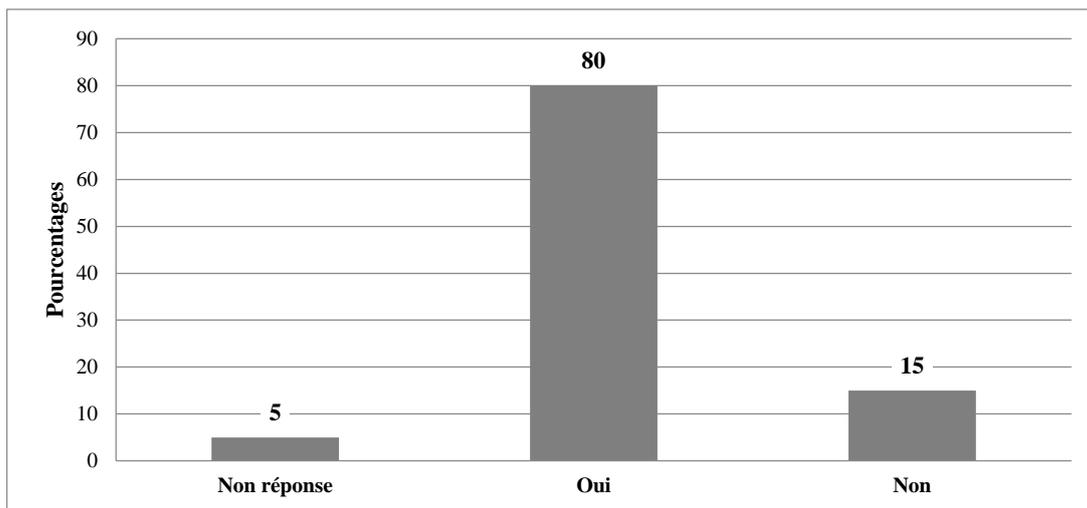
**Figure 19: Les facteurs de dégradation de la vallée du marigot de Baila (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

### **5.2.1. Salinité et acidité**

La contrainte majeure rencontrée dans le bassin du marigot de Baila est l'acidité énorme des terres, conséquence première de la salinité des eaux, qui la rendant quasiment impraticable. En effet cette acidité a été clairement démontrée dans les travaux de Marius ; Vieillefon mais également dans le rapport final de la vallée de Baila. Elle est liée à la teneur importante en sulfates solubles dans les sols. Les sols des tannes vifs sulfatés acides possèdent encore des teneurs en soufre total et en sulfates solubles assez élevées. Elle gagne de plus en plus de surface rizicultivable. Ce qui entraîne de nos jours une diminution des terres exploitables le long de la vallée. Selon les résultats de nos enquêtes, la salinité et l'acidité sont les contraintes les plus illustres avec l'affirmation de 82,7% des personnes interrogées pour le premier aspect et 60,9% des personnes interrogé pour le deuxième.

### **5.2.2. Extension de terres de cultures**

Une des conséquences de cette forte salinité des eaux du marigot est la dégradation du couvert végétal, le long de cette vallée laissant la place aux tannes qui ont une influence directe ou indirecte sur les terres de cultures. En effet, l'extension des terres de culture qui résulte de la diminution des terres dans la vallée impact négativement sur la riziculture. Celle-ci étant la résultante de la diminution des terres arables le long du marigot a pour conséquence la baisse des rendements. Cette diminution des terres arables le long de la vallée reste un handicap majeur pour la population. Les rizières se situant à proximité du marigot sont de nos jours affectés par la salinité. Ainsi les travaux de Marius, Vieillefon et le rapport final de la vallée de Baila viennent en appoint des résultats de nos enquête, car 80% des personnes interrogées affirment qu'il y'a une diminution des terres arables le long de vallée contre seulement 15% des personnes interrogées qui n'épousent pas cet avis de diminution de terres arables.



**Figure 20: Avis des populations sur la diminution des terres arables dans la vallée de Baila (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

### 5.2.3. La dégradation du couvert végétal

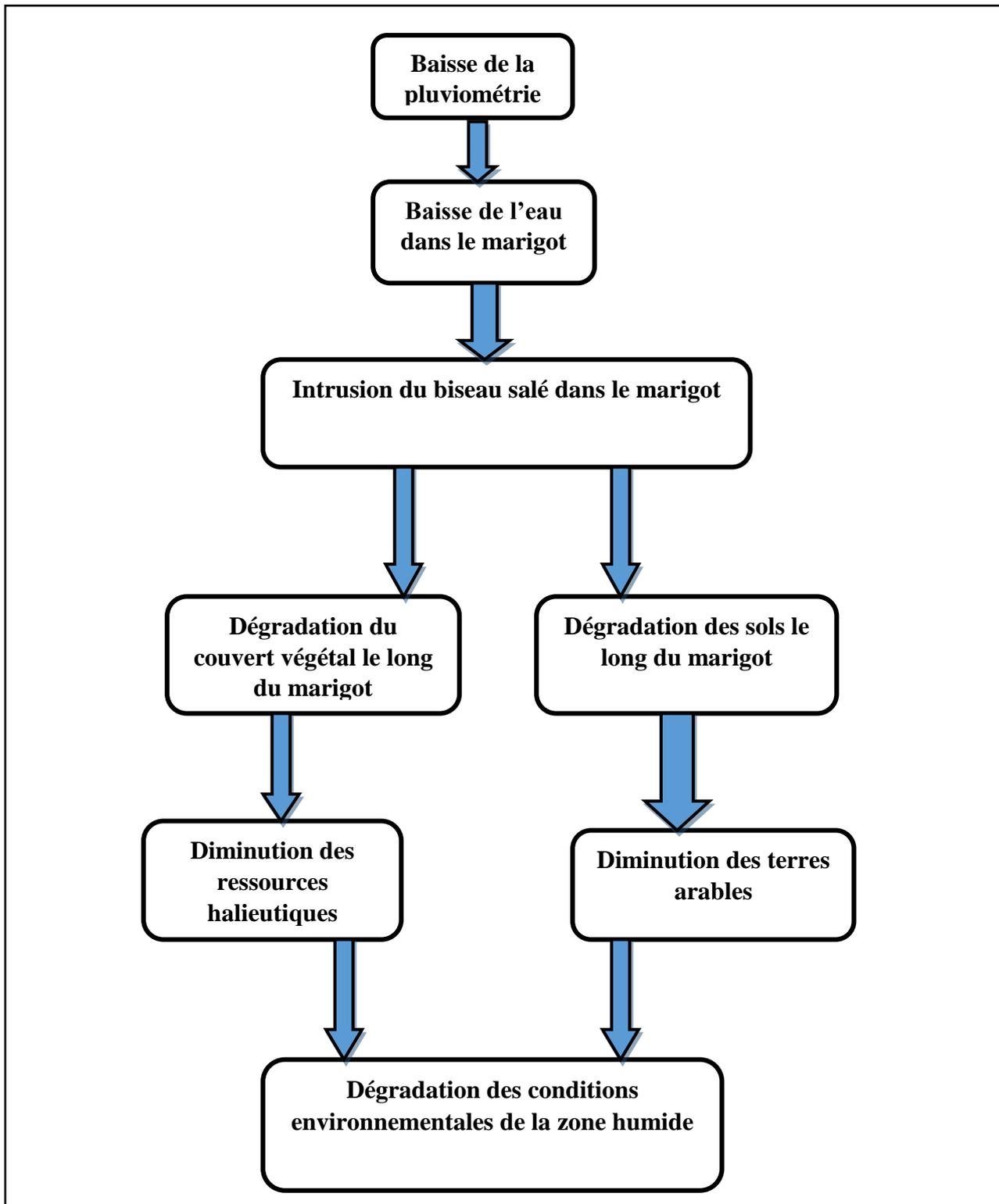
La dégradation du couvert végétal est devenue dans le bassin de la vallée de Baila un fait réel. La forte salinité de l'eau du marigot a engendré la disparition des espèces végétales et plus particulièrement la végétation de la mangrove, lieu de repos et reproduction des poissons et huitres. En effet, 97,3% des populations interrogées affirme que la salinité est le facteur principal de la forte dégradation du tapis végétal le long du marigot. Ainsi cette végétation touffue de mangroves au bord du marigot est de nos jours substituée par des tannes secs à perte de vue. Il s'y ajoute l'abandon de beaucoup de puits depuis quelques années qui sont moins loin du marigot due à l'affectation de la nappe phréatique le long de la vallée. Celle-ci agissant sur la mangrove menace indirectement beaucoup d'espèces halieutiques et entraîne la raréfaction de poissons, des huitres, brochettes, Trachynotes etc.

**Tableau 20: Avis de la population face à la dégradation du couvert végétal le long du marigot (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

Dégradation du couvert végétal	Nombre de réponse	Fréquences
Non réponse	4	1,8%
Oui	214	97,3%
Non	2	0,9%
Total	220	100%

Les statistiques du tableau n°21 laissent apparaître clairement l'appréciation des populations sur la question de la dégradation du couvert végétal. En effet, 97,3% des populations affirme que la dégradation du tapis végétal le long du marigot est un fait réel qui est causée par une forte salinité de l'eau du marigot ; contre 0,9% seulement des personnes interrogées affirment

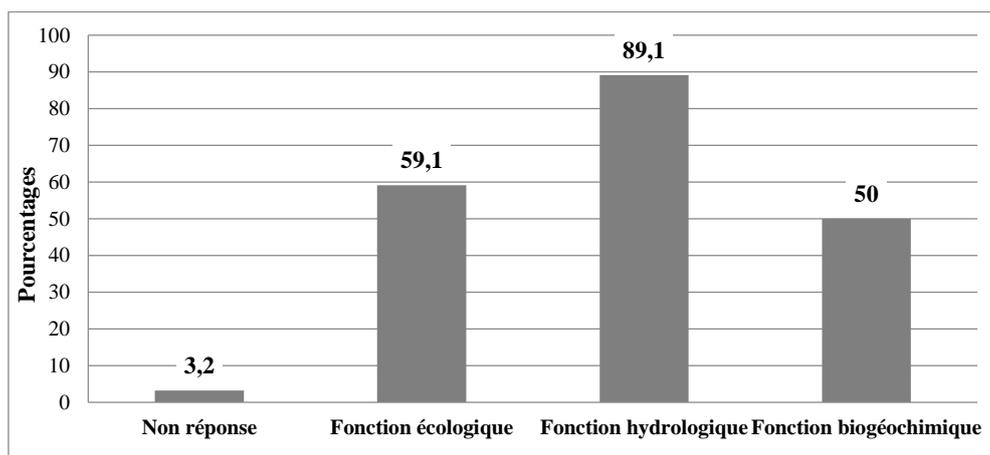
que le tapis végétal est resté toujours au même niveau. Le schéma n°3 montre la recombposition des conditions environnementales dans ce bassin.



**Schéma 3** : La recombposition des conditions environnementales dans la vallée du marigot de Baila (Conception : Sadio C.A.A.S., 2018)

## VI. LES DIFFÉRENTES FONCTIONS DU MRIGOT

Le bassin du marigot de Baila est l'un des grands bassins versant de la basse Casamance. Il appartient au grand bassin structural sénégal-mauritanien caractérisé par des dépôts secondaire, tertiaires et quaternaires. En effet situé en zone tropicale sèche, le bassin versant du marigot de Baila couvre une superficie de 1635 km<sup>2</sup> entre la frontière Gambienne et le fleuve Casamance. Le marigot de par sa longueur (110km), emprunte diverses directions de sa source à son confluent qui est le Diouloulou. Tout d'abord il coule dans une direction Est-Ouest au Nord de la vallée de Koulimba débordant légèrement à la frontière Gambienne avec une direction rectiligne puis une autre direction Sud /Sud-ouest. Cependant au-delà du pont de Baila la vallée, il retrouve son orientation initiale, c'est-à-dire Est-Ouest. Ce marigot, grâce à son étendue et la longueur de son chenal, joue plusieurs fonctions qui sont entre autres la celle hydrologique, écologique, biogéochimique et économique.



**Figure 21: Perception des populations par rapport aux différentes du marigot (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

### 6.1.La fonction hydrologique

La fonction hydrologique constitue sa fonction première grâce à sa capacité de stockage de l'eau en saison de pluie lui permettant d'avoir une disponibilité en eau permanente pendant toute l'année. Et selon nos enquêtes de terrain cette fonction est beaucoup plus sentie que les autres fonctions. Plus de 89,1% des personnes interrogées affirment le marigot joue une fonction hydrologique, c'est-à-dire la fonction de stockage de l'eau dans son lit pendant toute l'année hydrologique. Le marigot, en hivernage grâce à une forte pluviométrie avoisinant 1500mm en basse Casamance, voit son niveau d'eau augmenté. Cette montée du niveau d'eau

permet non seulement de diluer le niveau de salinité de l'eau du marigot, mais également correspond à une période propice à la pêche et de reproduction des huitres. Le caractère permanent de l'eau du marigot offre à cette un microclimat doux permettant de maintenir de nombreuses vies animales et végétales le long du marigot. Il constitue une zone de reproduction des espèces aquatiques à l'instar des poissons des huitres qui se reproduisent au niveau de la mangrove. Le marigot contribue à la forte pluviosité dans ce bassin grâce au maintien du potentiel végétal énorme le long de la vallée.

### **6.2. La fonction écologique et économique**

Il joue également un rôle écologique et économique et cela grâce à sa capacité de stockage de l'eau durant toute l'année. Son rôle écologique réside dans son caractère à pouvoir rendre possible une diversité de vie animale, végétale le long du marigot. Beaucoup d'espèces animales (aquatiques, oiseaux marins, animaux) et végétales (mangrove, mampatan, etc.) y vivent. Il est aussi le lieu d'exploitation du sel et des huitres par les femmes de la localité. Il participe au maintien des conditions écologiques le long de la vallée. Cette fonction se fait ressentir par la population du bassin car 59,1% des interrogées affirment que le marigot joue un rôle écologique.

### **6.3. La fonction biogéochimique**

Cette fonction, selon les résultats de nos enquêtes est classée en troisième position car elle est peu maîtrisée par la population de la localité. Le marigot participe aussi à la création d'un cadre écologique favorable mais aussi à la création des conditions de vie favorables. En effet 50% des personnes interrogées affirme que le marigot, grâce à son potentiel hydrique énorme dont il dispose, joue favorablement cette fonction.

### **Conclusion partielle**

Une analyse approfondie de cette deuxième partie nous a permis de comprendre l'hydrologie dans tous ces différents compartiments dans les zones humides de la basse Casamance et particulièrement dans le marigot de Baila. Elle est l'une des grandes entités hydriques qui se situe à la rive droite de la Casamance après le Diouloulou. Son potentiel hydrique est non seulement lié à la forte pluviométrie en Casamance comparée aux autres parties du Sénégal mais également aux facteurs favorables à l'écoulement. Sa forte capacité à stocker une quantité importante d'eau permet la survie et le maintien de la diversité

biologique tout au long de cette vallée. Cependant, elle est actuellement confrontée à d'énormes problèmes. Il s'agit entre autres de la diminution des terres arables, la dégradation du couvert végétal. Toutes ces contraintes résultent d'une forte salinité.

## **TROISIÈME PARTIE : LA DISPONIBILITE ET LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU DU MARIGOT DE BAILA**

Pour cette partie nous avons analysé :

- Le milieu, les populations et les activités socio-économiques ;
- Les ressources en eaux du marigot et leur mode de gestion.

Pour le chapitre1 de cette partie nous avons présenté les différentes ethnies vivantes dans le bassin versant du marigot, leur culture et les activités socio-économiques pratiquées par les populations.

Dans le Deuxième chapitre, nous avons caractérisé les ressources hydriques du bassin, les différents points d'eaux mais aussi nous avons montré les différents aménagements hydrologiques qui ont été réalisés.

## **CHAPITRE I: LE MILIEU, LES POPULATIONS LES ACTIVITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET LES TYPES DE RESSOURCES EN EAU UTILISÉES**

Situé en basse Casamance, le bassin du marigot de Baila concentre un potentiel humain important. Sur le plan de la répartition ethnique, les diolas sont largement majoritaire avec 90% selon les résultats de nos enquêtes. Cependant ils ne sont les seuls à habiter dans cette région ; on trouve dans cette zone les peuls, les Mandingues et les Balantes qui constituent 10% de la population totale de notre échantillon. En effet, les conditions environnementales de la zone sont intrinsèquement liées aux conditions pluviométriques et à l'effet de la façade maritime. Les différentes activités menées par les populations sont : l'agriculture, l'élevage, la pêche, la pisciculture, la récoltes des huitres, l'exploitation du sel etc.

### **I. LE MILIEU**

La basse Casamance est une entité géographique qui est limitée à l'Ouest par l'Océan Atlantique, les frontières de Gambie au Nord, au Sud par la Guinée Bissau et à l'Est par le Soungrougrou. Selon Paul Péliissier, l'originalité de cette zone tient tout d'abord à son climat qui est de type Sud soudanien. Verte et humide en toute saison, la basse Casamance abrite des forêts sèches et les taillis soudanais, un tapis végétal très dense, plus impressionnant du fait de hautes forêts actuellement en dégradation constituée de grands arbres comme les caïlcédrats, le mampatan, les talis etc.

La basse Casamance longtemps occupée par les populations Diola, est entrecoupée par des petits marigots et belons. Elle dispose d'un potentiel extrêmement riche constitué des bas-fonds inondées et exploitées convenablement grâce à l'ingéniosité et la maîtrise des techniques agricoles par les Diolas.

La vallée de Baila, l'une des zones humides de la basse Casamance se trouvant dans la zone tropicale sèche, est régie par deux (2) saisons. Une saison sèche très prononcée qui dure environ 7 à 8 mois et une saison humide qui fait environ quatre (4) mois. En effet, par sa position stratégique par rapport à l'Océan Atlantique, la basse Casamance reste toujours régit par des conditions climatiques beaucoup plus favorables que le reste de la Casamance. En période humide, la rivière de Baila emmagasine un potentiel hydrique important ; ce qui lui fait que son écoulement reste toujours permanent. Cependant depuis les épisodes de la sécheresse des années 1970-80 qui ont fortement contribué à la baisse du niveau de l'eau dans

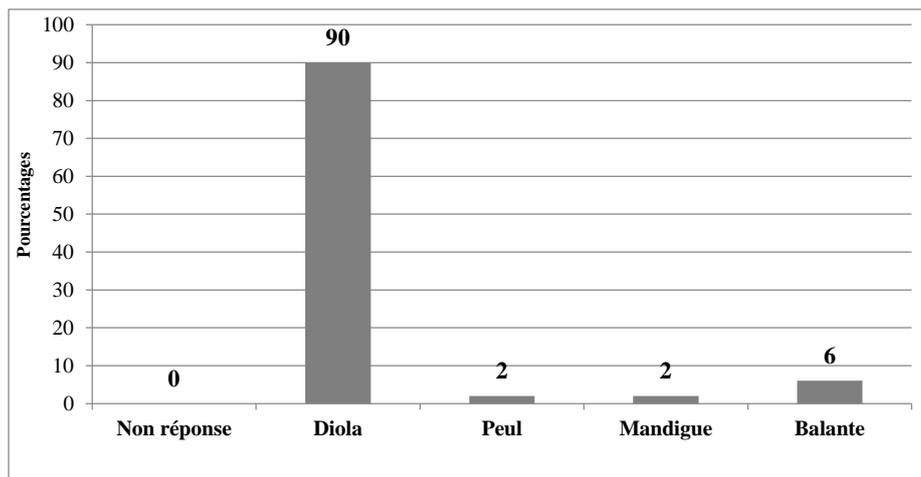
les pays du sahel en général et la basse Casamance en particulier, cette vallée est exposée à la péjoration des conditions climatiques. C'est ainsi, les zones humides de la basse Casamance en général et la vallée de Baila en particulier qui, sa principale source d'alimentation est la pluviométrie, connaît un déficit important en apport hydrique. Avec la fluctuation pluviométrique notoire d'une année à une autre, le niveau de l'eau du marigot baisse, et par conséquent le niveau de salinité de celui connaît une hausse importante. L'approvisionnement en eau potable dans le bassin de Baila est, assuré d'une part essentiellement par des puits qui sont rattachés à la première couche d'eau souterraine plus proche de la surface. Ainsi Bachelor (2014) dans ses études, estime que l'eau du marigot ne peut pas être utilisée à de fins domestiques compte tenu de sa salinité importante qui affecte de plus en plus la nappe superficielle. Le filtra du bord du marigot est soupçonné d'être la véritable cause.

Longtemps habité par les diolas, peuple qui se particularise par sa capacité de maîtrise des techniques rizicoles, le bassin du marigot de Baila constitue une zone où la culture du riz est l'activité économique dominante.

## **II. LES POPULATIONS ET CIVILISATIONS**

La population de la vallée de Baila est une population constituée majoritairement des diolas. En effet 90% de sa population est diola, contrairement aux autres ethnies comme les Peuls, les Mandingues et les Balantes qui sont en nombre minoritaire totalisant 10% (fig n°34).

La société diola est une société qui se trouve en majorité en basse Casamance dans la région de Ziguinchor et en Gambie. Celle-ci s'étendant sur 7339km<sup>2</sup> et recouvre trois départements. Elle appartient à un ensemble géographique très vaste qui englobe toutes les rias et plaines côtières réparties de la Gambie à la Sierra-Léone. La basse Casamance fut nommée « pays de rivière du Sud » par les navigateurs portugais qui l'ont découvert et furent étonné d'y trouver des populations capables de construire de véritables polders, de défricher la mangrove et dessaler les terres, pour y cultiver le riz.



**Figure 22:** Composition de l'échantillon de la population du bassin de marigot de Baila (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)

La vallée de Baila située dans le département de Bignona, regroupe huit communes rurales et 136 villages. Les diolas de cette localité sont subdivisés en différentes groupes sur la base de la distinction dialectale. On distingue les diolas de « Blouf » installés dans la zone A (arrondissement de Tendouck) ; les diolas du « Fogny » installés dans la zone B et E (arrondissement de Sindian) et les diolas de « Fogny Combo » installé dans la zone C et D (arrondissement de Diouloulou). Le tableau 21 laisse apparaitre cette répartition des différentes sous zones en fonction de la distinction dialectale.

**Tableau 21:** Répartition des zones en fonction de la distinction dialectale dans le bassin du marigot de Baila

Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E
Diégoune	Suelle	Baila	Diakoye	Toukara
Kagnobon	Telloum	Belaye	Baranlir	Djondj-dié
Bessire	Katinong	Badiana	Coussabel	Diaboudiore
Karhiack	Balandine	Djinaki	Diounoung	Tiangol
Thiobon	Djibidione	Ebinkine	Biti-bititi	Bala-ougonor
			Balanguine	

**Source :** rapport final du programme de développement de la vallée du marigot de Baila

### III. LES ACTIVITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES LIÉES A L'UTILISATION DE L'EAU DANS LE BASSIN

Les différentes activités socio-économiques menées dans le bassin sont : l'agriculture, l'élevage, la pêche.

### **3.1. Les cultures de plateau**

Les différents types de cultures de plateau pratiquées dans le bassin sont : la culture de Maïs, de l'arachide, de mil, de Sorgho, etc. Ces cultures jadis peu pratiqués par les diolas, deviennent plus en plus importantes dans la vie économique des populations du bassin. Elles sont généralement pratiquées en saison des pluies juste au début de l'hivernage avant que le sol ne soit profondément imbibé ; ce qui rend facile la culture du riz dans les bas-fonds contribuant à la diversification des cultures et en même temps amoindrir les risques pour être à l'abri. Ces cultures moins exigeantes en fertilité de sols, sont très exigeantes en alimentation hydrique pour faciliter le développement et leur maturité en fin de saison. La pratique de ces différentes cultures n'est possible que seulement en saison de pluies à cause de leur exigence en apport hydrique. Ainsi l'eau de pluies facilite la pratique de ces cultures dans les zones de plateau.

### **3.2. La riziculture**

D'après Pélissier, les diolas constituent l'une des sociétés les plus originales de l'Afrique de l'Ouest. La vallée du marigot de Baila, traversant la zone du « Fogy » et la zone du « Blouf » où il rejoint son confluent, est habitée sur ces deux rives par une population diolas essentiellement rizicoles.

Comme tous les diolas, ceux du bassin versant du marigot de Baila habitent en majorité dans la zone de forêt et la zone de mangrove. Leur ingéniosité et la maîtrise des techniques culturales, leur permettent de mettre au point les rizières bien aménagées dans le domaine des mangroves qui leur confère une véritable civilisation du riz. Cette culture reposait sur la construction des digues et diguettes et le repiquage du riz. En effet les diolas sont des riziculteurs traditionnels qui ont développés de nombreuses techniques adaptées à leurs environnements grâce à leur ingéniosité. Ainsi deux types de riziculture sont pratiqués dans cette zone :

La riziculture inondée traditionnelle avec repiquage dans la zone A, B, C et D et celle exondée avec semis direct dans la zone E. Elles ont permis l'établissement des rizières permanentes, aménagées dans des terres basses ou, mieux conquises sur les vases salées était occupées par la mangrove. Ainsi beaucoup de rizières se situent en dessous du niveau des marées hautes. Ce qui a poussé aux populations de cette vallée de mettre en place des digues dont leur rôle premier est de contribuer à la protection de zone culture contre la marée haute

mais aussi de permettre le dessalement des rizières par lessivage des sols lors des premières pluies. Alors la maîtrise des terres qu'ils exploitent implique que les diolas en général fassent preuve d'une connaissance profonde du milieu où ils vivent, la nature des sols ainsi que la variété du riz cultivé mais aussi les possibilités que celui-ci peut leur offrir.

Selon Bonnefond.PH et Loquay. A (2004) ; le paysan diola se voit réputé par sa technique très élaborée d'aménagement des rizières dans des zones de mangroves qui se trouvent dans la vasière de l'estuaire de la Casamance.

Dans le bassin du marigot de Baila et plus particulièrement dans sa vallée, l'activité principale est la riziculture. En effet, grâce à la maîtrise des techniques culturales par les populations riveraines, cette vallée est devenue une zone d'exploitation importante du riz. Dans cette vallée, seule l'agriculture pluviale y est pratiquée. Il est quasiment impossible de pratiquer les cultures irriguées durant la période sèche car pendant cette période de l'année, le niveau de salinité de l'eau du marigot devient très important. De nos jours, avec la fluctuation pluviométrique, la salinité de marigot qui devient de plus en plus élevée, la riziculture aquatique de repiquage devient pratiquement impossible. L'activité agricole est strictement liée au cycle saisonnier de la pluie. Ce qui oblige certaines populations de la vallée à adopter d'autres systèmes étrangers comme le semi-direct, l'adoption de certaines variétés à court cycle, la réduction de période de semis, l'adoption de nouvelles variétés différentes de la variété de long cycle qui dure 4 à 5 mois.

Ainsi selon nos données d'enquête, la diversification des cultures est le système d'adaptation le plus utilisé car 61,4% de la population interrogée le pratique. Ensuite vient l'adoption de nouvelles variétés qui est pratiquée par 52,3% de la population interrogée dans le bassin. La réduction de la période de semis, le semis direct et l'adoption de variété à court cycle sont pratiqués respectivement par 51,4% ; 43,6% et 39,6% de la population de interrogé. Ces données sont consignées dans le tableau n°22.

**Tableau 22: Stratégies adoptées par les populations du bassin face aux variations pluviométriques (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

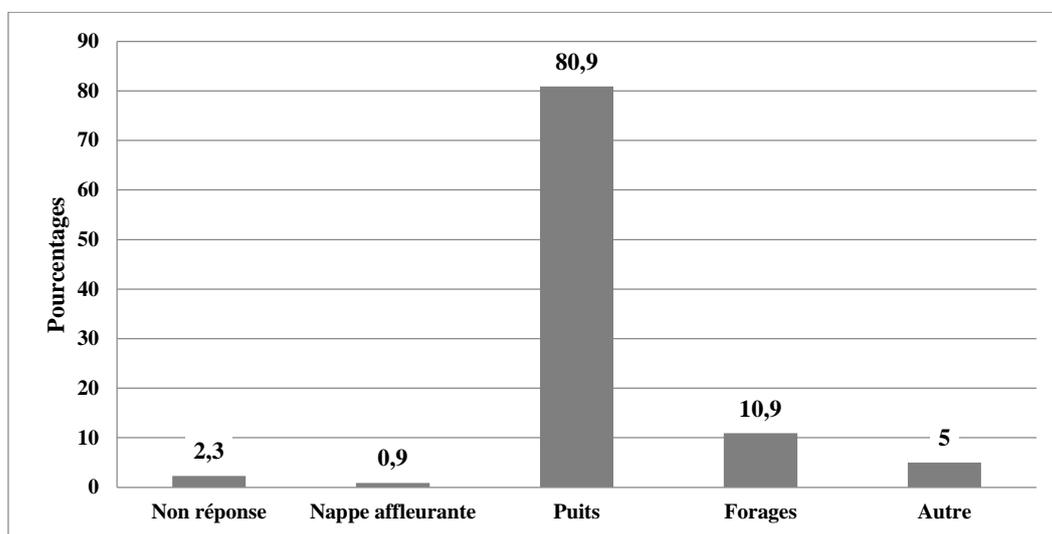
Stratégies adoptées	Nombre de citations	Pourcentages
Non réponse	19	8,6
Adoption de variété à court cycle	87	39,6
Diversification des cultures	135	61,4
Réduction de la période de semis	113	51,4
Introduction de nouvelles variétés	115	52,3
Semis direct	96	43,6
Autres	6	2,7

### 3.3. Le maraichage

Le maraichage, une activité secondaire se pratiquant après la riziculture, connaît un essor fulgurant dans le bassin du marigot de Baila. C'est une pratique majoritairement exercée par les femmes. Les cultures maraichères sont pratiquées généralement dans la zone de plateau. Elles sont de deux types (02) : le maraichage destiné à la spéculation et celui destiné à la consommation familiale qui se pratique souvent à proximité des habitations. La production des légumes pour la consommation familiale est une activité pratiquée en général par le chef des ménages pendant les saisons sèches.

Pour le maraichage destiné à la spéculation, il est pratiqué le plus souvent dans les jardins aménagés le plus souvent par des projets ou des partenaires qui viennent en aide aux populations à l'instar de (PIDAC et CICR). Ses projets de jardinage sont plus souvent destinés aux groupements féminins qui sont des organisations bien structurées. Ainsi les produits tels que les légumes à feuilles (choux, la salade, l'oseille), les légumes à racines (l'ognon, la pomme de terre, navet, la betterave, la carotte, la patate), les légumes à fruits (la tomate, le poivron, le piment, le gombo, niébé, le concombre) y sont cultivés. Ces différents produits ne sont pas cultivés simultanément, ils sont cultivés chacun en fonction des périodes propice à leur épanouissement. Par exemple les produits tels que la tomate, la patate, la pomme de terres sont cultivés juste après la fin de l'hivernage. Ces produits sont récoltés vers la fin du mois de Février et début Mars au moment où d'autres produits sont en pépinières et ainsi de suite jusqu'à la saison saison. Après la récolte, ces produits sont directement spéculés dans les centres urbains (Bignona et Ziguinchor).

Ainsi le maraichage devient une activité très pratiquée dans ce bassin car avec les projets PIDAC et CICR intervenant dans la localité, l'essentiel des villages a au moins un jardin public bien aménagé et au moins un puits moderne. Ce qui rend facile l'accès à l'eau par les femmes pratiquantes l'activité.



**Figure 23:** Avis des populations par rapport à l'accès à l'eau pour le maraichage (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)

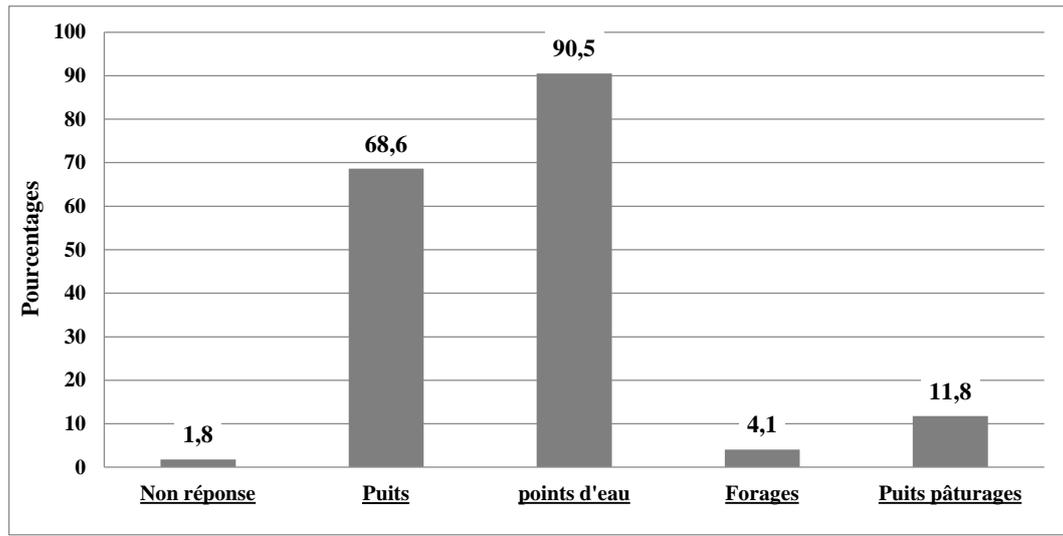
En effet, l'eau utilisée pour les pratiques maraichères provient essentiellement nappe. Selon les résultats de nos enquêtes 80,9% des personnes affirme que l'eau utilisée pour le maraichage provient des puits contre seulement 10,9% qui utilise l'eau de forage.



**Photo 3:** Les activités maraichères et les types de ressources en eaux utilisées dans le bassin du marigot: Jardin de Balandine (Clichés, Sadio C.A.A.S., 2017)

### 3.4. L'élevage

Dans ce bassin l'élevage des bovins, ovins et caprins est y pratiquée. Cette activité est quasiment pratiquée dans le tout bassin. L'abondance du pâturage et de la forêt dans cette zone offre de réel potentiel pour l'essor de ce secteur. Ainsi les seules sources d'alimentation en eaux du bétail restent les puits, les points d'eaux (marres et carrières), puits pâturages et parfois même les forages.



**Figure 24: Sources d'eaux utilisées pour abreuver le bétail de la localité (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

L'abreuvement du bétail se fait essentiellement à travers les puits, les forages, puits pâturages, et les points d'eaux temporaires ou permanents de la localité. Selon les résultats de nos enquêtes 90,5% de la population affirme que l'abreuvement de celui-ci se fait dans les points d'eaux en hivernage contre 68,6% qui affirme que l'abreuvement se fait dans les puits. Les populations utilisent également l'eau des puits pâturages et celle des forages pour satisfaire les besoins en eaux du bétail. En effet 11,8% des personnes interrogées affirment qu'elles utilisent l'eau des puits pâturages contre 4,1% affirmant qu'elles utilisent l'eau de forages pour régler les besoins en eau du bétail.

#### Conclusion partielle

L'étude de ce chapitre nous a permis d'avoir un aperçu sur le milieu mais aussi sur la composition de la population de la Basse Casamance largement dominé par la société Diola. Cette société qualifiée par Paul Pélissier de société ingénieuse de par leur système cultural, habite généralement à proximité des forêts, des bas-fonds et de belons car elle est société

originellement rizicole. Autre fois une riziculture inondée était possible mais de nos jours, à cause de degré de salinité seule celle pluviale est possible. A la fin des pluies, on note une sollicitation intense de l'eau de la nappe phréatique pour satisfaire les besoins en eau pour les différentes activités menées dans le bassin.

## **CHAPITRE II: LES RESSOURCES EN EAUX DU BASSIN ET LEUR MODE DE GESTION**

Dans ce chapitre nous avons évalué les types de ressources en eaux dans le bassin et leur mode de gestion à travers les différents types d'aménagements mise en place et les différentes mesures d'accompagnements prévues.

### **I. LA GESTION DES RESSOURCES EN EAUX**

Depuis quelques décennies, les pays du Sahel sont confrontés à un problème de sécheresse entraîné par un déficit pluviométrique bouleversant totalement le régime de plusieurs de cours d'eau. La Casamance qui a été toujours considéré comme le grenier du Sénégal est également frappée par le déficit pluviométrique. Ce dernier a beaucoup d'impacts non seulement sur ses réserves hydriques, ses écosystèmes, mais également sur l'agriculture qui a valu le nom de grenier du Sénégal. Ainsi dans le marigot de Baila ce déficit pluviométrique a aussi non seulement engendré la dégradation plus ou moins du couvert végétal mais aussi a entraîné une augmentation du niveau de la salinité. Ce qui détermine d'une part la vulnérabilité de la ressource en eaux dans cette zone. Ainsi, le pompage de l'eau destinée à la consommation, aux tâches ménagères, aux activités maraichères et de l'élevage qui étant les principales activités consommatrices de la ressource en eau, est fait par des motopompes des forages de capacité de 150m<sup>3</sup>.

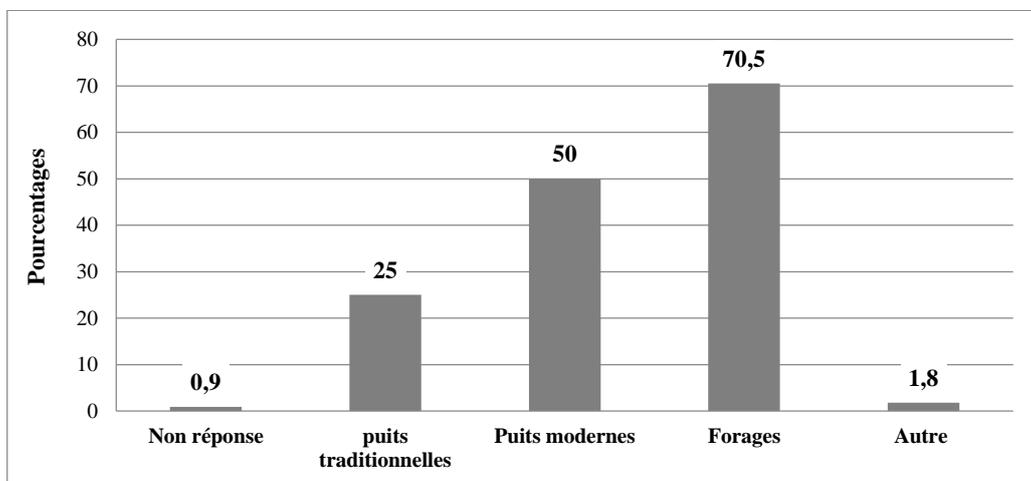
#### **1.1. Accès à l'eau potable**

L'alimentation en eaux des villages de la vallée de Baila jadis provenait des puits villageois creusés en grande partie par les populations locales. Cinq puits forés et équipés d'une margelle et d'un support métallique pour fixer un treuil ou des poulies ont été réalisés par FED en 1968. En effet il n'existait aucun réseau de distribution de l'eau potable. Les forages profonds qui ont été réalisés par l'entreprise qui a construit la route Bignona-Diouloulou ont été fermés une fois les travaux achevés sur ce tronçon.

Ainsi depuis quelques temps, la question de l'eau de boisson est dorénavant gérée par l'ASUFOR à travers les forages. Les villages comme Baila, Djibidione, Karthiack Djinaki et Badiana, disposent des forages et châteaux d'eaux de capacité plus ou moins important qui désertent certains villages environnants. Pour le village de Baila qui dispose de forage équipé d'un groupe électrogène et des panneaux solaires par le biais de sa coopération avec

HOUDAN en France et château de capacité de 150m<sup>3</sup> depuis 2006, dessert présentement 3 villages qui sont Baila, Diatang et Caparan. Il bénéficie également des puits modernes et des puits traditionnels pour s’approvisionner en eau potable et en eau à usage domestique. Cependant certains villages comme Djibidione souffrent jusqu’à présent d’un problème d’adduction depuis la mise en place de son forage. Deux bornes fontaines seulement et une potence à charrette approvisionnent tout le village.

Dans certains villages comme celui de Balandine, un mini-forage suffit pour alimenter tout le village. Il est équipé d’une moto thermique et d’une pompe fournissant un débit de 20m<sup>3</sup>/h soit une capacité de production de journalière de 100m<sup>3</sup>/h qui est largement suffisant pour couvrir la demande domestique qui de 22,5m<sup>3</sup>/j et dégage un excédent permettant de couvrir une demande additionnelle de 687,37 UBT et d’alimenter une parcelle de maraichère de 1ha (PLH final de Suelle ; 2010). Les populations qui n’ont pas accès à l’eau du forage compte tenu du coût, utilisent l’eau des puits modernes et celle des puits traditionnels pour satisfaire leur besoin en eau potable. Dans le bassin du marigot de Baila, l’essentiel des approvisionnements en eau potable est assurées par les puits modernes et les forages à travers les Adductions d’Eau Village (AEV).



**Figure 25: Moyennes d’accès à l’eau potable dans le bassin du marigot de Baila**  
(Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)

### 1.2. Accès à l’eau pour les besoins de maraichage

Le maraichage est l’une des activités la plus consommatrice de l’eau dans le bassin du marigot de Baila. Ainsi pour le besoin d’eau utilisée pour pratiquer l’activité, généralement des mini-forages, et les puits traditionnels, puits traditionnels sont conçus à cet effet à l’intérieur de ces jardins. En effet, le maraichage est rendu plus facile par la prolifération des aménagements des jardins publics des femmes à l’intérieure desquels, on retrouve un ou deux

puits modernes et des quelques bassins de stockage des eaux lors du pompage. Ces puits modernes sont toujours équipés par des motopompes ou des panneaux solaires et des petits bassins où l'eau issue du pompage est directement stockée. Ces puits modernes ont permis de nos jours un accès facile à l'eau à des fins maraichères. Ainsi dans les villages comme Caparan, et Niankite, les mini-forages ont été mis en place par le projet PIDAC dans le but de relancer les activités de maraichage. Les activités maraichères occupent une place non négligeable dans la consommation de l'eau dans le bassin du marigot de Baila.

### **1.3. Accès à l'eau pour le bétail**

L'élevage constitue dans d'autres localités de cette vallée la deuxième activité qui vient juste après la riziculture (P2RS). Il est pratiqué dans presque tous les villages dans le bassin versant du marigot mais surtout les villages qui bordent le marigot. On considère en général qu'en période normale de pluviosité, l'abreuvement ne doit poser aucun problème en Casamance et singulièrement dans sa partie basse. Cependant depuis la sécheresse des années 1970 qui a fortement frappé les pays du sahel et qui s'est ressentie en Casamance, on note un tarissement précoce des bas-fonds, des marres et des carrières. Ainsi l'accès à cette ressource indispensable, pour les besoins du cheptel pose un réel problème compte tenu de la salinité de l'eau du marigot mais aussi quand le peu de l'eau douce des puits villageois et des forages actuels fait l'objet de partage entre la consommation humaine et celle des animaux.

Les puits modernes creusés par le PIDAC et ceux traditionnels, les mini-forages et parfois même les forages restent toujours les alternatives auxquelles les populations se rabattent pour abreuver le bétail en cas de l'assèchement des points d'eaux douces, des bas-fonds. Dans ce bassin versant, on note également une absence totale des bassins de rétentions et une insuffisance des abreuvoirs pour satisfaire les besoins en eau du bétail après la saison des pluies.

En période hivernale surtout (mois de Mars au mois de Juin) les puits traditionnels et les puits modernes et quelques abreuvoirs qui survivent jusqu'à présent dans la zone, sont les seules sources d'approvisionnement en eau du bétail. Ainsi *«Il arrive des moments où les populations utilisent la potence à charrette pour satisfaire les besoins en eau du bétail »* affirme le chef du village de Djibidione »



**Photo 4: Moyens d'accès à l'eau pour le bétail (en dégradation dans la zone Baila Djibidione) (Clichés, Sadio C.A.A.S., 2017)**

## **II. LES MOYENS DE GESTION DES RESSOURCES EN EAUX**

### **2.1. Les aménagements hydroagricoles et leur rôle dans la vallée**

Différents aménagements sont réalisés dans le bassin du marigot de Baila. Il s'agit des aménagements de type modernes et des aménagements traditionnels.

#### **2.1.1. Les aménagements modernes**

Les aménagements de type modernes sont constitués des ouvrages hydroagricoles réalisés dans cette vallée. Ils sont presque dans les sous vallées constituant un grand ensemble qui est la vallée de Baila. Certains aménagements hydroagricoles à l'instar du barrage construit dans la sous vallée de Karthiack jouent plusieurs fonctions :

D'abord cet ouvrage permet de stocker une quantité très importante d'eau de pluie en amont, zone de riziculture intense en saison de pluies dans la sous vallée de Karthiack. L'ouvrage permet de maintenir également une quantité importante d'eau dans les rizières se trouvant en amont ce qui permet de dessaler progressivement les rizières affectées par la salinité depuis bon nombre années. Ainsi quand l'eau de pluie atteint un certain niveau, les vannes sont ouvertes pour évacuer le trop plein et celle évacuée lessive en même temps les rizières en amont. Cela permet ainsi de contrôler la quantité d'eau au niveau de la zone de riziculture et de pouvoir progressivement lessiver les terres affectées par la salinité. Malgré la mise en place de ces ouvrages dans les sous vallées de la vallée de Baila, la salinité continue

toujours de persister. Alors bon nombre de terres arables sont de nos jours en abandon à cause d'un niveau important de la salinité.

Le tableau n°23 montre l'appréciation de la mise en place des aménagements hydroagricoles face à la forte salinité de l'eau du marigot.

**Tableau 23: Avis des populations par rapport à l'efficacité des aménagements hydroagricoles face à la forte salinité de l'eau du marigot (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

Rôle des aménagements hydroagricoles	Nombre de réponse	Pourcentages
Non réponse	8	3,63%
Oui	193	87,8%
Non	19	8,63%
Total	220	100%

Selon le résultat nos enquêtes, la majeure partie de la population est convaincue du rôle important et des avantages de ces aménagements hydroagricoles face à la forte salinité de l'eau. Cependant ils ne peuvent en aucun cas empêché complètement à la salinité d'évoluer dans un contexte de dégradation des conditions climatiques.



**Photo 5: Rôle des aménagements hydroagricoles dans la vallée du marigot de Baila : le barrage de Karthiack (Clichés, Sadio C.A.A.S., 2017)**

Affectant l'eau du marigot, la salinité pose beaucoup de difficulté à la population dans la gestion des ressources en eaux tout en réduisant la quantité d'eau utilisable. Selon nos enquêtes ; 87,8 % de la population est convaincu de l'efficacité des aménagements

hydroagricoles face à l'avancé de la salinité contre 0,5% de la population qui soutient leur inefficacité face à cette forte salinité de cette eau du marigot.

### **2.1.2. Les aménagements traditionnels**

La mise en place des digues après la sécheresse des années 1970, reste la première forme d'aménagement et de protection des espaces rizicoles contre la salinité dans cette vallée. En effet une digue se définit comme une construction constituée de plusieurs couches plus ou moins compact et qui a pour objectif de protéger la zone de cultures en l'isolant du reste. Généralement, celles-ci ont été réalisées le long de cette vallée pour la protection des rizières se situant le long du marigot contre la salinité. Ces digues anti-sels ont pour rôle d'empêcher l'avancée du sel dans les zones de riziculture. Etant donné qu'elles sont mises en place par une force humaine d'une manière manuelle, ces digues résistent moins à la salinité. Ainsi les digues qui ont été construites en amont des rizières ont généralement une autre mission différente de la première. Tout d'abord par le système de retenue d'eau de pluie en hivernage, elles permettent de maintenir l'eau dans les parcelles rizicoles se situant un peu plus en hauteur. Cependant ces digues ne jouent pas seulement cette fonction d'endiguement de l'eau, elles permettent également d'amoinrir le phénomène de l'ensablement de ces rizières.

## **III. LES CONTRAINTES DE LA BONNE GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS CE BASSIN**

Les populations du bassin du marigot de Baila sont confrontées à un problème de qualité de l'eau et non à un problème de quantité, affirme le chef du village de Balandine. Depuis la sécheresse des années 1970, qui a engendré la forte salinité de l'eau du marigot, la question d'accès à l'eau de bonne qualité pose d'énormes difficultés. Cette situation préoccupe de nos jours toutes les tranches sociales vivantes dans ce bassin vue que celle-ci commence à affecter la nappe phréatique et entraîne l'abandon de plusieurs puits traditionnels dans plusieurs de villages du bassin. Les moyens de gestions de l'eau dans la vallée de Baila restent majoritairement traditionnels du fait de la cherté des moyens permettant une gestion plus ou moins moderne. Aussi l'insécurité de la zone empêchant des grands investissements hydroagricoles et l'inaccessibilité de certaines zones constitue une contrainte majeure dans la gestion de l'eau. En outre des études pointues doivent être effectuées quand, un besoin de mise en place de forage se manifeste pour éviter sa construction dans une zone salée. Comme il en est le cas à Baila où l'eau du forage reste quasiment inutile à des fins de boissons dues à

son niveau de salinité. C'est ainsi celle-ci empêche la majeure partie des populations à utiliser cette eau qui continue à se rabattre jusqu'à présent dans les puits modernes ou traditionnels en cas de besoin. A cela s'ajoute le gaspillage de la ressource en eau, sa mauvaise gestion par les populations croyant toujours que celle-ci constitue une ressource inépuisable. Malgré toutes ces difficultés rencontrées, quelques efforts ont été consentis dans la gestion de la ressource dans le bassin.

#### **IV. ÉTAT DE CETTE GESTION**

La question des ressources en eau est l'une des questions au monde qui reste toujours d'actualité. La ressource eau constitue une source convoitée par les grandes puissances vu que tous les grands centres de productions sont à proximité des cours d'eau. Dans le bassin de la vallée de Baila, sa gestion était principalement traditionnelle (chaque concession s'offre les moyens pour régler le problème de l'eau) même s'il y'avait la présence de la mission Agricole Chinoise (MAC) en Casamance depuis 1969. La MAC à travers ces institutions d'aménagements réalise certains ouvrages hydroagricoles et contribue à la formation des comités techniques chargés de la gestion de ces ouvrages dans la vallée. Depuis 1979, année correspondant au départ des chinois au Sénégal, la gestion de la ressource en eau n'est plus sous le contrôle de la MAC. Elle est désormais gérée par le Projet de Gestion de l'Eau dans la zone Sud (PROGES).

##### **4.1.Mission Agricole Chinoise (MAC).**

Dans le cadre de la coopération technique entre le gouvernement chinois et le Sénégal, deux équipes techniques se sont succédé en Casamance de 1969 à 1979. L'équipe de la Chine de Formose à travers sa coopération, était le principal gérant de cette ressource de 1973 à 1979. Son but était de faire décoller la culture du riz par la réalisation des ouvrages hydroagricoles, la formation technique. Le MAC est un projet qui est resté au service des populations agricoles avec comme priorité le développement de la riziculture. Même si dans le bassin du marigot de Baila, la société Diola garde jalousement le kadiandou, la mission chinoise procède au don de matériaux agricoles comme les charrues, les machines. Mais le départ de ces techniciens de la chine de Formose due à l'arrêt de la coopération au milieu de sa mission et l'arrivée de ceux de la chine populaire a complètement bouleversé l'espoir du paysan dans les terres de Casamance. Les infrastructures d'accompagnements n'ont pas été

mise en place avant le départ de la première chine et encore l'arrivée de la chine populaire n'a pas pu régler la question.

#### **4.2. Projet de Gestion des Eaux du Sud (PROGES).**

Projet de Gestion de l'Eau dans la zone Sud (PROGES) a, pour but d'accroître à 50% la production céréalière, notamment celle du riz paddy dans la région de Ziguinchor et celle de Kolda. Il intervient sur plusieurs volets :

- La maîtrise de l'eau ;
- Le renforcement institutionnel ;
- La recherche appliquée et opérationnel ;
- Enfin le suivi de l'impact des digues sur l'environnement ;

Pour notre travail, nous allons beaucoup insisté sur le premier volet qui est la maîtrise de l'eau, pour montrer son importance à travers ces différentes réalisations.

Pour ce programme, sa mission a été d'assurer l'aménagement global des vallées retenues par le projet en assurant à la fois la protection contre l'avancée saline mais aussi une meilleure conservation des eaux et des sols. Il comprend deux phases distinctes dans sa globalité :

La première était consacrée essentiellement à la réalisation de grandes digues anti-sel et de rétention des eaux ou phase d'aménagement primaire assurant ainsi la relance des activités rizicoles.

La deuxième consiste à la mise en place des mesures complémentaires de conservation des eaux et des sols (P2SR). Dans la vallée de Baila, un « programme test » y a été réalisé avec la mise en place des digues anti-sel à Karthiack, Diatang, Djinaki et Baila.

Quant au barrage de Karthiack se trouvant dans le quartier de Batinghaloume, il sert à réduire la salinité et de pouvoir accroître la capacité de stockage de l'eau de ruissellement le plus longtemps possible. Son aménagement est suivi de la mise en place d'un Comité Villageois de Gestion de l'Eau. Mais sa gestion semblait être unilatérale car les habitants des autres quartiers affirment qu'ils ne sont impliqués car le barrage se limite seulement dans ce quartier (programme de développement de la vallée de Baïla (...)).

## V. LES STRATÉGIES POUR UNE GESTION DURABLE DES RESSOURCES EN EAUX DANS LE BASSIN

La maîtrise de la question de la ressource en eau devient une préoccupation majeure de nos jours pour chaque Etat dans le monde. Cela semble être le premier jalon vers un développement socio-économique d'un territoire. En effet l'eau est une ressource incontournable dans toute forme de vie qu'elle soit humaine, animale et végétale. C'est pourquoi sa gestion durable doit être au cœur de tous les débats intellectuels. Ainsi dans le bassin de la vallée de Baila, la question de la ressource en eau commence à inquiéter la population et les autorités de la zone du fait que l'accès à la ressource commence à poser de véritable difficulté. Sa meilleure gestion doit passer obligatoirement par :

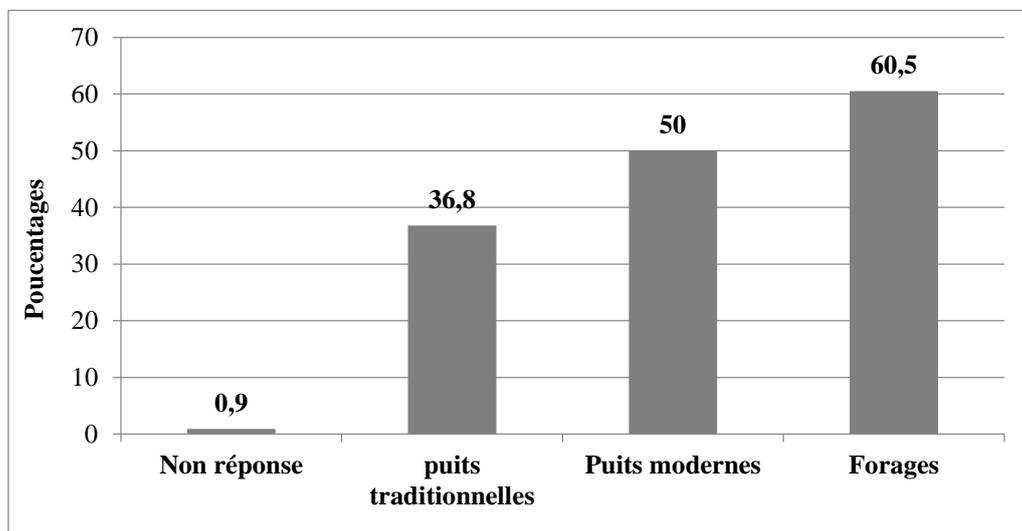
- ✓ La sensibilisation des populations par rapport à leur manière d'utilisation de la ressource ;
- ✓ La mise en place de comité inter-villageois qui sera chargé de sensibiliser les populations par rapport aux enjeux de la dégradation de la ressource en eau.
- ✓ L'élévation du coût des factures pour réduire le gaspillage de l'eau ;
- ✓ L'implantation des forages dans les zones non affectée par la salinité ;
- ✓ L'augmentation des forages dans le bassin pour desservir les zones qui n'en disposent pas ;
- ✓ Le renforcement des capacités des membres de l'ASUFOR dans la gestion des ressources en eaux ;
- ✓ L'augmentation du nombre de puits modernes dans le bassin ;
- ✓ La revitalisation des marres fossiles ; zones d'abreuvement du bétail pour diminuer la pression de la ressource disponible ;
- ✓ L'aménagement des bassins de rétention pour valoriser les eaux de pluie ;
- ✓ La promotion d'une politique : « *une concession, un puits* » pour réduire la pression sur l'eau de forage ;

### 5.1. Mode d'alimentation des populations en eau dans le bassin

Dans le bassin de la vallée de ce marigot, 60,5% des populations interrogées affirment qu'elles font recours à l'eau de forages non seulement pour satisfaire leur besoin en eaux de boisson mais également pour des fins domestiques. Dans les villages tels que Baila, Djibidione, Dianki, Karthiack et Thiobon on retrouve des forages avec des adductions plus ou

moins importantes. Cette eau provenant des forages est souvent utilisée à des fins domestiques et de boisson. La consommation de l'eau des forages reste faible dans sa globalité du fait de sa cherté car qui le mètre cube (m<sup>3</sup>) coûte 500Fcfa dans certaines localités. Cependant on note une sorte de réticence de la part des vieillards dans l'utilisation de cette eau causée non seulement par la cherté du m<sup>3</sup> mais également par son goût.

L'utilisation de l'eau de puits qu'ils soient modernes ou traditionnelles occupe une part important dans l'approvisionnement en eau du bassin car 50% des personnes interrogées affirme que l'eau de puits modernes est utilisée pour s'approvisionner en eau de boisson contre 36,8% utilisant l'eau des puits traditionnels pour régler les besoins en eaux de boissons. Selon les résultats nos enquêtes, le mode d'alimentation reste dominé par l'utilisation de l'eau des forages et celle des puits modernes.



**Figure 26: Mode d'approvisionnement en eau de boisson dans le bassin de la vallée de Baila (Source : Enquêtes Sadio C.A.A.S., 2017)**

## **VI. LES SOLUTIONS PROPOSÉES PAR LES POPULATIONS POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU**

L'eau, source d'énormes conflits dans le monde, est indispensable dans la vie sur terre. Elle est au cœur des questions environnementales, sans eau l'environnement ressemblerait à un désert. La dégradation de cette ressource dans les zones humides de dimension continentale à l'instar du lac Tchad reste toujours une préoccupation majeure pour les environnementalistes. Ainsi la maîtrise de l'eau demande beaucoup de moyens financiers et de moyens matériels. C'est pourquoi sa bonne gestion dans certains terroirs villageois qui sont victimes de la dégradation doit être à l'urgence pour pourvoir atteindre les objectifs du

développement durable. Ainsi quelques solutions ont été proposées par les populations de ce bassin pour une meilleure gestion de la ressource. La mise au point d'un ouvrage secondaire au niveau du pont de Djibidione pour pouvoir stoker de l'eau douce qui servira à l'agriculture de contre saison ;

- Le renforcement des puits modernes ;
- Le renforcement des forages en termes de nombre et la construction des châteaux d'eau de volume beaucoup plus importants ;
- Le renforcement et contrôle des adductions villageoises pour pouvoir desservir certains villages qui n'en disposent pas suffisamment de l'eau potable ;
- Le renforcement des capacités des comités villageois et inter-villageois pour une gestion concertée de l'eau ;
- La revalorisation de marres saisonniers et certains carrières ;
- La mise en place d'un barrage anti-sel dans la vallée pour pouvoir protéger les zones de culture, dessaler la rivière ;
- La multiplication des actions de reboisement de la mangrove le long du marigot ;
- La mise en place des bassins de rétention qui doit servir à réduire les pertes d'eau de pluie durant la saison des pluies ;
- Le creusement de bon nombre de puits pâturages pour gérer la question l'abreuvement du bétail ;
- Le renforcement des abreuvoirs dans le bassin versant pour faciliter l'accès en eau du bétail ;
- La création des aires marines protégées dans certaines zones du marigot ;

## **VII. LES PERSPECTIVES**

Les difficultés que rencontrent les populations dans ce bassin versant en termes de gestion de l'eau sont nombreuses. De nos jours, aspiré à un développement d'une manière durable de son contrée nécessite, d'une part, d'avoir une mainmise sur la ressource en eau. Car elle est une ressource incontournable dans la vie sur terre avec une large gamme de services qu'elle est capable de rendre à l'humanité. Selon Gomis, 2017, l'eau est un moyen d'éradication de la pauvreté, diminue les risques de l'insécurité alimentaire dans le monde, améliore la santé humaine, animale.

Toute cette gamme de service que comporte l'eau dans le cadre général, contribue à l'amélioration des conditions de vie des populations villageoises. C'est pour cela qu'un plan de gestion intégrée doit être mise en place pour la maîtrise durable de la ressource en eau. Celui-ci devrait permettre de :

- Mettre en place des bassins de rétention pour réduire la perte des eaux de pluies pendant l'hivernage ;
- L'interdiction de certaines pratiques non adaptées à ces zones
- La promotion des mesures agricoles et forestières adaptées
- Mettre en place un plan de gestion général de l'eau regroupant tous les villages du bassin versant ;
- Multiplier les actions de reboisement de mangroves le long de la vallée ;
- Mettre en place des digues de retenues d'eau et anti-sel pour dessaler et en même temps protéger les zones de cultures de riz contre la remontée saline ;
- La mise au point d'une protection anti-sel adaptée à la zone ;
- Organiser des campagnes de sensibilisations pour une meilleure gestion des ressources hydriques ;
- Identifier les localités victimes de la forte salinité et de mettre en place un système de lutte contre les risques de contamination des puits par la salinité ;
- Mettre en place une politique locale pour le renforcement des capacités des agents de l'hydraulique

### **Conclusion partielle**

L'eau, source de vie sur terre, est une ressource incontournable dans la vie humaine, animale et végétale. De nos jours, avoir une maîtrise énorme sur celle-ci est synonyme de développement durable car, elle comporte toutes les opportunités pour pouvoir rendre service à l'humanité. Elle participe également à la fixation des populations dans les territoires villageoises ou les collectivités locales. Cependant de nos jours l'humanité est menacée par la dégradation de la ressource de cette ressource et surtout celle destinée à la consommation.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Long de 110km, le marigot de Baila, une zone humide d'importance capitale se situant en basse Casamance, couvre une superficie de 1635km<sup>2</sup>. De directions différentes de sa source jusqu'à son confluent, tantôt de direction Est-ouest, tantôt Sud/Sud-ouest, ce bassin regorge d'énormes potentiels économiques.

Du point de vue climatique, le bassin versant du marigot de Baila est sous l'influence de deux types de flux :

L'Alizé maritime, flux qui est à l'origine des faibles températures (25.05°) à la station de Ziguinchor, circule presque durant toute l'année dans ce bassin grâce à sa proximité par rapport à la mer.

La mousson, flux annonçant de la pluie commence à se faire sentir à partir du mois de Mai. Grâce à la grandeur de son épaisseur, la Casamance en général et en particulier sa partie basse enregistre de fortes précipitations (1500mm) à Ziguinchor qui diminuent progressivement vers le Nord du pays.

Il est aussi régi par l'alternance de deux saisons : une saison de pluies qui dure environ 4 à 5 mois avec un maximum intervenant, tantôt en Août tantôt en Septembre et, une saison hivernale très longue qui dure 7 à 8 mois.

Cependant la sécheresse des années 1970 qui s'est ressentie dans la zone Sahélienne a fortement contribué à la péjoration des conditions climatiques en basse Casamance et singulièrement dans ce bassin. En effet ce déficit pluviométrique causé par la faiblesse de la pluviométrie qui, à son tour influe sur les écoulements, a entraîné le tarissement des marres et des bas-fonds mais également a entraîné l'intrusion du biseau salé dans cette vallée. En Afrique tropicale sèche ces déficits pluviométriques, marqués par une phase aiguë dans les années 1972 et 1973, n'ont jamais cessé, même s'ils ont varié en extension et intensité suivant les années. Une recrudescence notable de la sécheresse s'est manifestée en 1983 et 1984 et les déficits restent les règles générales jusqu'à la période actuelle (Olivry. J.C ,1996).

La salinité de l'eau du marigot a fortement contribué à la réduction de surfaces arables le long du marigot qui est à l'origine de la baisse de la production agricole notamment celle du riz ; qui est la principale activité des populations riveraines. En outre l'analyse des données pluviométriques de la série 1960 à 2016 fait apparaître trois périodes.

Ainsi la disponibilité des ressources hydriques est tributaire des précipitations, des températures qui sont à l'origine de forte évaporation, mais également de son mode de gestion car dans ce l'eau est fortement infectée par le sel.

Sur le plan socio-économique, la culture du riz fortement tributaire de la pluviométrie constitue, la principale activité. A cela s'ajoutent les activités subordonnées tel que le maraichage, l'élevage etc qui sont aussi inhérentes à la pluviométrie d'une manière direct ou indirect. Cependant ces différentes activités pratiquées dans ce bassin ne connaissent pas l'épanouissement total car elles sont contraintes par plusieurs problèmes notamment la fluctuation pluviométrique, la salinité des eaux et sols mais également un manque criard d'ouvrages hydroagricoles et pour satisfaire les besoins en eau du bétail. Aussi l'insécurité de la zone constitue aussi une contrainte majeure pour le développement de ces activités.

Les différents moyens d'accès à l'eau dans ce bassin sont : les forages, les mini-forages, les puits modernes, les puits traditionnels et les points d'eau. Ainsi l'accès à la ressource en eau est facilité par la mise en place des forages, des mini-forages, des puits modernes et traditionnels. L'eau des pluies et celle souterraine est généralement utilisée pour les activités économiques menées dans la région.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**1 Albergel. J (1987) : *Expertise hydrologique sur 11 sites en Basse et Moyenne Casamance*, article, institut Français de recherche Scientifique pour le développement en coopération, 25 pages.**

**2 Anonyme (non daté) : *Zone humide un enjeu national : bilan de 15 ans de politiques publiques*, 91 pages.**

**3 Anonyme, (2009) : *Zones humides Infos, n° 66 (Fonctions et services rendus par les zones humides)*, 24 pages.**

**4 Anonyme (non daté) : *Zones Humides un enjeu national : Bilan de 15 ans de politiques* ; Rapport de ministères de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat ; 95pages.**

**5 Bassène. O. A, (2017) : *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 doctorale, géographie, université de Lyon 2016, 332 pages.**

**6 Brenda-xiomara,Ochoa-salazar(2008) ; *Etude; conjugué ; de géochimie /hydrologie des relations nappes rivières dans une zone humide : cas de la zone humide de Monbequi, France* ; 243 pages.**

**7 Boivin .P, Loyer J.Y ; (1991): *Mise en valeur des mangroves du Sénégal ; rapport final*, contrat CEE : TSD-A-104 (MR) ; 65 pages.**

**8 Cizel. O (non daté) : *Définition et délimitation des Zones Humides* :(non daté), c. envir ; article 211-1 ; 20 pages.**

**9 Dacosta ; H, (1989) ; *Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance*, thèse doctoral du 3<sup>ème</sup> cycle en géographie 283 pages.**

**10 Dacosta ; H, (1983) : *Etude hydrologique du marigot de Baïla : traitement des données recueillies entre juin 1980 et juin 1982* ; mémoire de maitrise 149 pages.**

**11 Denoulin. D ; Descamps ; Hebrad ; L ; Michel ; P ; et al (1969) : *Bilan des recherches sur le quaternaire du Sénégal et de la Mauritanie (1968-1969)* ; (1969) Ouest Afrique Dakar, n°22, 11 pages.**

- 12 Faye ; C, (2013) : *Evaluation et Gestion Intégrée des Ressources en Eaux dans un contexte de variabilité hydro climatique : Cas du Bassin Versant de la Falémé* ; thèse de doctorat ; 312 pages.**
- 13 Geneviève. B (2006) : *Un ambitieux programme de recherche sur les Zones Humides, cahier de thématique (PNRZH), 64 pages.***
- 14 Geneviève. B (2009), *Entre terre et eaux, les fonctions écologiques des zones humides*, rapport de séminaire technique sur les zones humides de tête de bassin, département de écologie et gestion de biodiversité-SPN ; 20 pages.**
- 15 Gomis ; C, (2017) : *Eaux et activités dans le bassin versant de Goudomp*, mémoire de master, 111 pages.**
- 16 Jean Claude Saos, Catherine le Bouteiller, E. Salif Diop : *Aspects géologique et géomorphologique de la Casamance : étude de la sédimentation actuelle* ; département de géographie, université de Dakar (Sénégal) ; 14 pages.**
- 17 Jean Claude Olivry et Dacosta (1984) : *Bilan des apports hydriques et évolution de la salinité* (mémoire de maîtrise) ; 149 Pages.**
- 18 Livre bleu (2009) : « *L'eau, la vie, le développement humain* » document de consultation fourni par SENAGROSOL CONSULT ; 72 pages.**
- 19 Malou ; R, (1992): *Etudes des Aquifères Superficiels en basse Casamance : un modèle de bilan hydrique* ; thèse doctorale du 3<sup>ième</sup> cycle en géologie mention Hydrogéologie ; 121 pages.**
- 20 Malou. R, Jacques Mudry, Jean-Luc Saos, (1992) : *Recharge pluviale de l'aquifère superficiel de la vallée de Baila* (Basse Casamance, Sénégal) ; 116 pages**
- 21 Malou. R ; et Saos. J. L., Lienou. G et al (1984) : *Caractérisation des relations eaux de surface-eaux souterraines en milieu tropical sec : exemple du bassin de la Nema (Sine-Saloum)*, article, institut de recherches géologiques et minières/ centre de recherches hydrologiques ( IRMG / CRH) ; 46 pages.**
- 22 Malou. R, Dacosta. H, Saos J.L ; Akpo.L.E : *Influence sur les ressources en eau souterraine en zone Soudano-Salienne* ; article, BP 5005 Dakar Fann ; 13 pages.**

- 23 Millet ; b ; Olivry. J. C, Letroquer.y : *Etude du fonctionnement hydrologique de la Casamance Maritime, article scientifique en hydrologie* ; 15 pages
- 24 Montoroi. J .P, (1992) : *Etude morpho-pédologique du bassin versant de Djigounoum (basse Casamance)* département eaux continentales de l'ORSTOM ; 75 pages.
- 25 Mudry ; J.N, (1991) : *Recharge pluvial de l'aquifère superficiel de la vallée de Baïla (base Casamance, Sénégal)*, article université de France comté ; 11 pages.
- 26 Ndao ; M, Juillet (2012) : *Dynamique et gestion environnementales de 1970 à 2010 des zones humides au Sénégal : Etude de l'occupation du sol par télédétection des Niayes avec Jiddah Thiaroye Kao (à Dakar) Mboro (à Thiès et à Saint Louis)* thèse doctorale université de Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail) ; 370 pages ;
- 27 N'diaye. El. M (non daté) ; *Evaluation et perspectives d'avenir de la Mission Agricole Chinoise ; rapport d'évaluation*, 42 pages.
- 28 Olivry ; J.C (1996) : *Etude Régionale sur les Basses Eaux ; les effets durables du déficit des précipitations sur les étiages et les tarissements en Afrique de l'Ouest et du Centre ; article scientifique en hydrologie* ; ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1 ; 14 pages.
- 29 Olivry. J. C, (1987) : *Les conséquences durables de la sécheresse actuelle sur l'écoulement du fleuve Sénégal* ; ORSTOM 213 rue la fayette 75010 Paris (France) ; 12pages.
- 30 Pascal Baud, Serge Bourgeat, catherine Bras(2008), *Dictionnaire de géographie*, Hatier, Paris,607 pages.
- 31 PEPAM (2010): *Plan Local d'Hydraulique et d'Assainissement-PLHA Commune Rural de Djibidione (version finale)* ; 72 pages.
- 32 PEPAM (2010): *Plan Local d'Hydraulique et d'Assainissement-PLHA Commune Rural de Djinaki (version finale)* ; 60 pages.
- 33 PEPAM (2010): *Plan Local d'Hydraulique et d'Assainissement-Commune Rural de Sindian (version finale)* ; 62 pages.

- 34 PEPAM (2010) : *Plan Local d'Hydraulique et d'Assainissement-PLHA Commune Rural de Suelle (version finale)* 64 pages.**
- 35 PEPAM (2007) : *Plan local d'Hydraulique et d'Assainissement-PLHA Commune Rural de Karthiack (version finale)* 42 pages.**
- 36 Peeters .J (1998) : *Les Zones Humides une source de vie : état des lieux de la conservation des Zones humides au Sénégal* ; 38pages.**
- 37 Pierre George et Fernand Verger(2009) ; *dictionnaire de géographie* ; 3<sup>ème</sup> édition « quadrige », presse universitaire de France.**
- 38 *Projet de Gestion de l'eau dans la zone Sud (PROGES) : rapport final (1998) ; 126 pages.***
- 39 *Projet de développement de la vallée de Baila en Casamance (1985): Etude Sociologique* ; 40 pages ;**
- 40 *Programme de développement de la vallée de Baila en basse Casamance : Rapport final* ; Louis Berger International INC; volume 5 : environnement ; 15-19 pages.**
- 41 *Programme de développement de la vallée de Baila en basse Casamance (1981): Rapport final* ; Louis Berger International INC; Volume 4: Socio-économique;11-48pages.**
- 42 *Programme de développement de la vallée de Baila en basse Casamance (1981) : Rapport final* ; Louis Berger International INC ; volume 3 : pédologie, organisation et environnement 7 rue Latellier 75015 Paris ; 7-108 pages.**
- 43 *Programme de développement de la vallée de Baila en basse Casamance (1981) : Rapport final* ; Louis Berger International INC ; volume 2 : Ressources en eau ; 6-39 pages.**
- 44 Sane ; T, Diop ; M, Sagna; P, (2008) : *Etude de la qualité de la saison pluvieuse en haute-Casamance, article scientifique sécheresse 2008* ; 6pages.**
- 45 Sagna. P, (2004) : *Dynamique du climat et son évolution dans la partie Ouest de l'Afrique Occidentale, thèse de doctorat d'État tome 1 et 2 ; département de géographie de UCAD.***
- 46 Saos J.L, Dacosta.H, LeTroquer, Yann, (1990) : *Pluviométrie et écoulements (résultats des campagnes 1983, 1984, 1985, 1986)* article scientifique; 54 pages.**

47 SAOS. J. C Dacosta ; H ; Letroquer.Y ; et al ;, (1987) : *Le marigot de Baila : pluviométrie et écoulements* ; article, institut Française de recherches scientifiques pour le développement en coopération centre de Dakar-Hann 54 pages.

48 Sow. E (2001) : *Le quaternaire récent du Sénégal occidental (Lac retba, et lac tamna, estuaire de la Casamance). Implication eustatique et paléoclimatique des diatome* ; thèse doctoral, 189 pages.

49 Thiao. P.F, (2009) : *Etude hydrologique des zones humides du littoral Nord du Sénégal (de Dakar à Saint-Louis) à partir de l'exemple de la vallée de Diogo* ; mémoire de maitrise 100 pages.

50 Thiam M. D, (2006) : *Environnement et évolution des bordures lacustres et lagunaires du Sénégal, thèse de doctorat d'État, département de géographie, UCAD ; 513 pages.*

51 Vassal. J et Ritz ; M (1989) : *Structure du bassin sénégal-mauritanien d'après ses propriétés électriques* ; article, ORSTOM. B.P.1386. Dakar (Sénégal) ; 4 pages

52 Vieillefon ; J, (1974) : *Contribution à l'étude de pédogenèse dans le domaine fluviomarín en climat tropical de l'Afrique de l'ouest : importance du comportement géochimique du soufre dans l'acquisition et développement des caractères pédologiques,* Thèse doctorale du 3<sup>ème</sup> cycle en es science 454 pages

## WEBOGRAPHIE ;

[www.idref.fr/079425208](http://www.idref.fr/079425208)

[www.persee.fr/ doc/rural.....](http://www.persee.fr/doc/rural.....)

[journals.openedition.org/physio-géo](http://journals.openedition.org/physio-géo)

Mémoire online et documentation en ligne

## Table des illustrations

### Table des figures

Figure 1: Evolution moyenne mensuelle des températures à la station de Ziguinchor de 1960 à 2016.....	34
Figure 2: Evolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Bignona de 1962 à 2010.....	39
Figure 3: Evolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Ziguinchor de 1960 à 2016.....	39
Figure 4: Evolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Sindian de 1980 à 2010.....	39
Figure 5: Evolution moyenne mensuelle des précipitations à la station de Diouloulou de 1970 à 2015.....	39
Figure 6: Evolution des écarts à la moyenne de 1960 à 2016 des précipitations moyennes annuelles à la station de Ziguinchor.....	40
Figure 7: Evolution des écarts à la moyenne de 1960 à 2016 des précipitations moyennes annuelles a la station de Bignona.....	40
Figure 8: Evolution des écarts à la moyenne de 1970 à 2015 des précipitations moyennes annuelles à la station de Diouloulou.....	41
Figure 9: Evolution des écarts à la moyenne de 1970 à 2015 des précipitations moyennes annuelles à la station de Diouloulou.....	41
Figure 10: Evolution moyenne mensuelle de l'humidité moyenne mensuelle à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013.....	42
Figure 11: Evolution moyenne (heures / jour) de l'insolation à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013.....	44
Figure 12: Evolution moyenne mensuelle de l'évaporation de 1951 à 2013 à la station de Ziguinchor.....	45
Figure 13: Les vents dominants à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013.....	47
Figure 14: Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) à la station de Ziguinchor (1951-2013).....	48
Figure 15: Aperçu géomorphologique de la moyenne vallée du marigot de Baila.....	56
Figure 16: Profil morphologique du bassin de Baila : coupe transversale du marigot/plateau à Balandine.....	59

Figure 17: Profil morphologique du bassin de Baila : coupe transversale du marigot/plateau à Djibidione.....	59
Figure 18: Profil morphologique du bassin de Baila : coupe transversale du marigot/plateau à Toukara.....	59
Figure 19: Perception des populations par rapport à la durée de rétention des eaux de pluies	71
Figure 20: Evolution comparée des moyennes mensuelles pluviométriques et de l'évaporation à la station de Bignona .....	72
Figure 21: Evolution comparée des moyennes mensuelles pluviométriques et de l'évaporation à la station Sindian .....	73
Figure 22: Evolution comparée des moyennes mensuelles de températures et de l'Evapotranspiration potentielle à la station de Ziguinchor .....	75
Figure 23: Evolution comparée des moyennes mensuelles des précipitations et de l'ETR à la station de Bignona.....	76
Figure 24: Evolution comparée des moyennes mensuelles des précipitations et de l'ETR à la station de Sindian .....	77
Figure 25: Evolution moyenne mensuelle du niveau d'eau dans le marigot de Baila de Juillet 2017 jusqu'en Juin 2018 .....	80
Figure 26: Evolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois de Juillet, Septembre et Octobre 2017 .....	81
Figure 27: Evolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois d'Octobre, de Novembre et Décembre 2017.....	81
Figure 28: Evolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois de Janvier, Février et Mars 2018.....	82
Figure 29: Evolution moyenne journalière du niveau d'eau du mois d'Avril, Mai et Juin 2018 .....	83
Figure 30: Evolution journalière des hauteurs de l'eau dans le bassin du marigot de Baila du mois de Juillet 2017 au mois de Juin 2018.....	83
Figure 31: Les phénomènes qui dégradent la vallée du marigot de Baila.....	89
Figure 32: Avis des populations sur la diminution des terres arables dans la vallée de Baila .	91
Figure 33: Perception des populations par rapport aux différentes du marigot. ....	93
Figure 34: Composition de l'échantillon de la population du bassin de marigot de Baila.....	99
Figure 35: Avis des populations par rapport à l'accès à l'eau pour le maraichage .....	103
Figure 36: Sources d'eaux utilisées pour abreuver le bétail de la localité .....	104
Figure 37: Moyennes d'accès à l'eau potable dans le bassin du marigot de Baila .....	107

Figure 38: Mode d’approvisionnement en eau de boisson dans le bassin de la vallée de Bai 115

### **Tables des Tableaux**

Tableau 2: Villages retenus pour l’échantillon .....	20
Tableau 3: Taille de l’échantillon en fonction des villages retenus .....	21
Tableau 4: Evolution de la pente dans les différentes stations.....	25
Tableau 5: Températures moyennes mensuelles à la station de Ziguinchor de 1960 en 2016	33
Tableau 6: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Ziguinchor de (1960 à 2016) .....	35
Tableau 7: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Ziguinchor de (1960 à 2016) .....	35
Tableau 8: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Diouloulou (1970- 2015).....	36
Tableau 9: Variation moyenne mensuelle des précipitations à la station de Sindian (1980- 2010).....	36
Tableau 10: Humidité relative .....	41
Tableau 11: Insolation moyenne (heures par jour) à la station de Ziguinchor de 1951 à 2013	43
Tableau 12: Evaporation a la station de Ziguinchor .....	45
Tableau 13: Vitesse moyenne mensuelle du vent (m /s) à la station de Ziguinchor.....	48
Tableau 14: Pentes longitudinales et transversales exprimées dans le bassin de Baila .....	70
Tableau 15: Pluviométrie et Evaporation à la station de Bignona .....	72
Tableau 16: Pluviométrie et Evaporation à la station de Bignona .....	74
Tableau 17: Evapotranspiration Potentiel et Evapotranspiration Réel à la station de Bignona	75
Tableau 18 : Evapotranspiration Potentiel et Evapotranspiration Réel à la station de Sindian	77
Tableau 19: Hauteurs moyennes mensuelles d’eau dans le bassin du marigot de Baila de Juillet 2017 à Juin 2018.....	79
Tableau 20: Avis de la population face à la dégradation du couvert végétal le long du marigot .....	91
Tableau 21: Les différentes zones et leurs composantes dans le bassin versant du marigot de Baila .....	99
Tableau 22: Stratégies adoptées par les populations du bassin face aux variations pluviométriques .....	102

Tableau 23: Avis des populations par rapport à l'efficacité des aménagements hydroagricoles face à la forte salinité de l'eau du marigot .....	110
--	-----

### **Table des cartes**

<u>Carte 1</u> : Carte de situation de bassin versant du marigot de Baila .....	9
<u>Carte 2</u> : présentation du MNT dans le bassin du marigot de Baila .....	57
<u>Carte 3</u> :Présentation des tannes secs, tannes humides et mangroves dans le bassin.....	64
<u>Carte 4</u> : Présentation de la végétation dans le bassin du marigot de Baila .....	65
<u>Carte 5</u> : présentation du réseau hydrographique dans le bassin du marigot de Baila .....	70

### **Table des photos**

<u>Photo 1</u> : Champs de pisciculture dans la vallée de Baila .....	87
<u>Photo 2</u> : Méthode d'exploitation du sel dans la vallée de Baila précisément à Djibidione. ....	89
<u>Photo 3</u> : Les activités maraichères et les types de ressources en eaux utilisées dans le bassin du marigot: Jardin de Balandine.....	103
<u>Photo 4</u> : Moyens d'accès à l'eau pour le bétail (en dégradation dans la zone Baila Djibidione). .....	109
<u>Photo 5</u> : Rôle des aménagements hydroagricoles dans la vallée du marigot de Baila : le barrage de Karthiack .....	110

### **Table des schémas**

<u>Schéma 1</u> : Coupe topographique de la séquence de Balingore.....	62
<u>Schéma 2</u> : Mécanisme hydrologique de l'eau dans le marigot de Baila.....	84
<u>Schéma 3</u> : Esquisse de recomposition des conditions environnementales de la zone humide du marigot de Baila. ....	92

## Table des matières

<b>DEDICACES ET REMERCIEMENTS .....</b>	<b>1</b>
<b>Sommaire .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>8</b>
<b>I. PROBLÉMATIQUE.....</b>	<b>9</b>
1.1. Contexte et justification.....	10
1.2. OBJECTIF GÉNÉRAL .....	11
1.2.1. Objectifs spécifiques .....	11
1.3. Hypothèses de recherche .....	12
<b>II. ANALYSE CONCEPTUELLE.....</b>	<b>12</b>
2.1. Hydrologie.....	12
2.2. Zone humide.....	14
2.3. Ecoulement.....	15
2.4. Infiltration.....	16
2.5. Marigot.....	17
<b>III. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE .....</b>	<b>18</b>
3.2. Recherche documentaire .....	18
3.2. Travail de terrain .....	18
3.2.1. Enquêtes préliminaires .....	18
3.2.2. Méthode d'échantillonnage :(Enquête ménage).....	19
3.2.3. Les critères de choix des villages .....	20
3.2.4. Organisation des enquêtes .....	21
3.2.5. Administration d'un guide d'entretien .....	22
3.2.6. Traitement et analyse des données de terrain .....	22
<b>PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE : LE MARIGOT ET SON MILIEU .....</b>	<b>23</b>
<b>CHAPITRE I: CADRE PHYSIQUE GÉNÉRAL DU BASSIN DU MARIGOT DE BAILA .....</b>	<b>24</b>
I. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET DESCRIPTION DU RELIEF DU BASSIN VERSANT DUMARIGOT .....	24
II. LA GÉOLOGIE ET LA GÉOMORPHOLOGIE DU BASSIN DU MARIGOT.....	26

2.1.	La géologie .....	26
2.2.	La géomorphologie du bassin.....	26
III.	L'HYDROGÉOLOGIE DU BASSIN VERSANT DU MARIGOT .....	27
3.1.	L'aquifère profonde (Maestrichtien).....	27
3.2.	L'aquifère semi-profonde.....	28
3.3.	L'aquifère superficiel ou nappe phréatique .....	28
	<b>Conclusion partielle.....</b>	<b>29</b>
<b>CHAPITRE II : CADRE CLIMATIQUE : LE CLIMAT ET LES PARAMETRES</b>		
<b>CLIMATIQUES .....</b>		
<b>30</b>		
I.	LES FACTEURS GÉNÉRAUX.....	31
1.1.	Les températures.....	33
1.2.	Les précipitations.....	34
III.	Insolation .....	43
IV.	Évaporation .....	44
V.	Les vents.....	46
	<b>Conclusion partielle.....</b>	<b>49</b>
<b>DEUXIÈME PARTIE : L'HYDROLOGIE DU BASSIN DU MARIGOT .....</b>		
<b>50</b>		
<b>CHAPITRE I : FACTEURS ET TYPES D'ÉCOULEMENTS DANS LE BASSIN DU</b>		
<b>MARIGOT DE BAILA.....</b>		
<b>51</b>		
I.	LES FACTEURS STABLES DE L'ÉCOULEMENT .....	51
1.1.	Géologie du bassin .....	51
1.1.1.	<b>La sédimentologie ou origine de ces matériaux .....</b>	<b>53</b>
2.	La géomorphologie du bassin.....	54
3.1.	<b>Le plateau.....</b>	<b>58</b>
3.1.1.	<b>Plateau stricto sensu .....</b>	<b>58</b>
3.2.1.	<b>La surface dégradée du plateau .....</b>	<b>58</b>
4.	Les sols de la végétation et de tannes .....	60
4.1.	<b>La pédogenèse .....</b>	<b>60</b>
4.1.1.	<b>La répartition des sols et de la végétation .....</b>	<b>61</b>
5.	La végétation .....	64
6.	Le climat : .....	66
7.	L'action anthropique .....	67
II.	DIFFÉRENTS TYPE D'ÉCOULEMENT .....	67
2.1.	L'écoulement superficiel.....	67

2.2.	L'écoulement hypodermique.....	67
	<b>Conclusion partielle.....</b>	<b>68</b>
	<b>CHAPITRE II : LE POTENTIEL HYDRIQUE DISPONIBLE DANS LE BASSIN DU MARIGOT .....</b>	<b>69</b>
I.	LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN VERSANT .....	69
II.	LE BILAN DE L'EAU DE SURFACE DU BASSIN .....	72
2.1.	Comparaison des précipitations et de l'évaporation.....	72
2.2.	Comparaison des températures et l'évapotranspiration potentielle (ETP) et réelle (ETR) 74	
III.	Quantité d'eau perdue par infiltration .....	78
IV.	Caractérisation du niveau de l'eau du marigot de Baila .....	78
4.1.	Evolution mensuelle .....	79
4.2.	Évolutions trimestrielles .....	80
4.2.1.	Évolution de hauteurs de Juillet Août et Septembre .....	80
4.2.3.	Évolutions des hauteurs de Janvier, Février et Mars.....	82
4.2.4.	Évolution de hauteurs du mois d'Avril, Mais et Juin.....	82
V.	L'ÉTAT ACTUEL DE CETTE ZONE HUMIDE .....	85
5.1.	Atouts et contraintes de la vallée .....	85
5.1.1.	Atouts : .....	85
5.1.1.1.	La riziculture .....	85
5.1.1.2.	La pêche .....	86
5.1.1.3.	La récolte des huitres .....	86
5.1.1.4.	Le tourisme .....	86
5.1.1.5.	La pisciculture .....	87
5.1.1.6.	L'apiculture .....	87
5.1.1.7.	L'exploitation du sel.....	88
5.2.	Contraintes .....	89
5.2.1.	Salinité et acidité.....	90
5.2.2.	Extension de terres de cultures.....	90
5.2.3.	La dégradation du couvert végétal.....	91
VI.	LES DIFFÉRENTES FONCTIONS DU MRIGOT .....	93
6.1.	La fonction hydrologique .....	93
6.2.	La fonction écologique .....	94
6.3.	La fonction biogéochimique.....	94
	<b>Conclusion partielle.....</b>	<b>94</b>

<b>TROISIÈME PARTIE : LA DISPONIBILITE ET LA GESTION DE LA</b>	
<b>RESSOURCE EN EAU DU MARIGOT DE BAILA .....</b>	<b>96</b>
<b>CHAPITRE I: LE MILIEU, LES POPULATIONS LES ACTIVITÉS SOCIO-</b>	
<b>ÉCONOMIQUES ET LES TYPES DE RESSOURCES EN EAU UTILISÉES.....</b>	<b>97</b>
I.    LE MILIEU .....	97
II.   LES POPULATIONS ET CIVILISATIONS .....	98
III.  LES ACTIVITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES LIÉES A L’UTILISATION DE L’EAU	
DANS LE BASSIN .....	99
3.1.  Les cultures de plateau .....	100
3.2.  La riziculture .....	100
3.3.  Le maraichage .....	102
3.4.  L’élevage .....	104
<b>Conclusion partielle.....</b>	<b>104</b>
<b>CHAPITRE II: LES RESSOURCES EN EAUX DU BASSIN ET LEUR MODE DE</b>	
<b>GESTION.....</b>	<b>106</b>
I.    LA GESTION DES RESSOURCES EN EAUX .....	106
1.1.  Accès à l’eau potable.....	106
1.2.  Accès à l’eau pour les besoins de maraichage.....	107
1.3.  Accès à l’eau pour le bétail .....	108
II.   LES MOYENS DE GESTION DES RESSOURCES EN EAUX .....	109
2.1.  Les aménagements hydroagricoles et leur rôle dans la vallée .....	109
<b>2.1.1.  Les aménagements modernes .....</b>	<b>109</b>
<b>2.1.2.  Les aménagements traditionnels .....</b>	<b>111</b>
III.  LES CONTRAINTES DE LA BONNE GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS	
CE BASSIN.....	111
IV.   ÉTAT DE CETTE GESTION .....	112
4.1.  Mission Agricole Chinoise (MAC). .....	112
4.2.  Projet de Gestion des Eaux du Sud (PROGES).....	113
V.    LES STRATÉGIES POUR UNE GESTION DURABLE DES RESSOURCES EN EAUX	
DANS LE BASSIN .....	114
5.1.  Mode d’alimentation des populations en eau dans le bassin .....	114
VI.   LES SOLUTIONS PROPOSÉES PAR LES POPULATIONS POUR UNE MEILLEURE	
GESTION DE L’EAU.....	115
VII.  LES PERSPECTIVES.....	116
<b>Conclusion partielle.....</b>	<b>117</b>

<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>120</b>
<b>WEBOGRAPHIE ; .....</b>	<b>124</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>125</b>
<b>Table des figures.....</b>	<b>125</b>
<b>Tables des Tableaux.....</b>	<b>127</b>
<b>Table des cartes .....</b>	<b>128</b>
<b>Table des photos .....</b>	<b>128</b>
<b>Table des schémas .....</b>	<b>128</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>129</b>

## Annexes

### Identification de l'enquêté

1. prénom

2. Nom

3. sexe  M  F

4. Age

5.  Diola  peul  mandingue  
Ethnie  balante

6.  fonctionnaire du public  agent du privée  autre  
Profession

7. situation  marié(e)  célibataire  autre  
matrimoniale

8. Niveau  Supérieur  secondaire  primaire  
d'instruction  non instruit  autre

9. Taille de votre ménage

10. Nom de quartier

### I. La disponibilité des ressources en eaux

#### 1. Les ressources en eaux de pluie

11. village

12. 11. Quelle impression  précoce  stable  tardive  
avez-vous du début de l'hivernage dans la localité

13. 12. A partir de quel mois  Mai  Juin  Juillet  
commence-t-il à pleuvoir?

14. 13. Combien de temps  Deux mois  Trois mois  Quatre mois  
durent les pluies dans la localité ?  
 autres

15. 14. Comment sont les  Forte quantité  faible quantité  moyenne  
précipitations de manière générale dans la localité?

16. 15. Quel est  Juillet  Août  Septembre  
le mois qui enregistre le maximum de précipitation ?

#### 2. Ressources en eaux de surface

17. 16. Quel mois qui enregistre de faible pluviométrie ?  MAis  Juin  Juillet  
 Août  Septembre  Octobre  
 Autre

18. A quelle période de l'année constatez-vous une augmentation des eaux au niveau du marigot ?  Au début de la saison des pluies  au milieu de la saison de pluie  A la fin de la saison de pluie

19. Comment le remarquez-vous ?  Par déversement des eaux dans la zone de culture  par une augmentation du volume d'eau dans le marigot  
*Vous pouvez cocher plusieurs cases.*

20. L'eau du marigot déborde-t-elle dans les zones de culture en période de hautes eaux ?  Oui  Non

21. si non pourquoi?

22. Si oui quels sont ses effets sur les cultures ?

23. A partir de quelle période de l'année les eaux commencent-elles à se diminuer dans le Marigot ?  A la fin de la saison des pluies  un mois après la fin des pluies  deux mois après la fin des pluies  
 Autre ?

24. cette diminution n'a-t-elle pas des effets sur l'environnement et sur les cultures ?  Oui  Non

25. Si non pourquoi ?

26. y'a-t-il des points d'eau différents du marigot que l'on trouve dans la localité?  Oui  Non

27. Si oui combien sont-ils?

28. Contiennent-ils de l'eau douce ?  Oui  Non

29. Si oui en quoi cette eau est utile ?  La boisson  le maraichage  l'abreuvement du bétail  
*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

30. Quelle est la durée de rétention de ces eaux après la saison pluvieuse ?  Permanente  temporaire ?

31. Si elles sont temporaires quel alternatif trouvez-vous pour le reste de l'année ?

32. Ont-elles un impact sur l'environnement immédiat ?  Oui  Non

### 3. Ressources en eau souterraine

33. Quelle impression avez-vous de la profondeur de la nappe phréatique ?  Très Profonde  profonde  peu profonde  pas profonde

34. Avez-vous constaté un changement sur la qualité de l'eau de la nappe phréatique ?  Oui  Non

35. Si oui qu'est-ce qui est à l'origine de ce changement selon vous ?  L'utilisation à outrance des pesticides  intrusion du biseau salé

*Vous pouvez cocher plusieurs cases.*

36. Quels sont les effets de ce changement sur les activités directement liés à l'eau et aussi à l'environnement immédiat de la zone ?

37. Ce changement a-t-elle des effets secondaires sur la santé des populations ?  Oui  Non

38. Si non pourquoi ?

39. Si oui comment ?

### II. Mode d'exploitation de la ressource en eau

40. Où approvisionnez-vous en eau de boisson ?  Nappe affleurante  puits  forages  Autre ?

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

41. Où approvisionnez-vous en eau utilisée à des fins domestiques ?  Forage  puits  nappe affleurante  Autre ?

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

42. Où prélevez-vous l'eau utilisée pour le maraichage familiale ?  Nappe affleurante  puits  forage  autre

43. Si c'est au niveau du forage quelles sont les modalités d'acquisitions ?

44. Avez-vous suffisamment de l'eau pour assurer les activités de maraichage familial ?  Oui  Non

45. Où s'abreuve le bétail de la localité ?  Puits  points d'eau  forage  puits pâturages

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

46. Si c'est au niveau du forage comment sont les modalités d'acquisitions ?  Payement très chère  moyen chère  pas chère

47. Y'a-t-il d'autres activités directement liées à l'usage de l'eau ?  Oui  non

48. si oui lesquelles ?

49. Etes-vous satisfaits des modalités de distribution ou d'acquisition de l'eau de boisson ?  Oui  Non

51. Quels sont les différents problèmes rencontrés dans la distribution de l'eau à Baila ?

50. si non pourquoi ?

52. Ya-t-il pas d'autres problèmes rencontrés dans la distribution de l'eau ?

53. Quelles sont les modalités d'accès à l'eau potable ?  moyens d'accès à l'eau potable

54. Si oui lesquels ?

### III. Rôle de la zone humide

55. Selon vous quels sont les différentes fonctions des zones humides dans la zone ?  Fonction écologique  Fonction hydrologique  Fonction biogéochimique

*Vous pouvez cocher plusieurs cases.*

56. Quels sont les dangers et menaces qui guettent les zones humides ?  Salinisation  Ensablement  Acidification  Toxicité ferreuse, déboisement, coupe de la mangrove  Extention des terres de cultures  Autres

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

57. Quelle action de réhabilitation et de sauvegarde de la zone humide dans la zone ?  Aménagements hydro-agricoles  Dignes anti-sel  reboisement  Protection de la flore  Protection de la faune  Autre

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

## IV. Les différentes contraintes et stratégies mises en place

74. Si oui qu'est ce qui cause cette dégradation ?  Facteurs naturels  Facteurs anthropiques  Les deux à la fois  
 Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

58. Y'a-t-il une part de responsabilité du service d'exploitation de l'eau dans la dégradation de l'environnement immédiat ?  Oui  Non

75. Est-ce que la dégradation des ressources en eau a des impacts sur votre situation économique ?  Oui  Non

59. Si oui lesquels ?

76. Si oui comment est votre situation économique actuelle ?  A la baisse  A la moyenne  Autres

60. Constatez-vous une diminution des terres arables le long du marigot ?  Oui  Non

77. Quel type d'organisation privilégiez-vous dans le cadre de la gestion des ressources en eau ?  Type individuel  Type familial  Type associatif  autres

61. Si oui qu'est-ce qui est à l'origine de cette diminution ?  Une salinisation intense du marigot  un déficit en eau de pluie  
 Vous pouvez cocher plusieurs cases.

78. Quelles sont les principales incidences de la variabilité pluviométrique sur la zone humide ?  Salinisation  Ensablement  Acidification  Toxicité ferreuse  Autres  
 Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

62. Quelles solutions préconisez-vous pour faire face à cette situation ?  Construction des digues anti-sel  par changement de système de culture  Dessalement des rizières en début d'hivernage  Reboisement de la mangrove, autres  
 Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

79. Quelles sont les stratégies adoptées par les populations pour faire face aux variations de la pluviométrie ?  adoption de variété à court cycle  diversification des cultures  Réduction de la période de semis  Introduction de nouvelles variétés  semis direct  Autres ...  
 Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

63. Ces stratégies ont-elles des impacts sur la préservation des ressources en eau ?  oui  Non

64. Si oui lesquelles ?  Hausse de la productivité  Recupération des parcelles abandonnées  Lutte contre l'ensablement  Lutte contre la salinisation  autres  
 Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

80. Comment sont les résultats de ces stratégies sur la zone ?

65. Remarquez-vous une diminution progressive des espèces végétales le long du marigot ?  Oui  Non

81. Quelles sont les difficultés rencontrées dans la lutte contre la dégradation des ressources en eau ?

66. Si oui qu'est-ce qui est à l'origine de cette évolution ?

67. Quelles sont ces conséquences sur l'environnement ?

82. Y'a-t-il des actions menées par les ONG pour la lutte contre la dégradation des ressources en eau ?  Oui  Non

68. quelles stratégies préconisez-vous pour lutter contre ce phénomène

83. comment sont les résultats de ces stratégies dans la zone ?  pas favorables  peu favorables  favorables  autres

69. Y'a-t-il une exploitation des espèces végétales dans la zone ?  Oui  Non

70. Si oui quelles sont les espèces exploitées ?  La mangrove  autres

84. quelles les difficultés rencontrées dans la lutte contre la dégradation des ressources en eau ?  manque de moyens financiers  manque de moyens techniques  autres  
 Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

71. Quels sont les conséquences de cette exploitation sur l'environnement immédiat ?

72. Quelles sont les solutions mises en place pour lutter contre ce phénomène ?

73. Est-ce que les ressources en eau de la zone humide connaissent une dégradation ?  Oui  Non

85. y'a-t-il des actions menées par les ONG pour lutter les différents problèmes liées à la gestion des ressources en eau ?  Oui  Non

86. Si oui lesquelles ?

87. Y'a-t-il des actions menées par l'Etat pour lutter contre les différents problèmes liés à la gestion des ressources en eau ?  Oui  Non

88. Si oui lesquels ?

89. Ces stratégies ont-elles des impacts sur la préservation des ressources en eau ?  Oui  Non

90. Quel est le rôle des organisations communautaires de bases dans la gestion des ressources en eau ?

91. Quelles sont les actions déjà mise en place pour la gestion des ressources en eau du village?

92. Sont-ils des moyens efficaces pour la gestion des ressources en eau ?  Oui  Non

93. Quelles sont les stratégies modernes de gestion des ressources en eau ?  
 Aménagements hydro-agricoles  Diques anti-sel  Motoculteurs  
 Tracteurs  Autres  
*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

94. Est-ce-que ces aménagements hydro-agricoles jouent pleinement leur rôle  Oui  Non

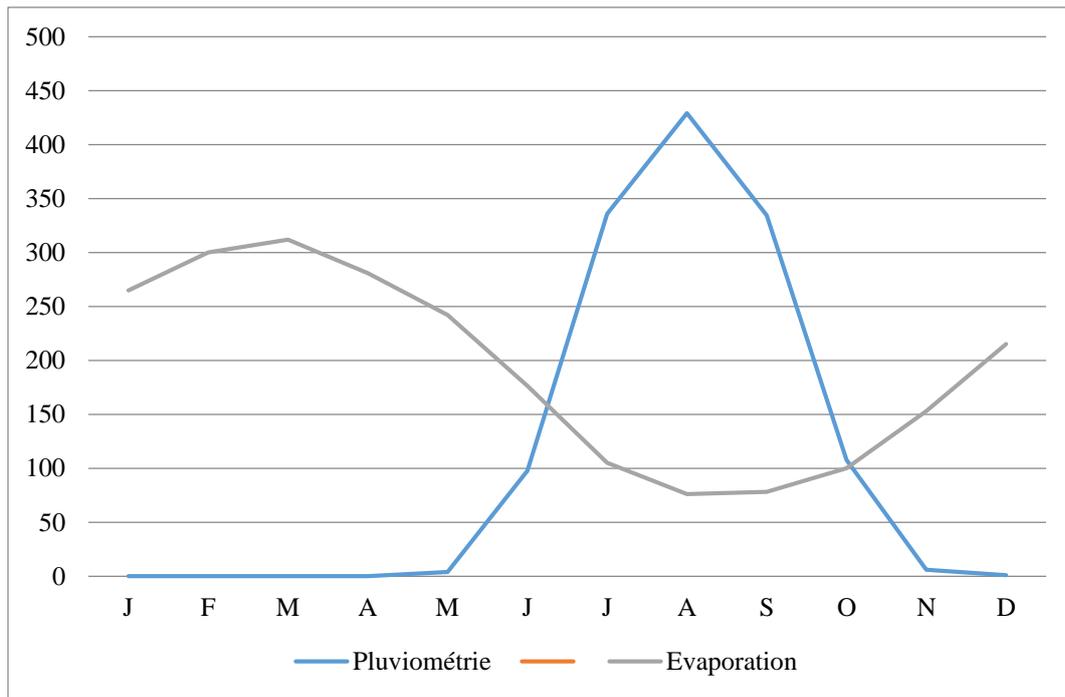
95. Si non quels sont les impacts de ces aménagements sur la gestion des ressources en eau?

96. Est-ce-que les populations participent dans l'entretien, la maintenance et de la gestion de ces ouvrages ?  Oui  Non

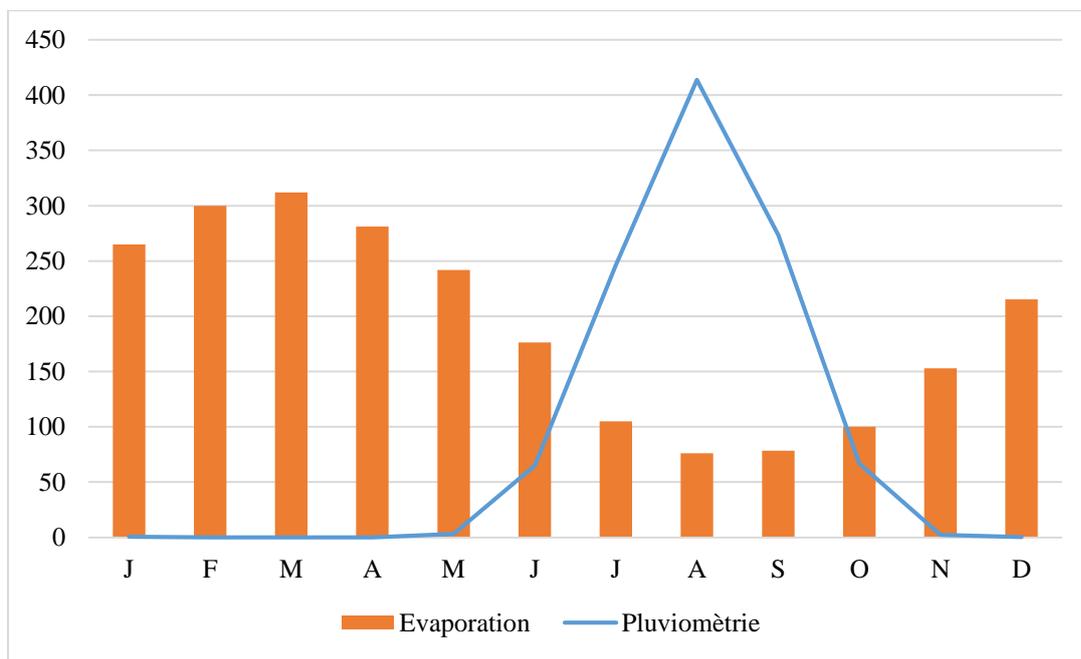
97. Avez-vous développé un système de rétention des eaux de pluie pour assurer tous les usages en eau ?  Oui  Non  
< taper ici la consigne >

98. Quelles sont les recommandations que vous préconiser pour avoir de meilleure gestion des ressources en eau ?

99. Quelles sont selon vous les aspects qui peuvent permettre une utilisation durable des ressources en eau ?



**Figure:** Évolution comparée des moyennes mensuelles des précipitations et de l'évaporation à la station de Ziguinchor



**Figure:** Évolution comparée des moyennes mensuelles des précipitations et de l'évaporation à la station de Diouloulou

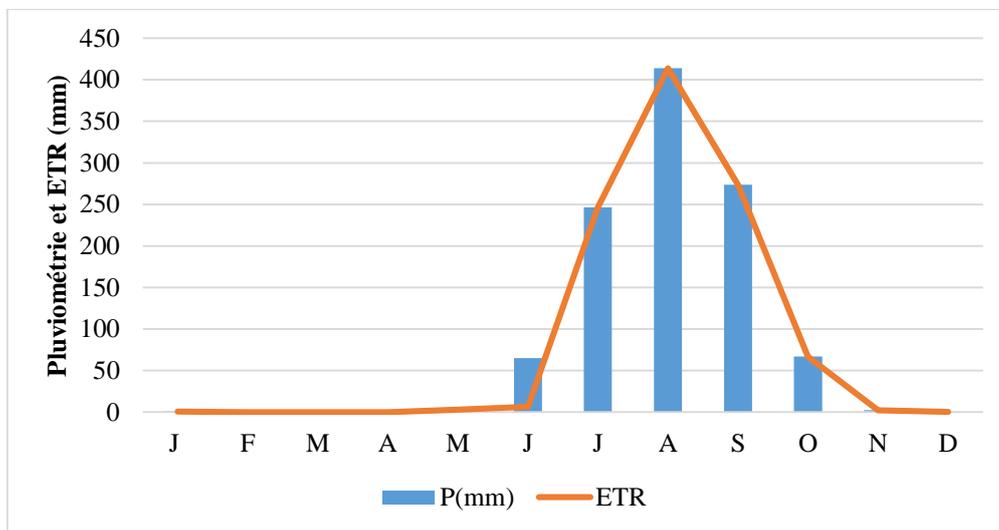
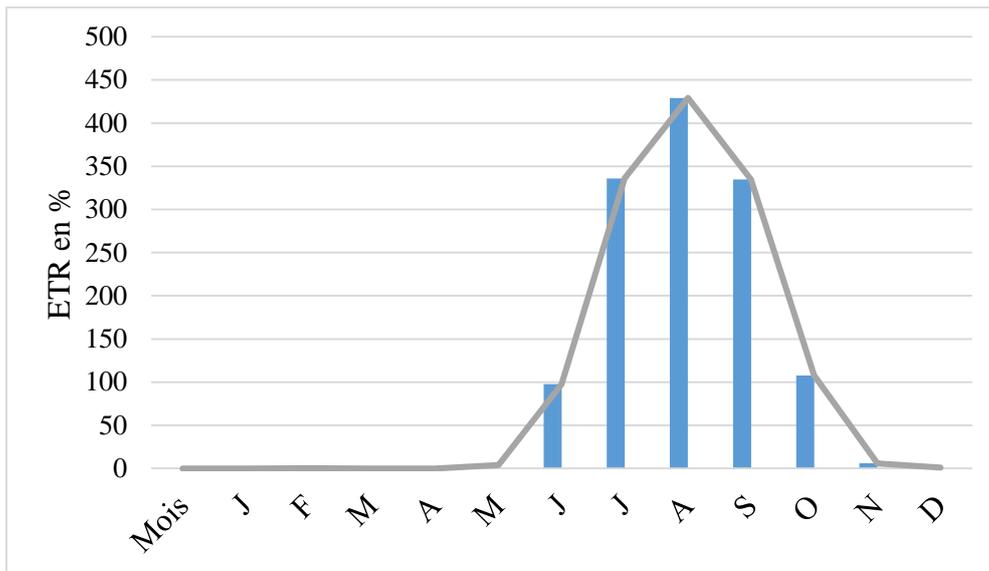
**Tableau16 :** Évapotranspiration Potentiel et Évapotranspiration Réel à la station de Ziguinchor

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
P(mm)	0,00	0,20	0,00	0,00	3,90	97,7	336,0	429,1	334,6	107,9	6,0	1,00	1316,5
ETP	103,4	124,7	174,3	187,9	206,5	205,1	173,7	163,2	160,5	176,9	152,4	104,5	1741,7
ETP-P	103,4	124,5	174,3	187,9	202,6	107,4	-162,3	-265,9	-174,1	69,0	146,4	103,5	425,2
RU	0	0	0	0	0	0	100	100	100	31,0	0	0	
ETR	0	0,2	0	0	3,9	97,70	336,0	429,1	334,6	107,9	6,0	1,0	1316,5
VR	0	0	0	0	0	0	100	0	0	-69,0	-31,0	0	
EXC	0	0	0	0	0	0	62,3	265,9	174,1	0	0	0	502,38
INF	0	0	0	0	0	0	62,3	265,9	174,1	0	0	0	502,38
BE	-103,4		-124,5	-174,3	-187,9	-202,6	-107,4	162,3 265,9	174,1	-68,96	-146,4	-103,5	-616,58

P (mm) : pluviométrie moyenne mensuelle en mm ; ETP : évapotranspiration moyenne mensuelle; RU : Réserve utilisable ; VR : Variance de réserve ; EXC : excédent ; INF : Infiltration ; BE : Bilan d'eau ;

**Tableau18 : Évapotranspiration Potentiel et Evapotranspiration Réel à la station de Diouloulou**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
P(mm)	0,7	0,0	0,0	0,0	3,1	65,0	246,4	413,9	273,6	66,8	2,4	0,2	1072,4
ETP	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4	103,4
ETP-P	102,7	103,4	103,4	103,4	100,3	38,4	-143,0	-310,5	-170,2	36,6	101,0	103,2	-969,0
RU	0	0	0	0	0	0	100	100	100	63,4	0	0	
ETR	0,7	0	0	0	3,1	6,5	246,4	413,9	273,6	66,8	2,4	0,2	1072,4
VR	0	0	0	0	0	0	100	0	0	-36,6	-63,4	0	
EXC	0	0	0	0	0	0	43,0	310,5	170,2	0	0	0	523,67
INF	0	0	0	0	0	0	43,0	310,5	170,2	0	0	0	523,67
BE	-102,7	-103,4	-103,4	-103,4	-100,3	-38,4	143,0	310,5	170,2	-36,61	-101,0	-103,2	-168,80



**Figure :** Évolution comparée des moyennes mensuelles des précipitations et de l'ETR à la station de Diouloulou