



UFR : Sciences et technologies
Département : Géographie
Master : Espaces, Sociétés et Développement
Spécialité : Environnement et Développement

Mémoire de Master

Thème: Eau et activités socio-économiques dans le bassin versant de GOUDOMP

Présenté par

César **GOMIS**

Sous la direction de :

Dr. Cheikh **FAYE**, Assistant

Et sous la supervision de :

Pr. Amadou Abdoul **SOW**, Professeur

Composition du jury :

| Nom et Prénom (s) | Grade | Qualité | Etablissement |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| SY Oumar | Maître de conférences | Président | UASZ |
| SOW Amadou Abdoul | Professeur titulaire | Directeur de mémoire | UCAD |
| FAYE Cheikh | Assistant | Co-directeur de mémoire | UASZ |
| SANE Tidiane | Maître Assistant | Membre | UASZ |
| FALL Aïdara C. A. Lamine | Maître Assistant | Membre | UASZ |

Année universitaire 2016-2017

Dédicace et Remerciements

DEDICACE

Je dédie ce travail d'étude et de recherche :

A mon père que Dieu l'accueille dans son paradis ;

A ma très chère mère pour son amour et ses prières ;

A mon tonton Fernando ;

A mes frères et sœurs ;

A la famille Sonko à Santhiaba ;

A mon frère Immel Donacien DIENG ;

A Ndèye Agnès CHANCHESE ;

A ma défunte tante Quinta Gomis pour ses encouragements et ses prières lors de son vivant ;

A Monsieur Nguijoyi et famille.

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours appréciable d'un nombre de personnes physiques et morales. Il est donc pour nous un grand honneur et réel plaisir de leur rendre hommage. Nous témoignons notre profonde reconnaissance et formulons de très vifs remerciements aux personnes qui de près ou de loin ont apporté leur soutien (moral et matériel) et contribué à finaliser ce travail d'étude et de recherche. C'est avec un grand enthousiasme que nous exprimons notre gratitude :

Au Docteur **Cheikh FAYE** qui a accepté d'encadrer ce travail. Nous le remercions très sincèrement du fond du cœur pour son soutien et sa générosité intellectuelle. Son suivi régulier, ses conseils et ses suggestions ont été très précieux et ont permis d'améliorer la qualité de ce travail. Sa disponibilité, sa compréhension, sa compétence, sa rigueur et son efficacité dans le travail transparaît dans le mémoire. Notre vocabulaire est très limité pour lui exprimer notre gratitude mais qu'il trouve ici l'expression de toute notre reconnaissance.

Aux enseignants du département de géographie de l'université Assane Seck de Ziguinchor (Oumar SY, Tidiane SANE, El-hadji Balla DIEYE, Aidara Chérif Amadou Lamine FALL, Abdourahmane Mabade SENE, Ibrahima MBAYE, Oumar Sall, Alvares BENGA) qui nous ont donné un enseignement de qualité lequel nous a permis d'arriver à ce niveau, nous sommes infiniment reconnaissant.

Nous remercions notre maman Nacia KA pour son amour, sa compréhension, ses prières et ses encouragements. Nos pensées vont à notre tendre Papa Laurent GOMIS, très tôt arraché de notre affection. De son vivant, Papa nous a toujours encouragé à poursuivre nos études.

Nous témoignons notre profonde gratitude à notre chère sœur Litha GOMIS et à son mari Samuel YEBOAH pour leurs prières, conseils et surtout pour avoir mis à notre disposition un ordinateur portable grâce auquel nous avons achevé ce travail.

Nos remerciements s'adressent à nos frères et sœurs cousins neveux et nièces (Christine, David, Litha, Flora, Raphaël, Lucas, Béllanti, Délici et Jacky) pour leurs soutiens et encouragements.

Ce mémoire constitue une occasion rêvée pour exprimer notre reconnaissance et gratitude à la famille BAKHOUM au sein de laquelle j'ai passé une bonne partie de ma vie depuis le collège jusqu'à l'université.

Nous remercions tous ceux qui nous ont témoigné soutien, compassion et réconfort au cours de ce travail : Diène Bakhoum, Bouly Sané, Waly Faye, Mamadou M.N. Bakhoum, Aristide

Mendo, El Hadji S. Diallo, Monsieur et Madame Faye, Cathérine Mané, aux Pasteurs (Ibrahima Diédhiou, Famara Mansal, Abdou Mané, Aliou Ba, Jacques Mansaly), Jeanne Camara, Odile Mansal, Denis Biaye, Emilie Gomis, Guy Chaudesaigues, Jean-Noel.

Nos remerciements s'adressent à Luc DESCROIX et aux doctorants du laboratoire de géographie (LGE) pour leur soutien et orientation.

Résumé

L'eau est par essence une ressource indispensable pour l'homme et ses activités. Les dérèglements climatiques survenus depuis les années 1970-1980 ont entraîné des déficits hydro pluviométriques en Afrique Subsaharienne. Ces déficits font que les besoins en eau ne cessent de croître tant pour la consommation que pour les activités agricoles. Cela explique aujourd'hui, le caractère exacerbé de la convoitise de l'eau dans le bassin de la Casamance en général et dans le sous-bassin de Goudomp en particulier. En effet, l'insuffisance d'eau de qualité dans le bassin versant ne permet pas de répondre aux exigences de toutes les activités tributaires de l'eau. Pour mieux appréhender cette problématique, nous nous sommes fixés comme objectif général, d'évaluer la disponibilité en eau et les activités économiques liées à l'eau dans le bassin versant de Goudomp.

La méthodologie adoptée pour atteindre cet objectif s'articule autour de trois principaux points : la recherche documentaire; la collecte de données quantitatives et qualitatives à travers un questionnaire ménage et des guides d'entretien et le traitement de données.

Les résultats obtenus attestent que, du fait des déficits pluviométriques, l'eau est disponible dans bassin versant mais de nature saumâtre à salée, une qualité qui n'est pas favorable aux usages agricoles (maraîchage, arboriculture, abreuvement du bétail). En plus, l'insécurité qui sévit dans une bonne partie du bassin versant contraint d'une part l'accès aux ressources en eau disponibles et d'autre part le développement d'activités inhérentes à l'eau (usages domestiques, agriculture, élevage, pêche).

Ces différentes contraintes (baisse de la pluviométrie, hausse du niveau de l'eau salée et insécurité) ont eu des impacts environnementaux et socio-économiques parmi lesquels : la salinisation et l'ensablement des parcelles, l'abandon des terres affectées par le sel, le regroupement et l'augmentation des populations dans quelques villages du bassin, l'émiettement des parcelles rizicoles, la baisse de la production, la paupérisation des habitants du bassin. Pour faire face à ces différents problèmes (salinisation, ensablement, acidification, infertilité des sols...), les paysans ont développé des stratégies d'adaptations allant des projets de gestion de l'eau (MAC, PROGES) à des méthodes et techniques de conservation des rizières (apport d'éléments organiques, récupération des rizières dégradées, paillage, binage...).

Toutefois, face à l'ampleur du préjudice, les stratégies d'adaptations sont souvent inefficaces pour y remédier, ce qui nécessite la mise en place d'actions durables, à l'image de la GIRE, pour assurer la sécurité alimentaire, la promotion d'un environnement durable et la lutte contre la pauvreté.

Mots clés : Eau, Activités, Bassin versant, Goudomp.

Abstract:

Water is a vital resource for human being and its activities. During 1970-80s, sub-Saharan Africa experienced significant climatic changes that include rainfall deficit and drought. Changing patterns in water demand for consumption and agriculture has pressurized water resources in Casamance basin particularly in its sub-basin, Goudomp.

Water shortage in the basin does not allow meeting requirements of all water-dependent activities. In this study our main objective is to assess water situation (availability and demand) in the basin of Goudomp.

The method used to achieve this objective is based on three main points: literary review; collect of data (quantitative and qualitative) through a household questionnaire and interview.

The results obtained show that, due to rainfall deficits, water is available in the catchment area but is brackish to saline. This is not favorable to agricultural uses and livestock. Moreover, the insecurity that occurs in a large part of the basin compels on the one hand the access to available water resources and on the other hand the development of activities inherent to water (domestic uses, agriculture, breeding...).

These various constraints (rainfall deficit, rising saline water levels and insecurity) have had environmental and socio-economic impacts, including: salinization and silting of plots, abandonment of land affected by salt, regrouping and increasing populations in some villages in the basin, fragmentation of rice plots, declining production and impoverishment of the inhabitants of the basin.

To overcome these different issues, farmers have developed adaptation strategies including water management projects (MAC, PROGES) and conservation methods and techniques (input of organic elements, recovery of degraded rice fields, mulching, hoeing) in order to increase rice yields.

However, face to the extent of the damage, adaptive strategies are often ineffective. To ensure sustainability, food security and overcome poverty, Integrated Water Resource Management (IWRM) should be implemented in the basin scale.

Keywords: Water, Activities, Basin, Goudomp.

SIGLES ET ABBREVIATION

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

BE : Basses Eaux

BU : Bibliothèque Universitaire

BV : Bassin Versant

CSE : Centre de Suivi Ecologique

CT : Continental Terminal

CIVGE : Comité Inter Villageois de Gestion

CVGE : Comité Villageois de Gestion

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

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

HE : Hautes Eaux

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

MAC : Mission Agricole Chinoise

MARP : Méthode Accélérée de Recherche Participative

MNT : Modèle Numérique de Terrain

ORSTOM : Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer

PROGES : Projet de Gestion des Eaux du Sud

PSE : Plan Sénégal Emergent

UASZ : Université Assane Seck de Ziguinchor

UCAD : Université Cheikh Anta Diop de Dakar

SOMMAIRE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dédicace et Remerciements | 1 |
| Résumé | 4 |
| SIGLES ET ABBREVIATION | 6 |
| SOMMAIRE | 7 |
| INTRODUCTION GENERALE | 8 |
| I. PROBLEMATIQUE | 10 |
| PREMIERE PARTIE : Présentation générale du bassin de Goudomp | 25 |
| Chapitre I : Cadre physique général du bassin versant de Goudomp | 26 |
| Chapitre II : Cadre humain général du bassin versant de Goudomp | 40 |
| DEUXIEME PARTIE : Disponibilité en eau dans le bassin versant de Goudomp | 44 |
| Chapitre I : Caractéristiques de l'écoulement dans le bassin de Goudomp | 45 |
| Chapitre II : Disponibilité en eau dans le bassin versant de Goudomp | 54 |
| TROISIEME PARTIE : Activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp | 64 |
| Chapitre I : Différentes activités liées à l'eau menées dans le bassin versant de Goudomp | 65 |
| Chapitre II : Impacts des activités sur les ressources en eau et stratégies de gestion de l'eau dans le bassin versant de Goudomp | 76 |
| Conclusion générale | 92 |
| BIBLIOGRAPHIE | 94 |
| Tables des illustrations | 97 |
| Table des cartes | 97 |
| Table des tableaux | 98 |
| Annexe | 99 |

INTRODUCTION GENERALE

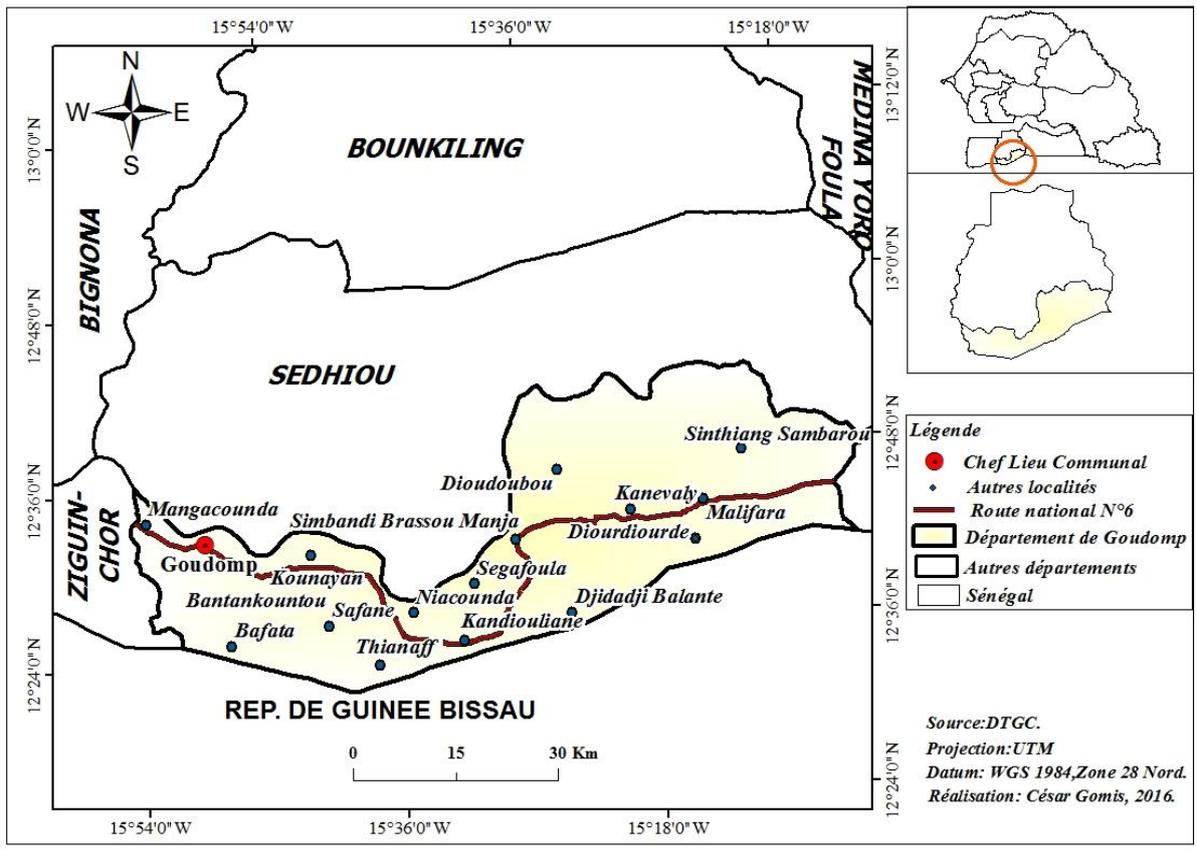
La gestion équilibrée des ressources en eau de surface est au cœur des préoccupations des gouvernements et des sociétés contemporaines. Avec des déficits pluviométriques récurrents, les grands fleuves et bassins de stockage de l'Afrique de l'Ouest en général connaissent une forte diminution ou dégradation de leurs ressources en eau. Les impacts de l'eau sur les activités humaines et la péjoration pluviométrique liée en partie aux changements climatiques ont rendu crucial la question de l'eau. Les difficultés liées à la disponibilité des ressources en eau, affectent d'une part, l'équilibre écologique de la nature et d'autre part, la vie des êtres vivants à travers la baisse des productions agricoles.

Ainsi, l'évaluation de la disponibilité de l'eau en relation avec les activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp demeure une nécessité surtout que l'ambition première des politiques actuelles de beaucoup de pays d'Afrique tel que le Sénégal est le développement de l'agriculture et la pêche.

Selon la déclaration de Dublin en 1972, « *une gestion efficace des ressources en eau passe nécessairement par une analyse quantitative et qualitative des éléments du cycle de l'eau et la mesure des différents paramètres environnementaux qui influent sur les ressources...* ». Cela explique l'importance de l'étude du comportement hydrologique du bassin versant pour la gestion durable des ressources en eau.

Situé à une cinquantaine de kilomètres à l'Est de la ville Ziguinchor sur la rive gauche du fleuve Casamance dont il constitue un sous-bassin, le bassin de Goudomp s'étend entre 12° 27' et 12° 35' de latitude nord et entre 15° 50' et 15° 55' de longitude ouest. Il est essentiellement situé dans la commune de Goudomp, département administratif de Sédhiou.

Le bassin se présente essentiellement en deux embranchements (le marigot de Goudomp et celui de Birkama) qui se rejoignent en aval dans une zone de convergence renfermant en son sein un îlot de savane arborée avant de se jeter dans le fleuve Casamance.



Carte 1: Carte de situation du département de Goudomp (abritant le bassin versant du même nom)

I. PROBLEMATIQUE

I.1. CONTEXTE

L'eau est par essence une ressource indispensable pour l'homme et ses activités. Depuis l'antiquité, elle a été au centre des activités de l'homme et sa présence et/ou sa découverte constituait une occasion de sédentarisation et d'organisation de populations autour d'elle quelle que soit sa nature (point d'eau, lac, fleuve, etc.).

Ainsi, depuis ces dernières décennies, les besoins en eau ne cessent de croître tant pour la consommation que pour les activités agricoles et industrielles, ce qui implique le caractère exacerbé de la convoitise de l'eau. De même, l'augmentation de la population est presque proportionnelle à la demande en eau et concomitamment à l'augmentation des pratiques tributaires de l'eau.

La dégradation des conditions climatiques observée à partir du début des années 1970 dans toute la zone soudano-sahélienne, notamment avec une diminution de la pluviométrie, la faiblesse des crues des cours d'eau et la forte remontée de biseau salé à l'intérieur des vallées a eu comme conséquence majeure la salinité et l'acidification des sols alluviaux. Les effets néfastes de cette péjoration du climat sur les conditions de vie des populations, sur la répartition des ressources en eau du milieu et globalement sur l'économie locale, inquiètent les pouvoirs publics qui ont entrepris des mesures visant à enrayer les processus de dégradation et à favoriser l'intensification et la sécurisation de la production agricole dans les bas-fonds du bassin de la Casamance en général et de Goudomp en particulier.(MANGA I. , 2003).

Puisque l'agriculture représente l'usage anthropique majoritaire des ressources en eau, toute économie faite sur l'eau agricole se voit assortie d'un effet multiplicateur en proportion de l'eau rendue disponible pour d'autres usages. L'effet est encore beaucoup plus fort si, au lieu de considérer l'eau "prélevée", on considère l'eau "consommée" par l'agriculture, d'où l'intérêt de politiques de gestion intégrée des ressources en eau. Or, paradoxalement, les discours actuels sur les politiques de l'eau sont très nettement centrés sur l'eau potable et l'assainissement, certes prioritaires, sauf que passent sous silence les utilisations agricoles.

En effet, zones de concentration ou réceptacle des écoulements de surface, les bas-fonds ont vite attiré l'attention des acteurs de développement dans le cadre de leurs recherches de solutions à la crise post-sécheresse du monde rural. Il a été question d'orientations permettant une bonne maîtrise et une gestion rationnelle des ressources en eaux disponibles.

La valorisation des potentialités en eaux et en terres de Goudomp était à l'ordre du jour dès 1968 et les premières actions menées par la Mission Agricole Chinoise (M.A.C) ont porté sur la riziculture inondée. L'objectif visé à travers ce projet était l'augmentation de la productivité par la maîtrise de l'eau (petite irrigation, aménagement de diguettes anti-sel...), par l'introduction de nouvelles techniques culturales (motoculture, culture attelée) et de variétés améliorées. Mais l'espoir tant suscité par ce projet n'a été que temporaire. Si l'objectif de l'amélioration du rendement a été atteint, il ne s'est pas inscrit dans la durée.

Les multiples contre-performances constatées après le départ de la MAC s'expliquent-elles par l'inadéquation et/ou l'obsolescence technique des infrastructures et équipements découlant des déficiences dans le système de gestion des aménagements ? En d'autres termes, la crise que traversent les paysans du bassin de Goudomp est-elle liée à leur incapacité à gérer l'héritage de ce projet? Les populations sont-elles suffisamment formées sur les questions de gestion durable de l'eau ?

Aujourd'hui, on parle du Plan Sénégal Emergent (PSE) dont l'un des objectifs principaux est l'essor du secteur primaire, notamment l'agriculture et la pêche. Mais, peut-on aspirer au développement d'un secteur quasiment tributaire de l'eau sans au préalable encourager et former les acteurs principaux à comprendre les enjeux de l'exploitation et de la rationalisation de l'usage d'une part et d'autre part les inciter à appréhender les comportements des bassins versants comme celui de Goudomp par rapport aux réalités environnementales ou climatiques de ces dernières décennies (les changements climatiques notamment) ?

Par ailleurs, il serait aussi pertinent de savoir comment les populations de Goudomp agissent face à la poussée démographique, si chaque famille voudrait exploiter une parcelle dans les bas-fonds, sachant qu'une personne qui s'ajoute est un besoin d'eau et de parcelle arable de plus. De même, Goudomp, de par sa position stratégique, ne constitue-t-il pas une destination migratoire potentielle des villages ou communes environnantes? Le problème est alors posé afin de savoir si une étude hydrologique corrélée aux activités menées dans le bassin versant, en tenant compte des variations climatiques, ne constituerait pas un palliatif ou du moins un début de solution aux difficultés que rencontrent les acteurs intervenants dans ce bassin. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre thématique d'étude.

I.2. JUSTIFICATION

Plusieurs raisons motivent le choix du sujet intitulé : *Eau et activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp*.

La disponibilité de l'eau constitue aujourd'hui, sans doute un enjeu de développement durable. S'il est vrai que l'eau est un élément indispensable à la vie et aux activités économiques, une importance capitale devrait être réservée à sa gestion. Dès lors, il est important de comprendre les facteurs qui régissent la ressource pour mieux la gérer.

Ainsi, depuis plusieurs années, de nombreuses recherches ont mis en évidence la situation environnementale et socio-économique du monde rural Sénégalais. La réduction de la pauvreté, notamment en milieu rural par la relance des secteurs d'activités de base, comme l'agriculture, l'élevage et la pêche, est devenue un objectif primordial surtout avec le Plan Sénégal Emergent (PSE). Mais cela devrait passer par une bonne appréhension des caractéristiques hydrologiques et le comportement des bassins versants en rapport avec les déficits hydro-pluviométriques induits par la péjoration climatique afin de permettre aux acteurs de s'adapter aux variations et en même temps développer leurs activités.

Le bassin de Goudomp est un sous bassin du bassin versant de la Casamance, région où les principales activités sont l'agriculture et la pêche, ce qui implique une grande utilisation et une dépendance vis-à-vis de la ressource eau. L'une des manifestations majeures de la crise généralisée qui frappe actuellement le bassin de Goudomp réside dans la baisse de la productivité qui émane des déficits hydro-pluviométriques et subséquemment, son incapacité à s'auto suffire sur le plan alimentaire.

Cette étude permettra non seulement de comprendre le comportement hydrologique du bassin face aux déficits pluviométriques et ses répercussions sur les différentes activités économiques mais aussi elle aidera les autorités locales dans les prises de décision.

I.3. OBJECTIF GENERAL

Evaluer les disponibilités en eau et les activités économiques liées à l'eau dans le bassin versant de Goudomp.

L'objectif général est subdivisé en quatre objectifs spécifiques :

- ✓ Indiquer les disponibilités des ressources en eau dans le bassin versant de Goudomp ;
- ✓ Caractériser les différentes activités socio-économiques liées à l'eau dans le bassin de Goudomp ;
- ✓ Analyser les impacts de la baisse des ressources en eau sur les activités socio-économiques dans le bassin versant ;
- ✓ Indiquer les différentes stratégies d'adaptations développées par les populations pour faire face à la baisse des ressources en eau dans le bassin de Goudomp.

I.4. HYPOTHESES DE RECHERCHE

- Le bassin de Goudomp est aujourd'hui caractérisé par une baisse drastique des ressources en eau ;
- Le foisonnement d'activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp est inhérent à la disponibilité des ressources en eau ;
- Le déficit hydro-pluviométrique a entraîné une forte baisse de la productivité des activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp ;
- Les stratégies mises en place par les populations sont inefficaces pour faire face aux impacts du déficit hydro-pluviométrique sur les activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp.

II. REVUE DOCUMENTAIRE

De nombreux chercheurs se sont intéressés à l'étude de l'eau dans ses différentes formes : liquide, solide et gazeux. Certains ont étudié la partie aérienne du cycle de l'eau (précipitation, retour à l'atmosphère, les transferts, etc.). D'autres se sont intéressés à l'eau qui se trouve dans le sol et dans le sous-sol (l'eau des milieux saturés, des nappes souterraines, etc.), sans oublier ceux qui ont abordé l'eau contenue dans les tissus des êtres vivants en général. L'étude de l'eau dans la partie superficielle de la lithosphère semble être beaucoup plus importante puisque introduisant l'hydrologie de surface dans le cadre de notre travail de recherche.

La question de l'eau est en effet un enjeu national compte tenu de son importance sur l'environnement et sur la vie des êtres vivants. Un nombre important d'ouvrages traite de la question de l'eau. Ces ouvrages généraux ou spécifiques ont fait l'objet de consultation. Cette partie est donc consacrée à la revue documentaire.

RODIER J. (1996), dans son ouvrage intitulé « *Hydrologie tropicale : Géoscience et outil pour le développement* », a étudié les petits bassins versants tropicaux pour les besoins d'aménagements hydrologiques et de développement des territoires des jeunes Etats indépendants. Il a analysé les caractéristiques hydrologiques principales : le débit moyen annuel et sa distribution temporelle, les fortes crues, le débit minimum, etc., caractéristiques dont l'incompréhension constitue un handicap à la recherche.

Ainsi, il soutient la mise au point de nouvelles méthodes et techniques de mesure autre que celles qui ont concerné la pluie et l'écoulement afin de préciser l'interprétation des données de terrain pour une approche scientifique des bassins versants. Il a surtout analysé des paramètres du cycle hydrologique tropical afin que la plupart des problèmes liés aux bassins versants trouvent des solutions. Il souligne que dans le passé, les recherches ont plus été orientées vers l'aménagement et le développement.

D'après RODIER « *les Etats doivent coopérer pour intensifier le renforcement des capacités endogènes en matière de développement durable grâce au développement de la recherche scientifique par les échanges de connaissances scientifiques facilitant la mise au point, la diffusion et le transfert de technique y compris de techniques nouvelles et novatrices* ».

Avec le développement des techniques et des méthodes, RODIER précise que la proposition d'outils et de méthodes précèdent les questions et problèmes plus complexes en matières

d'environnement qui viennent relancer le besoin d'une recherche d'excellence géoscience. Il s'agit de problèmes environnementaux liés à l'explosion démographique des pays en développement, à l'intensification des déséquilibres climatiques. Il souligne aussi l'importance de la généralisation de moyens puissants d'acquisition et de traitement de données pour favoriser la mise en place de très grandes expériences.

GILLI E., MANGAN C., MAUDRY J., en 2004 dans leur livre intitulé, « **hydrologie : objet, méthode et applications** » ont montré que l'étude de l'eau impose une approche pluridisciplinaire. Devenant de plus en plus important, l'association, d'hydrologue, de géographe et d'ingénieur est la démarche nécessaire pour permettre l'étude de l'eau. Avec la prise de conscience planétaire de la sauvegarde de l'environnement, en particulier de l'eau, ces auteurs ont montré l'importance de l'eau qui « joue un rôle important dans les risques naturels et les problèmes de construction et d'aménagements ».

Le Centre de Suivi Ecologique, (2010), suite à la demande des autorités, a réalisé le rapport intitulé « **L'Etat de l'Environnement au Sénégal** ». Dans ce rapport, il s'agit d'apporter des réponses appropriées sur les bases environnementales pour permettre aux autorités de mieux asseoir et orienter les politiques de développement. Dans ce contexte de crise économique à l'échelle mondiale associé aux effets des changements climatiques qui compromettent les effets de croissance, la réalisation de ce projet demeure nécessaire dans un pays où les ressources en eau sont fortement tributaires de conditions pluviométriques. Le suivi de l'état des ressources en eau nécessite le renforcement scientifique, technique, et méthodologique des structures locales.

Dans la partie consacrée à l'eau, un tour d'horizon a été fait sur l'état des ressources en eau notamment les pressions sur celle-ci, les impacts, les enjeux, enfin les réponses. Les disponibilités et leur répartition spatiale ont été abordées, pour montrer qu'elles sont mal réparties : soit elles sont très éloignées des grands centres de consommation, ou des pôles de développement ; soit elles sont difficilement mobilisables pour satisfaire la demande en eau des populations.

DUBREUIL P. (1974) dans son ouvrage intitulé : « **initiation à l'analyse hydrologique** », traite purement de l'hydrologie appliquée. Il analyse de manière générale l'homogénéisation des données pluviométriques, la maximisation de l'information « débits » par les modèles probabilistes. DUBREUIL s'appuie sur les mathématiques et étudie l'analyse statistique des

débits annuels qu'il appelle respectivement : « Loi normale » et « Loi de Galton ». Il s'intéresse aussi à l'analyse des débits extrêmes que sont les crues et les étiages. Toutefois, dans cet ouvrage, l'étude physique et morphométrique d'un bassin versant est largement détaillée par l'emploi de formules. Pour cela, l'auteur calcule la densité de drainage, du rapport de confluence et du rapport de longueur tout en faisant une classification et un tracé des talwegs. Ce livre n'est donc pas un ouvrage pratique mais plutôt un guide pratique très intéressant à l'initiative de l'analyse hydrologique avec des exercices à l'appui permettant l'application des méthodes générales de ladite analyse.

SOULARD B. (2007) soutient que le cycle de l'eau ne doit pas seulement être regardé sous l'angle météorologique et hydrologique. Par contre il doit être vu aussi du point de vue de la biologie et de l'écologie. Il part de l'écologie fondamentale pour définir l'hydrologie comme « la connaissance des débits : “Bien connaître pour bien gérer“ ». Aussi l'eau est indispensable à la protection des écosystèmes et au maintien de la biodiversité. C'est dans ce sens que SOULARD affirme que l'eau est comme un élément et une ressource économique soumise aux “caprices“ du climat.

GUILCHER A. (1979) s'inscrit dans la même dynamique et voit le climat comme facteur fondamental de l'écoulement fluvial. Il résume les facteurs climatiques en deux mots : « précipitation et évaporation qui se combinent pour donner l'écoulement ». Toujours dans le cadre des facteurs générateur d'écoulement, l'auteur met en exergue le faible écart existant entre les hautes eaux et basses eaux (H-E ; B-E). Ainsi les conditions atmosphériques n'étant pas les seules à intervenir dans l'écoulement fluvial, GUILCHER cite d'autres auteurs que nous reprenons en ces termes : «(...) rien ne traduit mieux qu'eux l'ensembles des faits climatiques, orographiques, géologiques, biologiques, humains, qui caractérisent leur bassin, dont ils sont ainsi une sorte de synthèse ».

Cependant les facteurs physiques commandent l'implantation des hommes dans l'espace et l'eau les fixent dans leurs milieux. Toutefois, l'auteur précise que le géographe apporte des informations à l'ingénieur qui s'intéresse à l'utilisation pratique de la rivière, étudie les aménagements et cherche à préserver les populations des inondations. Mais que le géographe partage la même discipline avec l'ingénieur lorsqu'il s'engage à faire de la géographie appliquée.

FRECAUT R. et PAGNEY P. (1978), dans « **Climatologie et hydrologie fluviale à la surface de la terre** », ont essayé de décrire une approche des milieux à partir des climats et de l'écoulement des eaux de surface. Pour PAGNEY, le découpage climatique domine le découpage hydrologique des continents. Il part du climat pour aborder l'hydrologie à travers cette affirmation : « *c'est le cadre climatique qui impose, principalement à travers précipitations et températures, les modalités de l'hydrologie et de la dynamique fluviale* ». FRECAUT R. partage cette assertion en ces termes : « *le cadre climatique zonal et régional s'impose dans toute étude d'hydrologie et de dynamique fluviale* ». Mais les autres facteurs morphologiques, lithologiques, pédologiques, et biogéographiques sont propres à chaque bassin fluvial, alors que les facteurs climatiques règnent sur un grand nombre de bassin d'un même domaine climatique.

MUSY A. (1998) dans son livre intitulé « **Hydrologie appliquée** », souligne l'importance des précipitations directes à la surface libre des cours d'eau. Pour lui, la première cause ou facteur favorisant une crue est bien évidemment la contribution directe des précipitations sur la surface des cours d'eau du bassin versant. Ce manuel est très utile dans le domaine de l'ingénierie. Il concerne aussi bien les mécanismes d'écoulement des eaux des systèmes dit naturels que le dimensionnement des ouvrages hydrauliques, utiles à l'exploitation et à la gestion des eaux. Son ouvrage est une sorte de guide pour les ingénieurs concepteurs et définit des méthodes et techniques utilisées dans le domaine de l'hydrologie appliquée.

SARR A. (2008), dans son article intitulé « **variabilité climatique en Afrique de l'Ouest dynamique des espaces végétaux à partir des images satellitaires. Exemple du bassin versant du Ferlo Sénégal. Journée de climatologie de Nantes.** », a analysé l'évolution générale de pluviométrie et la production primaire végétale en s'appuyant sur des modèles statistiques et cartographiques. Ses travaux ont permis d'identifier le caractère fortement aléatoire de la pluie et de déceler les variabilités interannuelles basées sur des fluctuations entre des années sèches et humides. L'auteur précise que ces toutes dernières années sont caractérisées par une situation pluviométrique améliorée et que ce regain a eu un impact sur la production végétale.

DACOSTA H. (1989), dans sa thèse de doctorat intitulée « **Précipitations et écoulement sur le bassin de la Casamance** », a fait l'étude des précipitations en mettant l'accent sur la description statistique, la prédétermination des annuelles pluviométriques. Il a aussi analysé l'impact de la sécheresse sur les précipitations en mettant en évidence les

fluctuations des séries pluviométriques et leurs variations depuis 60 ans. Son analyse des données pluviométriques a permis de dégager les grandes tendances de la pluviométrie annuelle pendant les six dernières décennies qui, selon l'auteur sont marquées depuis 1969, par une période de sécheresse persistante et sans précédent. Il fait remarquer aussi que cette période sèche est particulière comparée aux sécheresses précédentes dans la zone sahélienne et a eu de graves conséquences sur la disponibilité de l'eau dans le sahel.

NDIAYE G. (1995), dans son rapport intitulé « **base de données hydrométriques du bassin versant de la Gambie en amont de Guenoto (sénégal)** », a fait un inventaire des bases de données hydrométrique du bassin versant de Guénoto. D'après Ndiaye, ce rapport entre dans le cadre de l'assistance apportée par le centre AGHRYMET au service de gestion et de planification des ressources en eau (SGPRE) du Sénégal. Il précise que l'état actuel des ressources en eau du Sénégal nécessite une gestion rigoureuse, que seule la mise en place de données d'observations appropriées peut assurer, d'où l'importance de ces données pour l'exploitation durable des ressources afin de satisfaire les multiples exigences d'une société en plein développement au Sahel.

Il considère que les données collectées au niveau des réseaux hydro pluviométrique national sont souvent entachées d'erreurs commises soit pendant la mesure sur le terrain, soit pendant le traitement au bureau surtout lors de la saisie au clavier. Il montre l'importance d'un examen critique des données pour corriger les erreurs ou combler les lacunes. Selon l'auteur cette étude de valorisation de banque de données doit couvrir tout l'ensemble du réseau national pour disposer de bases de données opérationnelles.

MENDY A. (2010), dans sa thèse de doctorat intitulée « **Ressources en eau des bassins versants de Néma et de Madina Djikoye. Perception, caractérisation de la vulnérabilité et perspective de gestion durable** », a commencé d'abord par montrer les caractéristiques physiques des bassins avant de faire une analyse hydrologique au niveau des deux bassins versants. L'auteur précise que l'agriculture est la principale activité économique des populations, d'où une forte dépendance à l'eau. Ainsi face à la péjoration climatique, les populations ont développé des stratégies d'adaptation en mettant en valeur les bas-fonds. Selon MENDY, ces stratégies doivent être améliorées afin de promouvoir une gestion durable de l'eau. C'est la raison pour laquelle pendant la décennie 1970-1980, les politiques publiques d'atténuation à la crise climatique ont consisté à l'aménagement de vallées humides pour la valorisation agricole et la diversification de la production. Toutefois les résultats de cette

initiative n'ont pas été probants à cause d'un manque de cohérence entre les objectifs des intervenants et la logique des paysans. De plus, ses travaux nous ont permis d'appréhender le caractère déficitaire de la pluviométrie de ces dernières décennies qui se caractérise par une variabilité interannuelle et saisonnière et une irrégularité remarquable.

MANGA I. (2003), dans son mémoire de maîtrise intitulé « **Crise agricole dans une vallée de Casamance : le bassin de GOUDOMP (Sénégal)** », a commencé par étudier la complexité du développement agricole dans le bassin de Goudomp en décrivant les potentialités agro-pédologiques. A cet effet, il a mis l'accent sur les atouts du milieu physique à travers une étude systématique du relief, des bas-fonds et des disponibilités en eau du sous-sol. Il a aussi fait une étude du climat comme contrainte en mettant en évidence le caractère déficitaire actuel par l'analyse des données pluviométriques. D'après l'auteur, la composition démographique de Goudomp constitue dans une certaine mesure un frein au développement économique. Toutefois quelques solutions adéquates ont été développées pour atténuer l'ampleur des problèmes de développement. Il a aussi procédé à une analyse critique des projets et programmes de développement agricole intervenus dans la vallée. Cette analyse oppose l'action des projets du MAC et du PROGES dans la conception des ouvrages hydro-agricoles, leur gestion des moyens et leurs résultats obtenus pour enfin dresser un bilan qui selon l'auteur est mitigé. Pour MANGA, le contexte actuel de la crise agricole dans le bassin est celui d'un manque de stratégies efficaces des populations. A ce propos, il souligne les manifestations lisibles de la crise à savoir le recul des cultures traditionnelles, la paupérisation des ménages et l'émergence d'un secteur nouveau qui est l'arboriculture fruitière.

III. ANALYSE CONCEPTUELLE

Si la problématique peut être définie comme l'ensemble des interrogations que pose un sujet, il est tout de même nécessaire d'analyser quelques concepts pour faciliter la compréhension de notre étude. Ce travail s'appuie sur la consultation de dictionnaires littéraires et géographiques et d'ouvrages afin de mieux appréhender chacun des concepts suivants :

III.1. Eau

L'eau est depuis longtemps considérée comme un élément indispensable à la vie et un maillon essentiel au développement socio-économique. L'ampleur de sa convoitise est à l'origine de plusieurs conflits entre peuples et entre Etats. Parmi les secteurs d'activités les plus consommateurs d'eau, figurent l'industrie et l'agriculture. C'est d'ailleurs pourquoi les industries fortes consommatrices d'eau se retrouvent au bord des rivières et des fleuves à débit plus ou moins important et régulier.

En effet, ce mot est différemment apprécié par les auteurs.

Le dictionnaire Hachette édition 2009 le définit comme étant une substance liquide, transparent, inodore et sans saveur.

Selon GEORGE P. 2006, « *l'eau est un corps incolore liquide sous la pression atmosphérique de 0 à 100°C* ». Brunet la définit autrement en s'intéressant à sa composition chimique. Pour lui, « *l'eau est un liquide composé de deux atomes : un atome d'hydrogène et un atome d'oxygène et formant l'hydrosphère à l'échelle du globe, à la suite du rassemblement des molécules de gaz expulsées dès les premiers millions d'années de formation de la terre* ».

En définitive, l'eau est liquide naturel incolore abondamment présente sur la terre et indispensable à la vie et aux activités économiques

III.2. Activités

Une activité est un ensemble d'actions humaines visant un but déterminé. Dans ce cas précis, les activités désignent toutes les actions menées par les populations de Goudomp à des fins lucratives. L'expression s'emploie le plus souvent pour distinguer un des domaines de l'activité économique d'une ville, d'une région, d'un Etat, par rapport aux autres (agriculture, industrie, transport, commerce, etc.). Dans le bassin de Goudomp, on distingue plusieurs activités liées à l'eau. Il s'agit de : l'agriculture, le maraîchage, la pêche et l'élevage.

L'agriculture représente la principale activité économique des populations de Goudomp devant le maraîchage et la pêche de crevettes. L'élevage n'y est pas très développé en ce sens la majeure partie des populations s'active dans les secteurs de l'agriculture (la riziculture dans les bas-fonds, le maraîchage et l'arboriculture) et la pêche. Même si par ailleurs ce secteur est en difficulté depuis dernières décennies.

III.3. Bassin versant

En 2006, GEORGE P. et VERGER F. dans le **Dictionnaire de la géographie** considèrent que « le bassin versant ou bassin d'alimentation ou bassin hydrologique est l'espace géographique alimentant un cours d'eau et drainé par lui. Le bassin versant a pour axe le cours principal et pour limite la ligne de partage des eaux séparant des bassins versants adjacents. Son action hydrologique dépend de son étendue, de sa topographie, de ses sols, et de leur couverture végétale de sa structure géologique, de l'organisation de son réseau hydrographique qui draine et bien sûr du climat qui affecte. »

BETHMONT J. (2002), aborde dans le même sens en définissant le bassin versant comme étant une « étendue drainée par un cours d'eau et l'ensemble des affluents, le tout limité par une ligne de partage des eaux (synonyme de bassin fluvial)... ». En plus, LABORDE J.P. (2009), distingue deux types de bassins versants : un bassin topographique dans lequel le cheminement des eaux est assuré par la topographie sur un sol imperméable, limité par des lignes de crêtes et des lignes de grandes pentes et un bassin hydrogéologique dans lequel l'eau pénètre le sous-sol par infiltration et ressort en surface par restitution d'où la prise en compte du facteur géologique pour déterminer la limitation du bassin versant. Dans le Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin (2009), la notion de bassin versant est définie comme « *bassin fluvial ou lacustre correspondant à la zone réceptrice des précipitations qui alimentent un système de cours d'eaux et de fleuves s'écoulant vers la même embouchure* ». Ainsi, le bassin versant dont il est question dans cette étude porte le nom de Goudomp (bassin versant de Goudomp). Ce bassin est composé de deux marigots : le marigot de Goudomp et celui de Birkama

IV. METHODOLOGIES DE RECHERCHES

La méthodologie que nous avons adoptée pour atteindre nos objectifs de recherches et vérifier nos hypothèses s'appuie sur trois axes fondamentaux :

- La recherche bibliographique

- Le travail de terrain
- Le traitement et l'analyse des données.

IV.1. Recherche bibliographique

La recherche bibliographique constitue la première étape dans la réalisation de notre travail de recherche. Elle nous a permis de nous familiariser et mieux cerner notre thématique de recherche mais aussi d'avoir une vue globale de la zone d'étude. Nous nous sommes attelés à la consultation d'ouvrages dans divers centres de documentation répartis entre instituts universitaires et organismes de recherche, tels que : la bibliothèque (BU) de l'UASZ, la BU de l'UCAD, IRD de Ziguinchor, la DGPRE, le CSE, etc.

La recherche bibliographique a consisté aussi à l'étude et à l'analyse d'ouvrages généraux et d'ouvrages spécifiques sans minimiser la consultation de mémoires et de thèses. Dans cette étape, nous avons essayé de ressortir les bases et les axes qui fondent l'hydrologie en général.

Concernant les ouvrages spécifiques ils nous sont plus intéressants car traitant directement ou indirectement de divers thèmes dans notre zone d'étude ou ailleurs. Ces ouvrages ont en partie abordé des thèmes allant des aspects surtout physiques aux aspects humains sans oublier ceux qui parlent des activités socio-économiques. Toutefois, nous n'avons pas trouvé un ouvrage traitant directement de la relation existante entre l'eau et les activités socio-économiques dans le bassin de Goudomp.

IV.2. Travail de terrain

C'est une étape indispensable à l'élaboration d'un mémoire en géographie, car cette dernière étant une science de terrain. L'obtention des données en quantité et en qualité passe par l'utilisation de méthodes plus ou moins efficaces dont certains outils de la MARP qui est une méthode impliquant la participation de la population concernée. Elle permet de disposer en un temps record des informations utiles et pratiques. Ainsi un questionnaire et un guide d'entretien sont respectivement administrés et soumis aux chefs de ménages et aux personnes ressources afin d'avoir des données quantitatives et qualitatives. Mais avant ce travail d'enquête, nous avons effectué une sortie exploratoire dans la zone d'étude au cours de laquelle nous avons visité quelques villages afin d'avoir un aperçu global des activités liées à l'eau. Cette phase de pré-enquête nous a permis de voir quels seraient les outils de recherche et/ou les approches appropriées pour atteindre nos objectifs. Ainsi sur la base des informations recueillies à l'issue de cette phase exploratoire, nous avons porté nos choix sur trois (3) villages que sont : Goudomp, Bacounding et Birkama.

Le choix des villages a été effectué de manière raisonnée, en tenant compte de certains critères comme la proximité du cours d'eau, l'accessibilité (zones en sécurité) et l'importance numérique des habitants de ces localités. De ce fait nous avons effectué un échantillonnage basé sur les données de la population de la commune de Goudomp de l'année 2002 (recueillies par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) car celles du recensement général de la population de 2013 n'étaient pas encore disponibles. Ainsi nous avons décidé d'administrer un questionnaire en fonction de l'importance des activités par localité choisie. Ce qui fait que nous avons interrogé, 115 ménages exploitants à Birkama sur les 229 soit 50% par rapport aux ménages exploitants ; pour Bacounding, sur les 50 ménages exploitants, 25 ont été interrogées soit 50% par rapport aux ménages exploitants et pour Goudomp sur les 20 ménages exploitants 10 ont été interrogées soit 50%. L'unité de référence d'échantillonnage est le ménage

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

| Localités | Nombre de ménages total | Nombre de ménages exploitant | Nombre de ménages à interroger | % du nombre de ménages par rapport aux ménages exploitant |
|------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| BIRKAMA | 214 | 229 | 115 | 50 |
| BAKOUNDING | 72 | 50 | 25 | 50 |
| GOUDOMP | 745 | 20 | 10 | 50 |

A Birkama on remarque que le nombre de ménage exploitant est supérieur au nombre de ménage total (Tableau 1). Cela s'explique par le fait que le bassin de Goudomp accueille chaque hivernage des populations venant des localités environnantes comme la Guinée Bissau, des populations qui s'ajoutent au nombre de ménages exploitant.

Afin d'obtenir des données qualitatives, des guides d'entretien sont soumis aux chefs de villages, au maire de Goudomp, au Préfet, aux chefs des services départemental de pêche et de l'agriculture, au responsable du centre vétérinaire de Goudomp et au responsable du forage de Goudomp.

Par rapport aux mesures de terrain, nous avons utilisé le réfractomètre pour mesurer de salinité, le potentiel d'hydrogène (pH) et la température de l'eau. Quant aux hauteurs d'eau, nous les avons obtenus grâce à un marégraphe. Il s'agit d'un dispositif en forme d'une règle graduée, installé au niveau de l'exutoire du bassin par la DGPRE pour mesurer les hauteurs d'eau.

IV.3. Traitement et Analyse des données

Après la collecte d'informations et de données sur le terrain, nous avons procédé au dépouillement et à l'analyse. Ce travail est facilité non seulement par des procédés statistiques mais aussi à l'aide de logiciels comme : Excel (pour le traitement statistique et représentation graphique) ; Sphinx (dépouillement et traitement des données d'enquête) ; Arc Gis (pour la cartographie), HydrAccess (pour le traitement des données pluviométriques) et Word (pour la saisie du document).

PREMIERE PARTIE : Présentation générale du bassin de Goudomp

La présentation générale de la zone d'étude est une partie d'une importance capitale car elle permet de mieux connaître la zone d'étude. Il s'agit de caractériser les différents éléments essentiels qui sont à la fois d'ordre humain et physique. Ainsi donc nous allons dans chapitre 1 définir le cadre physique du bassin de Goudomp et dans le chapitre 2 caractériser les aspects d'ordre humain qui regroupent potentiellement les informations relatives à la population et à l'ensemble des activités socio-économiques qui sont pratiquées dans le bassin de Goudomp.

Chapitre I : Cadre physique général du bassin versant de Goudomp

Introduction

Le cadre physique général du bassin versant de Goudomp désigne les caractéristiques des éléments qui sont essentiellement d'ordre physiques. Ce chapitre nous permet donc d'étudier d'une part les facteurs physiques stables du milieu (géologie, géomorphologie, sols et végétation) et d'autre part les facteurs physiques dynamiques (paramètres climatiques).

I. Géologie et hydrogéologie du bassin versant

L'étude de la géologie et de la géomorphologie nous amène à connaître la nature du sous-sol et à percevoir son rôle dans le stockage de l'eau, rôle important dans le soutien ou le renforcement des débits en période d'étiage et de comprendre le comportement du bassin.

I.1 Géologie

L'histoire géologique de la Casamance se rattache à celle du bassin sédimentaire sénégal-mauritanien dont les séries d'épaisseurs croissantes d'Est en Ouest sont recouvertes en discordances par des formations grés-argileuses. Du point de vue géologique, la région de la Casamance est en générale très homogène. Elle occupe la partie méridionale de ce vaste bassin qui a connu plusieurs transgressions et régressions qui ont favorisé la mise en place des sédiments marins et continentaux, depuis le Jurassique jusqu'au quaternaire. Dans notre bassin (BV de Goudomp), la composante principale est le Continental Terminal (CT). Le faciès le plus fréquent de ces formations est celui des grés argileux. On retrouve dans ces grés argileux, des intercalés de sables et parfois des grés siliceux tantôt grossiers tantôt à grés fin ou moyens hétérométriques.

Ainsi, l'analyse de la structure géologique à partir des données de forages fait ressortir les formations grés-argileuses suivantes :

- Au Maestrichtien, selon MICHEL (1973), la mer occupe tout le bassin de la Casamance et y dépose des sables hétérométriques, le plus souvent grossiers, mêlés à des argiles feuilletées de couleur gris foncé.
- Au-dessus du Maestrichtien sableux, s'est déposé un Paléocène puis un Eocène marno-calcaire avec une discordance qui sépare l'Eocène de la série des sablo-argileuse sus jacente. L'Eocène est essentiellement calcaire avec des variations de faciès allant des calcaires phosphatés à des marno-calcaires. Au Miocène, se produit une importante phase tectonique cassante, après la régression poste miocène un sédiment détritique

appelé CT. Ainsi les réseaux de fractures vont conditionner l'hydrographie des cours d'eau suivant les lignes de fractures.

La géologie du bassin de Goudomp à l'instar du reste de l'ensemble de Casamance, présente une structure plus ou moins homogène. Elle est recouverte par le CT, série détritique de grande épaisseur reposant sur série sédimentaire du Tertiaire perméable. La géologie, constituant un facteur de différenciation des cours d'eau situés dans un même domaine climatique, intervient dans l'analyse du sous-sol et dans l'évaluation de la capacité à emmagasiner de l'eau.

I.2. Hydrogéologie

La description des différentes nappes du bassin de Goudomp est tirée des études techniques des forages et piézométriques à Goudomp et à Birkama réalisées par l'Usaid Paderca. D'autres informations proviennent aussi de quelques sondages pétroliers effectués dans le bassin de la Casamance lors des campagnes d'études des différents projets initiés par la région.

Les ressources en eau souterraine intéressent trois systèmes aquifères correspondants aux principales formations géologiques de la Casamance : le Continental Terminal, l'Oligo-Miocène et Maestrichtien (MANGA, 2003).

a) Nappe profonde du Maestrichtien

Les formations du Maestrichtien sont constituées de faciès détritiques littoraux. Il s'agit de sable de granulométries différentes et/ou variable alternant avec des passages argileux. La formation générale du toit de l'aquifère est très simple (LEPRIOL, 1984). Sa limite supérieure est déterminée par le mur des formations marneuses et calcaires du Paléocène-Eocène moyen. Sous le niveau de la mer, le toit descend par gradins successifs d'Est en Ouest avec une épaisseur variable.

b) Nappe de l'Oligo-Miocène

Les études réalisées à travers le forage de Goudomp ont montré l'importance de cette aquifère dans le bassin de Goudomp.

Les formations de cette nappe sont essentiellement sableuses et sablo-argileuses. La géométrie de l'aquifère, étroitement liée au mode de dépôt de sables et aux accidents tectoniques, est irrégulière. La limite inférieure des formations Oligo-Miocène est déterminée par le toit de

l'Eocène. C'est un aquifère qui se présente sous la forme d'un ou de plusieurs niveaux superposés.

c) Nappe superficielle du Continental Terminal

Elle est constituée de formations à domaine sableux « *qui absorbent la quasi-totalité des eaux de pluie du fait de leur porosité et perméabilité* » (NDIAYE, 2002). Ces formations constituent ainsi l'une des principales couches aquifères peu profondes. Présent sur l'ensemble du bassin sédimentaire sénégalais, le CT est généralement en discordance sur les formations les plus anciennes (Eocène notamment) et il est sub-affleurant sous le quaternaire.

Quant au bassin étudié, le CT est mis en évidence à travers les multiples puits réalisés à Goudomp, à Birkama et à Bacoundi. En effet, la nappe phréatique se trouve à quelques décimètres du sol aux abords des marigots et à une vingtaine de mètres de profondeur sous les plateaux. Cette nappe est captée dans toutes les localités par des puits traditionnels et joue un rôle très important dans l'hydraulique villageoise.

L'aquifère du CT est constitué de sables fins jaunes à gris beige uniformes ou argilo-sableux avec de fréquentes variations détritiques du CT et a été mis en évidence par des études basées essentiellement sur l'observation des puits (MANGA, 2003).

L'épaisseur de la nappe du CT, en fonction de son mode de dépôt, est très variable dans le bassin de Goudomp. Le niveau statique se trouve vers plus 10 mètres sous les plateaux et vers 0 mètre au niveau des bas-fonds.

L'étude des variations piézométriques a montré que la nappe d'eau superficielle suit un cycle d'évolution saisonnière qui se traduit par une remontée pendant la saison pluvieuse et par une baisse pendant la saison sèche. La hausse du niveau piézométrique est d'une charge pluvieuse : elle est rapide et substantielle sous les terrasses mais devient différée et peu manquée sous les plateaux (MALOU, 1992).

I.3. Relief du bassin de Goudomp

Le relief du bassin d'étude à l'instar du reste de la Casamance se caractérise généralement par sa monotonie DACOSTA (1983). Il est formé par de bas plateaux et de plaines alluviales. Il s'agit de terrains intermédiaires entre les plaines et les zones à ondulation de terrain assez imperméables avec des zones perméables d'étendue importante.

I.3.1. Caractéristiques morphométrique du bassin versant de Goudomp

Il s'agit des caractères physiques du bassin comme la surface, le périmètre, la longueur et la largeur, le coefficient de compacité, la pente moyenne et l'indice global de pente. Les résultats obtenus des calculs sont consignés dans le tableau 2.

Tableau 2: Variables calculées pour le bassin versant de Goudomp

| Indices | Surface | Périmètre | Longueur | Largeur | Kg | Pente moyenne | Indice global de pente |
|---------|-----------------------|-----------|----------|---------|-----|---------------|------------------------|
| valeurs | 305,1 km ² | 149,1 km | 63,9 km | 4,8 km | 2,2 | 3,05 | 0,8 m/km |

I.3.2. Surface et périmètre du bassin

La surface et le périmètre du bassin versant sont obtenus à partir du MNT. La surface est de 305,1 km² et le périmètre de 149.1 km.

I.3.3. Forme du bassin et rectangle équivalent

En hydrologie, la forme du bassin est un indicateur morphométrique déterminent dans la caractérisation de celui-ci. Elle permet de savoir la réaction rapide ou lente du bassin versant face à une précipitation d'averse car deux bassins d'une même dimension, mais de forme différentes peuvent agir de manières différentes devant une averse d'intensité égale. En effet, la réaction d'un bassin circulaire est plus rapide que celle d'un bassin étroit allongé. C'est d'ailleurs dans ce sens que DEBROISE et SEINANDRE (2008) disent que : « *La concentration des eaux dans un bassin versant long et étroit sera assez lent. En revanche, un bassin petit circulaire générera une crue très rapide* ».

La forme est déterminée par la formule de Gravelius communément appelée coefficient de Gravelius (**Kg**) ou indice de compacité (**Ic**).

Ce coefficient s'obtient suivant la formule : $Ic = \frac{P}{\sqrt{A}\pi}$ ou $KG = 0,28(\frac{P}{\sqrt{A}})$. Après application de la formule $Kg = 2,2$. Ce qui indique que le bassin est d'une forme allongée.

Le rectangle équivalent : on le définit comme le rectangle de longueur L et de largeur l qui a le même périmètre que le bassin, soit à l'aide de $P = 2*(L+l)$ et $A = L*l$ (LABORDE, 2000).

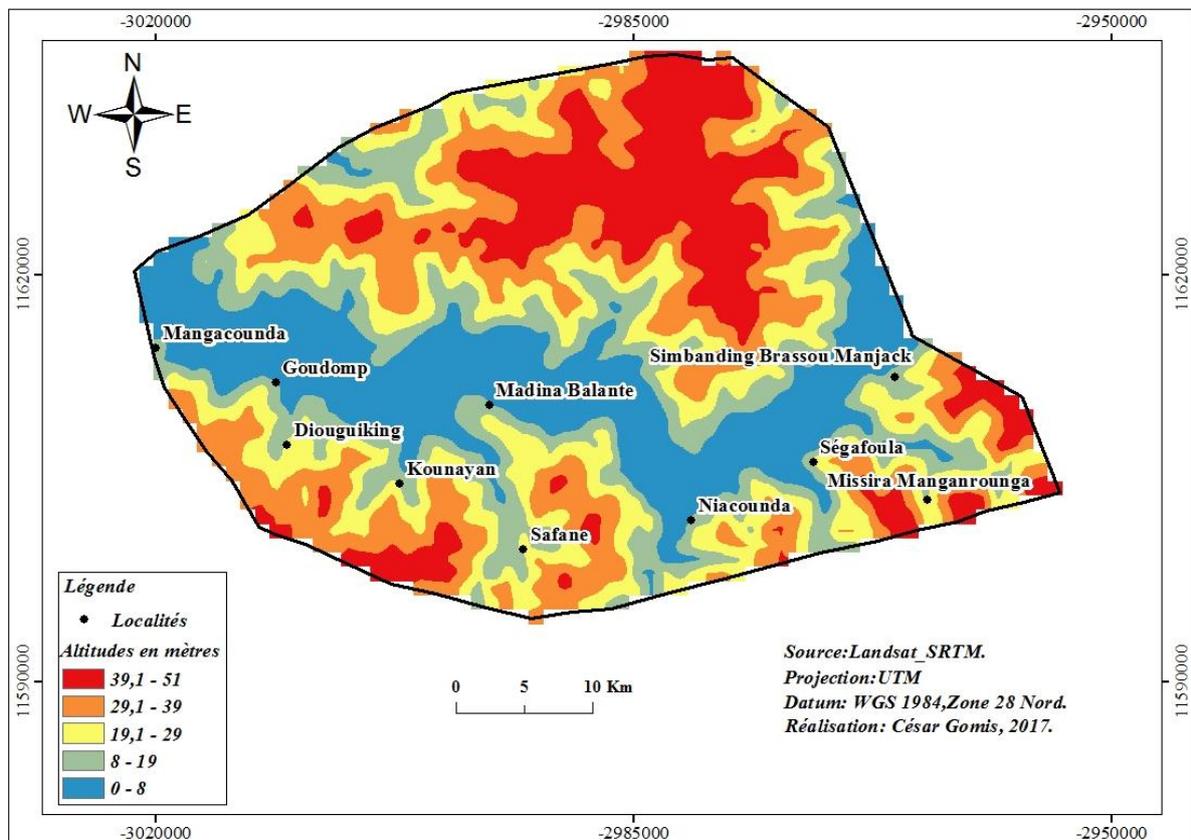
Aussi, à l'aide de l'indice de compacité, on peut déterminer le rectangle équivalent de telle sorte que $2(L+l) = P$ et $L \cdot l = S$ avec la formule suivante :

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

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

Après application de la formule, la longueur et la largeur sont respectivement égales à 63,9 et 4,8 km. Cela justifie la forme rectangulaire du bassin versant de Goudomp.

La notion de rectangle équivalent, introduite par ROCHE, (1963), permet de comparer facilement deux bassins versants entre eux, en ce qui concerne l'influence de leurs caractéristiques sur l'écoulement (MUSY, 2010). La **Carte 2** est un modèle numérique de terrain du bassin versant de Goudomp avec des altitudes variant entre 0 et 50 m.



Carte 2: MNT du bassin versant de Goudomp

I.3.4. Courbe hypsométrique

La courbe hypsométrique (Figure 1) fournit une vue systématique de la pente du bassin et du relief. Cette courbe présente globalement la répartition de la surface du bassin en fonction de son altitude (Figure 1). Elle exprime ainsi la superficie du bassin ou le pourcentage de superficie, au-delà d'une certaine altitude (MUSY, 2010). Dans le bassin de Goudomp, 95% du relief ne dépasse pas 10 mètres d'altitude. Cela démontre davantage que le bassin se trouve dans une zone très basse.

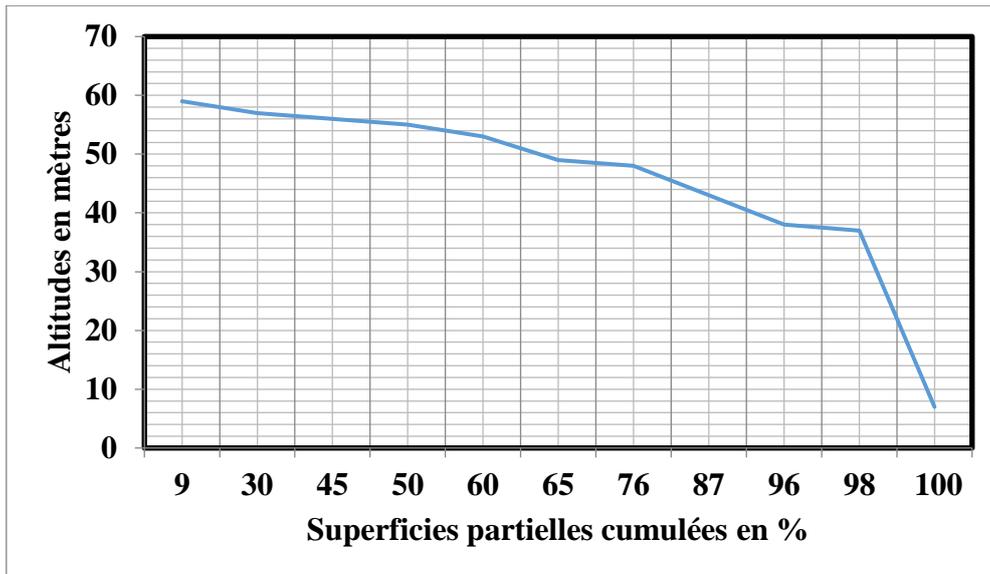


Figure 1: Courbe hypsométrique du bassin de Goudomp

I.3.5. Pente moyenne

La pente moyenne du bassin est donnée par la moyenne pondérée des pentes de toutes les surfaces élémentaires pour lesquelles on peut considérer que la ligne de plus grande pente et/ou altitude est constante (ROCHE, 1963). Elle détermine le temps de concentration. Cette variation influence aussi le débit maximal observé à l'exutoire. Elle s'obtient donc en calculant :

$$I_{\text{moy}} = \frac{(H_{\text{Max}} - H_{\text{Min}})}{\sqrt{A}}$$

HMax est égale à l'altitude maximale et HMin signifie altitude minimale, et A étant la superficie du bassin en km². Après application de la formule, $I_{\text{moy}} = 3,05$ m. Ce qui indique que la pente est quasiment faible dans toute l'étendue du bassin versant de Goudomp.

I.3.6. Indice global de pente

Cet indice caractérise le relief du bassin et se définit comme :

$$I_g = \frac{\Delta H}{L} \text{ (m/km)}$$

D'où ΔH représente la dénivelée exprimée en mètre, séparant les altitudes ayant approximativement 5% et 95% de la surface du bassin ; ces altitudes peuvent être déterminées sur la courbe hypsométrique. Dans le bassin, il est égal à 0,8 m/km.

I.3.7. Pente et conséquences sur l'écoulement

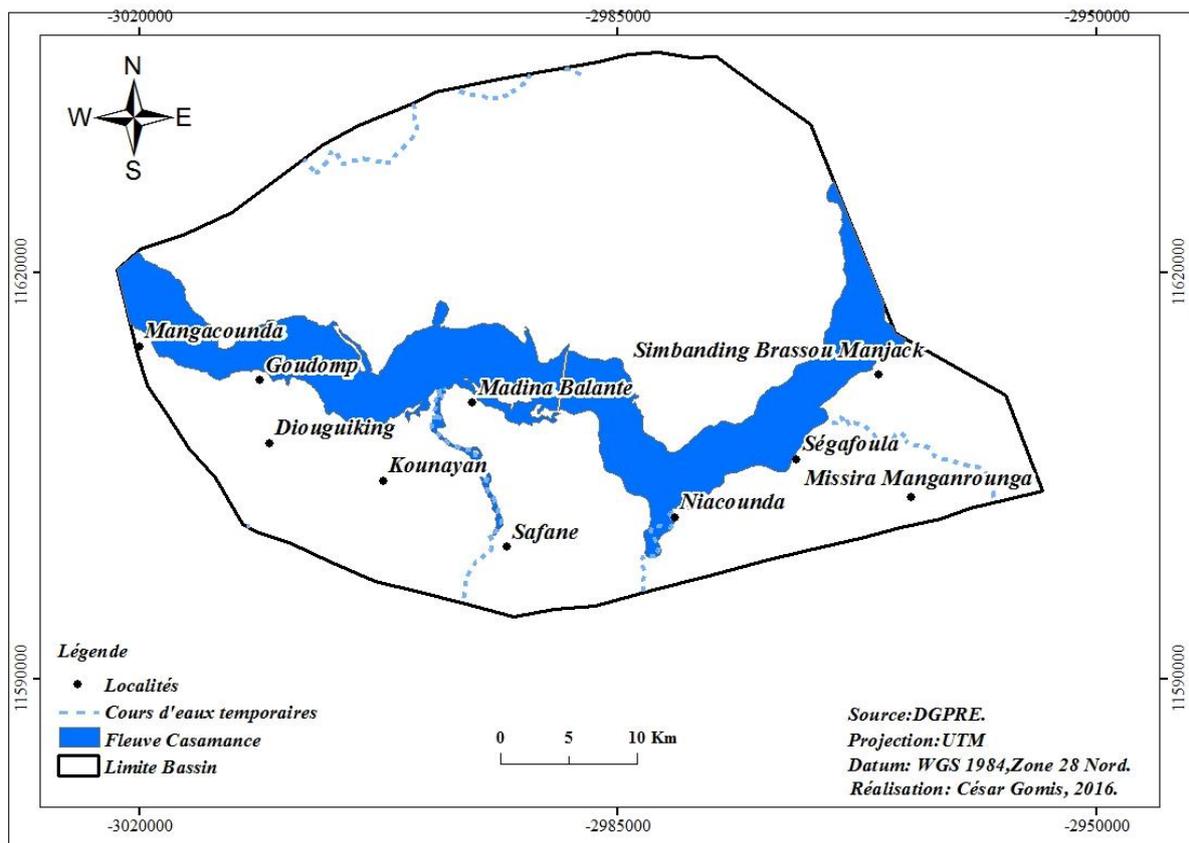
L'altitude influence le climat tandis que la pente influe sur la vitesse de l'écoulement et sur la hauteur de l'eau. En effet, la pente influence largement sur l'écoulement des eaux. Une pente plus forte correspond à une durée plus faible de concentration des eaux de ruissellement dans les canaux de drainage et de là dans les affluents et le cours principal (ROCHER, 1963).

Les pentes longitudinales et transversales sont quasiment faibles dans l'ensemble du bassin de Goudomp, conséquence de la monotonie du relief. Les pentes les plus fortes sont inférieures à 50% (Tableau 3). Les valeurs de la pente s'estompent au fur et à mesure en direction de l'aval. Cette faiblesse de la pente entraîne d'une part, un ralentissement de la dynamique fluviale avec comme conséquence un alluvionnement au sein du lit du marigot, d'autre part, elle facilite la remontée des biseaux salés à l'intérieur des terres pour la riziculture (MANGA, 2003). La faiblesse de la pente a aussi pour conséquence d'amoindrir l'érosion par ruissellement le caractère poreuse des sols ou encore leur perméabilité favorise l'infiltration qui alimente consécutivement l'écoulement souterrain.

I.4. Réseau hydrographique

Selon MUSY (2010), le réseau hydrographique est l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement.

Le réseau hydrologique du bassin de Goudomp est lâche et se réduit aux deux drains principaux (le marigot de Goudomp et le marigot de Birkama) avec respectivement deux et un affluent sans chevelu hydrographique (**Carte 3**). Mais il est nettement enfoncé avec les lits majeurs importants, découpé par une multitude de diguettes de rizières et dans les lits mineurs relativement petits à peine creusés dans le lit majeur. C'est un réseau radial formé d'un talweg principal issu de la convergence dans son bief aval de formateurs d'importance similaire, les points de confluences étant répartis en deux rives (MANGA, 2003). Avec la faiblesse de la pente, la vitesse de l'eau dans le réseau et particulièrement dans les cours principaux n'est pas suffisante pour entretenir un tracé net du lit dont la forme se dégrade d'amont en aval pour aboutir à un cheminement parfois difficilement identifiable.



Carte 3: Présentation du réseau hydrographique du bassin de Goudomp

Le marigot de Goudomp présente sur sa gauche deux affluents, celui de Birkama en reçoit un sur sa rive gauche qui collecte les eaux de ruissellement de la partie haute du bassin. A quelques mètres de l'exutoire, les deux marigots se joignent et forment un bras unique qui se jette dans le fleuve Casamance.

Le régime des rivières suit celui des précipitations. Elle correspond à une seule saison des pluies qui survient durant l'été boréal. L'écoulement, temporaire en amont et pérenne en aval, se fait du sud vers le nord.

En effet, en amont de la vallée, au début de la saison des pluies jusqu'au mois de février, les réserves fournissent un peu d'eau, mais ensuite elles s'épuisent avec néanmoins des sous-écoulements dans les alluvions ; en aval par contre, la présence du barrage maintient les eaux durant presque toute l'année. L'aménagement de la digue devrait freiner (dans une moindre mesure) la remontée de la langue salée à l'intérieur des rizières et permettre le maintien de l'eau durant la saison sèche, si le suivi et l'entretien du barrage avaient été bien fait par les populations. Cette eau pourrait constituer un atout potentiel pour une agriculture irriguée.

I.5. Sols et végétation

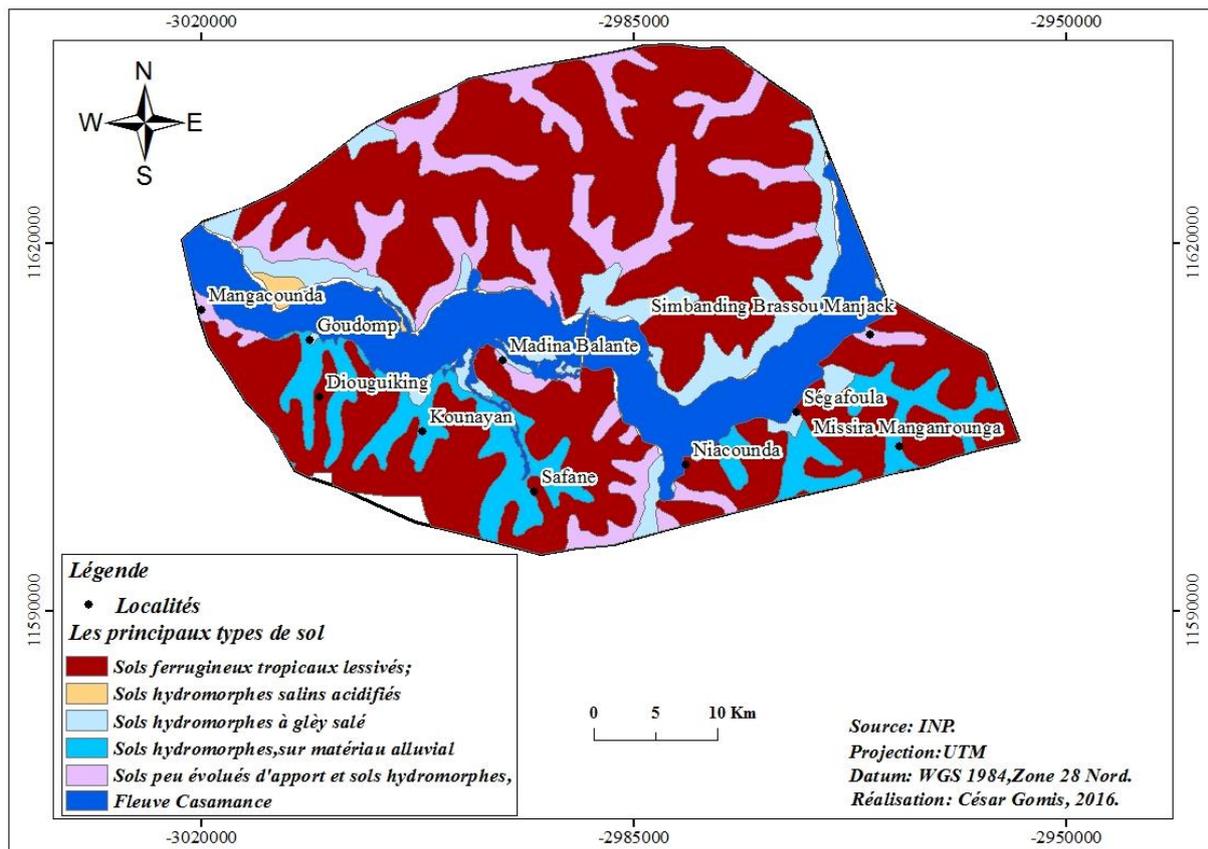
Les sols et la végétation constituent deux éléments liés dans leur répartition. Les sols par leur nature interviennent sur le ruissellement et l'infiltration, et la couverture végétale de par sa nature et sa composition, joue un rôle complexe en ce sens qu'elle joue un rôle d'hydro-régulatrice. Ces deux facteurs ont une influence sur l'écoulement des cours d'eau.

I.5.1. Typologie, caractéristiques et répartitions des sols

Les bas-fonds de Goudomp et de Birkama recèlent une diversité de types de sols. D'après une étude menée par le Sénagrosol-consult, réalisée dans le cadre du PROGES, les bas-fonds de Goudomp et Birkama renferment neuf types de sols répartis en cinq grandes unités : le lit mineur inondé, le lit majeur inondable, les terrasses inférieures à tannes nues et tannes herbacées et bas-fond inondable (Carte 4).

Les sols de tannes : Ce sont des sols peu évolués d'apport alluvial organique potentiellement sulfatés acides, sols hydro morphes, argilo-limoneux à gley salé, sols sulfatés acides à horizon de jarosite peu profond, sols sulfatés acides argileux à horizon de jarosite moyennement profond. Ils couvrent une superficie de 160 ha et se caractérisent par une forte acidité et une salinité en aval suite à l'effet de digue créée par la piste latéritique qui traverse les deux bas-fonds et qui joint Goudomp à Birkama. Ces sols de tannes sont caractérisés aussi par une texture argileuse qui favorise un drainage pauvre à imparfait. Selon MANGA (2003), on les retrouve principalement en amont de cette piste latéritique.

Les sols potentiellement sulfatés acides ou acidifiés : Identifiables dans le talweg, ils représentent les terres inondables situées en dessous du point altimétrique 1.2 IGN (MANGA, 2003). Ainsi, au fur et à mesure qu'on descend vers l'embouchure, on remarque une faible profondeur de sol. Quant aux sols matures (sols sulfatés acides), situés dans les positions les plus élevées du lit majeur ou en bordure de bas-fonds, ils occupent 126 ha des terres et ont une texture argileuse.**Les sols hydromorphes à pseudo-gley :** Ils sont localisés dans les zones médiane et amont du lit majeur non atteintes par la marée. Ces sols couvrent une superficie de 28 ha. Ils sont de couleurs sombres avec des nuances de gris en profondeur, leur texture argileuse en surface repose sur un horizon poreux à peu poreux favorisant une remontée de nappe et une saturation quasi permanente des unités à gley. Cette situation reste propice pour la double culture dans certains endroits tels qu'en haute vallée. Ces sols sont néanmoins pauvres en azote et en matières organiques. (MANGA, 1993).



Carte 4: Carte des sols du bassin versant de Goudomp

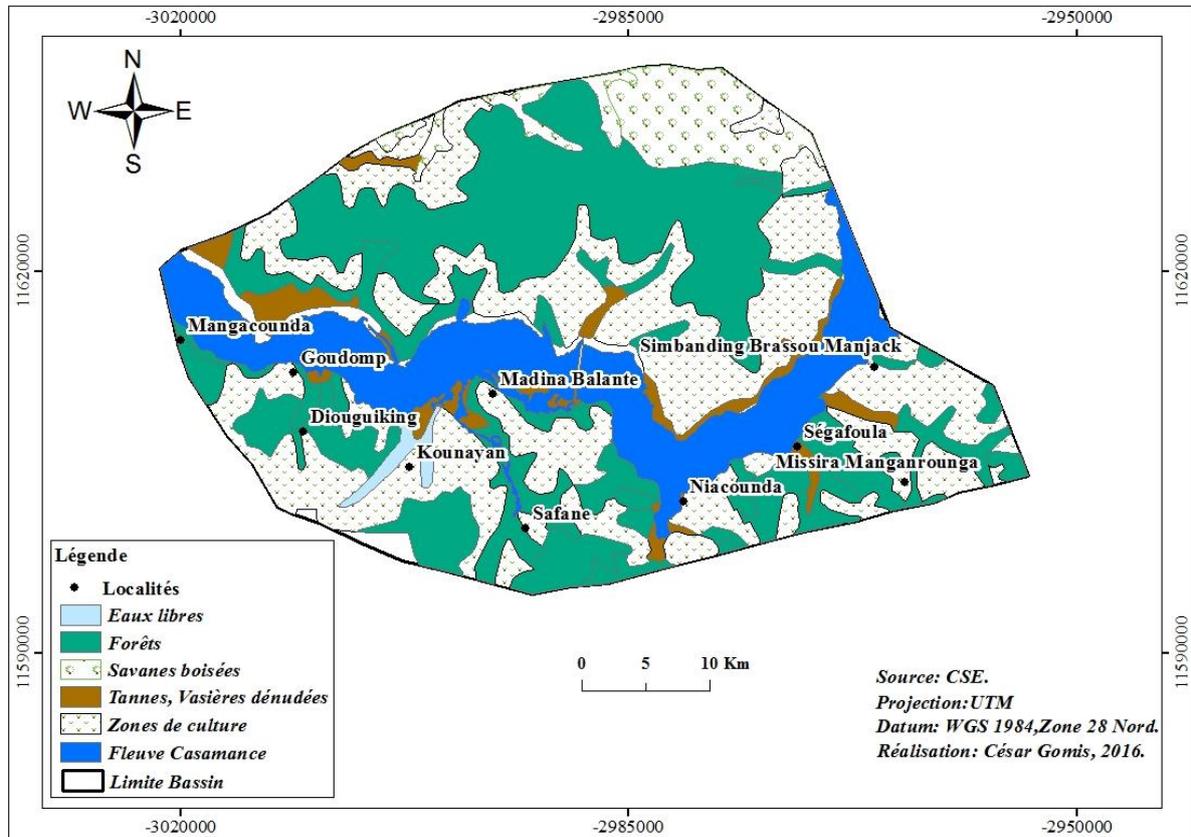
Les sols de bas-fond inondable : Sur les terrasses moyennes à hautes savane, peuvent être identifiés les sols sur matériaux d’ensembles sableux à sablo-argileux (sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley argileux-sableux alluvionnaires) avec un bon drainage interne par endroit excessif à cause de la pente légèrement élevée. Ce sont des sols acides avec des teneurs en matières organiques et en azote médiocres.

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés: Ils se caractérisent par des horizons bien tranchés et colorés (en rouge) par les oxydes de fer déshydratés. Ces sols sont de textures sableux en surface et argileux en profondeur. Leur très grande perméabilité leur épargne souvent l’érosion. Généralement, Ils sont originaires des grès du continental terminal. Dans le bassin de Goudomp, ils sont localisés un peu partout (Carte 4).

I.5.2. Végétation

La végétation qui joue de nombreuses fonctions en hydrologie, est l’un des éléments clés des paysages. A ce propos, DACOSTA (1989) dit que « *la végétation constitue avec le relief, l’élément le plus déterminant des paysages du fait de son apparent et de son action sur*

les facteurs physico-chimiques dont elle procède par ailleurs. C'est aussi avec le relief un des facteurs les plus importants du régime des cours d'eau, d'où l'importance qu'elle revêt dans la compréhension des mécanismes hydrologiques d'un bassin versant ».



Carte 5: Carte d'occupation des sols du bassin de Goudomp

La répartition spatiale de la végétation a une influence directe sur l'écoulement, soit par régularisation ou par réduction. Plus le couvert végétal est important, mieux la résistance ou la rugosité à l'écoulement est significative. Elle est donc fonction de la topographie du bassin versant et du domaine climatique où l'on se trouve. Le couvert végétal retient, selon sa densité, sa nature et l'importance de la précipitation, une proportion variable de l'eau atmosphérique. Cette eau d'interception est en partie soustraite à l'écoulement. Dans le bassin de Goudomp, on distingue deux principales formations végétales : les forêts et les savanes boisées.

- **Les savanes boisés** : Ce sont des formations végétales composées d'herbes, de palmeraies et de quelques bouquets d'arbres espacés. Dans le bassin de Goudomp, elles se localisent essentiellement dans la partie nord (Carte 5). Au cours de ces dernières années, la savane gagne de plus en plus d'espace au détriment de la forêt.

- **La forêt** : Elle désigne un espace arboré en formation serrée et fermée. Elle est constituée de gros arbres surtout localisée au nord du bassin. Dans le bassin de Goudomp, la forêt évolue de claire à dense en direction du nord.

Les précipitations, par leurs irrégularités interannuelles, ont favorisé la dégradation du tissu végétal dans le bassin. Aussi, la croissance démographique du bassin a grandement influencé la dégradation du paysage végétal par les coupes abusives et par les feux de brousse. Généralement, ces feux sont provoqués par les récolteurs de miels pendant la saison sèche. De manière générale, c'est le comportement hydrologique de la végétation qui intéresse le plus cette étude car en favorisant une évapotranspiration importante, la végétation agit sur le ruissellement, ralentissant ainsi l'écoulement du bassin. Elle intercepte une bonne partie de l'écoulement et constitue de ce fait un facteur défavorable à l'écoulement du bassin.

I.6. Cadre climatique du bassin versant de Goudomp

Dans cette rubrique, nous rappelons les mécanismes du climat et analysons quelques paramètres climatiques en fonction des données disponibles.

I.6.1. Mécanismes généraux du climat dans le bassin de Goudomp

La connaissance des paramètres climatiques principalement les précipitations est importante dans le cadre de notre étude en raison de leurs influences sur le régime (pluvial) des cours d'eau du bassin de Goudomp. En plus, les précipitations constituent un des éléments les plus importants dont dépendent la vie des paysans en général et l'agriculture en particulier. « *Car de toutes les activités économiques, l'agriculture est certainement celle qui expose le plus l'homme aux aléas du climat* ». (MANGA, 2003).

La Casamance englobant notre bassin d'étude, présente un climat de type tropical sec ou encore de type sud-soudanien avec des alternances de saison sèche et de saison pluvieuse. La saison des pluies (de mai à octobre) est marquée par la prédominance de la mousson alors que la saison sèche (de novembre à avril) est caractérisée par la prédominance des flux des alizés (maritime et continental).

I.6.2. Cadre aérologique

La circulation générale de l'atmosphère au-dessus du bassin versant de Goudomp dépend à la fois des hautes pressions tropicales (HPT) et de l'équateur météorologique (EM) dont les migrations saisonnières déterminent les caractéristiques des flux d'air et des types de temps résultants.

En effet, l'évolution ou les variations de temps sont régies par la circulation des masses d'air dans les basses et moyennes latitudes communément appelée circulation tropicale ou intertropicale. Cette circulation s'organise au niveau ou autour des centres d'action (anticyclones des Açores, de Sainte-Hélène et Saharo-Libyen.)

I.6.3. Anticyclones

Le bassin étudié, à l'instar de l'ensemble du Sénégal, subit l'influence des centres d'action (à savoir les différents anticyclones cités plutôt).

- L'anticyclone des Açores est centré dans l'atlantique Nord et intéresse le bassin en hiver boréal ou encore en saison sèche.
- L'anticyclone de Sainte-Hélène, qui est d'origine dynamique, il est situé dans l'atlantique sud. Il intéresse le bassin en saison des pluies.
- Quant à l'anticyclone Saharo-Libyen, il est d'origine thermique, et saisonnier à la différence des deux premiers. Il marque sa présence en hiver boréal. En été, cet anticyclone est remplacé par une dépression au sol. Il est aussi générateur de l'harmatan (vent chaud et sec) et intéresse le bassin versant de Goudomp en saison non pluvieuse.

La circulation tropicale est animée par la présence des flux que sont l'alizé et la mousson. L'alizé, issu de l'anticyclone, ne dépasse pas l'équateur géographique. On distingue un alizé maritime d'un alizé continental en fonction de leur trajectoire, de leur température et de leur humidité. En hivers boréal ou encore en saison sèche, le bassin est soumis alternativement aux deux flux mais avec une prédominance de l'alizé continental. Ils sont séparés par une discontinuité d'alizé qui constitue une limite entre eux.

L'alizé maritime provient des Açores et intéresse le bassin en saison sèche. C'est un vent inapte à provoquer des précipitations « *car sa structure verticale bloque le développement des formations nuageuses* » (SAGNA, 2007).

L'alizé continental ou l'harmatan se caractérise par une faible hygrométrie. Ce déficit hygrométrique est lié à sa provenance et à son long trajet continental et à des températures élevées. Il couvre aussi le bassin de Goudomp en saison non pluvieuse.

La mousson quant à elle est un prolongement d'un alizé lorsque celui-ci traverse l'équateur géographique et se dirige vers la trace au sol de l'équateur météorologique. En traversant l'équateur géographique, le flux est dévié par la force de Coriolis. Ce qui explique une modification effective de la trajectoire.

La mousson est issue de l'anticyclone de Sainte-Hélène et envahie le bassin en saison pluvieuse, suivant ainsi une direction Sud-ouest. Elle est séparée de l'alizé par une discontinuité appelée l'Equateur Météorologique (EM).

I.6.4. Conclusion

Les différents éléments que nous venons d'étudier, agissent à la fois comme facteurs favorables et défavorables à l'écoulement. Sur le plan climatique, le bassin de Goudomp se situe dans une région où les précipitations sont importantes. Nonobstant la sécheresse qui sévit dans le sahel, au moins 1000 mm de pluies sont enregistrées chaque année. Ainsi, les précipitations apparaissent comme les principaux régulateurs de l'écoulement mais aussi comme la principale source d'alimentation des cours d'eau. La température n'est pas très élevée dans le bassin. Elle joue un rôle majeur dans le déficit d'écoulement car exerçant des ponctions. Quant à l'analyse des caractéristiques des sols et de la végétation, le bassin versant de Goudomp laisse entrevoir une zone à grande potentialité agricole et d'élevage.

Chapitre II : Cadre humain général du bassin versant de Goudomp

Introduction

L'étude du cadre humain général est une nécessité surtout pour une étude géographique qui aborde une question d'activités socio-économiques. Il s'agit donc de comprendre la composition de la population dans le bassin versant, d'analyser son évolution dans le temps et dans l'espace et de caractériser les différents secteurs d'activités des populations.

I.1. Composition de la population du bassin de Goudomp

Dans le bassin versant de Goudomp, deux principaux groupes ethniques (Balantes et Mandingues) s'individualisent et représentent plus de 60% de la population de l'ensemble du bassin. Viennent le groupe des Mandjaques et Mancagnes avec 12,3%, les Diolas 10,4%, et les Peuls et Wolofs 8,9 %. Le groupe des Peuls et Wolofs englobe, outre les Peuls et les Wolofs, les Toucouleurs ou Walo-walo.

Toutefois, les Mandingues, majoritaires à Goudomp (45%), sont également présents à Bacoundi et à Birkama où l'écrasante majorité de la population est balante. De même, on retrouve à Goudomp des Balantes (20%), des Mandjaques et Mancagnes (10%). La population de Goudomp se caractérise ainsi par son hétérogénéité (10% de la population), se rencontrent également à Bacoundi et Birkama : 99% des Diolas du bassin y vivent et constituent 15% de la population. Les Peuls et les Wolofs essentiellement présents à Goudomp. Le groupe des Mandjaques et Mancagnes occupe généralement les villages de Bindaba 1 et 2, Diouniking, Akintou 1 et 2 mais sont localisé aussi à Birkama, Goudomp, et Bacoundi (MANGA, 2003). La population est majoritairement constituée de jeunes âgés entre 15 à 20 ans. Au total, le sex-ratio est en faveur des femmes qui sont plus nombreuses que les hommes, et représentent plus de 50% de la population.

Chaque groupe installe ses pratiques traditionnelles dans l'espace où il est majoritaire même si par ailleurs on note une grande influence du groupe Manding qui transparait dans beaucoup de cultures qui peuplent le bassin.

I.2. Evolution de la population du bassin de Goudomp

L'évolution de la population du bassin de Goudomp de 1988 à 2016 est indiquée sur la **Figure 2: Evolution de la population du bassin de Goudomp de 1988 à 2016**

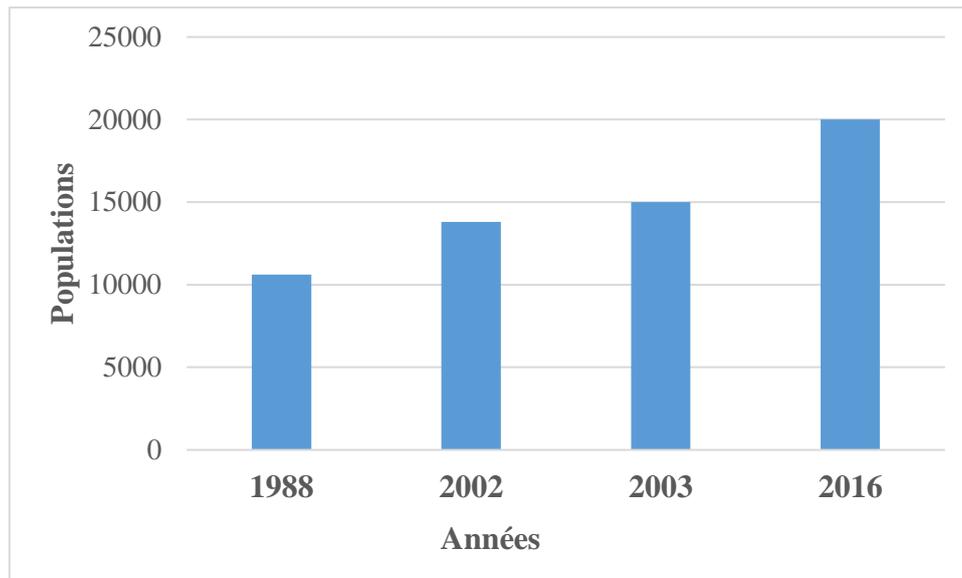


Figure 2: Evolution de la population du bassin de Goudomp de 1988 à 2016 (Source : ANSD et PLDC)

L'analyse de données démographiques montre une forte croissance de la population dans le bassin versant de Goudomp. Cette croissance s'explique par plusieurs facteurs parmi lesquels :

- Un taux de natalité assez élevé et une mortalité faible du fait de l'amélioration du cadre de vie par la mise en place d'infrastructures sanitaires (d'un poste de santé à un centre de santé de Goudomp) ;
- Une affluence notable des populations des villages environnants fuyant les exactions des bandes armées ;
- Une arrivée de pêcheurs saisonniers (à Goudomp, Bacoundi et à Birkama).

Par contre, on note une forte baisse voire un exode total de la population dans les localités de Diouniki, Akentou 1 et 2 et Bindaba 1 et 2. Ce fait est consécutif à l'insécurité qui sévit dans la zone. Les populations ont quitté leurs villages, abandonnant tous leurs biens pour s'installer dans les zones supposées plus stables (Goudomp, Pontodosse, Birkama, Bacoundi, Guinée Bissau...). Cette augmentation de la densité de la population est à l'origine de la transformation des paysages et des systèmes de production agricole. Dans ce contexte, il est impératif de trouver des méthodes adaptées pour analyser correctement la situation et poser un diagnostic opérationnel mettant en évidence les contraintes au développement, puis de concevoir avec les populations un cadre de concertation et de décisions pour les actions coordonnées à entreprendre.

I.3. Activités pratiquées dans le bassin versant de Goudomp

Les principales activités pratiquées dans le bassin de Goudomp sont l'agriculture, la pêche, l'élevage et le commerce.

I.3.1. Agriculture

L'agriculture reste l'activité économique la plus pratiquée en mobilisant plus 50% de la population. En effet, les populations du bassin de Goudomp ont une forte tradition agricole. Vue la particularité de la structure géomorphologique du bassin versant (entre deux village il existe une vallée). Aujourd'hui cette agriculture souffre de son extensivité, la pauvreté des sols, d'insuffisance d'eau, de la salinité des sols, de l'ensablement des bas-fonds, l'insécurité et le manque d'équipement moderne en matériels agricoles.

I.3.2. Pêche

Selon le service départemental de la pêche et de la surveillance de Goudomp, la pêche mobilise près 20% de la population et constitue la deuxième activité à Goudomp. Elle s'est développée à la fin des années 40 et au début des années 50 avec l'arrivée de pêcheurs Toucouleurs ou Walo-walo venus du fleuve Sénégal, qui introduisent l'usage des filets dérivants. Leur arrivée coïncide avec le développement de l'industrie de transformation et de commercialisation du poisson fumé. A partir de 1960 l'essor de la pêche crevettière, grâce à l'installation d'usines de traitement à Ziguinchor, provoque l'arrivée de nouveaux pêcheurs Toucouleurs et la conversion de nombreux autres pêcheurs de poissons à la pêche à la crevette.

La pêche constitue l'une des principales sources de revenus de la population surtout jeune. Les enfants et les jeunes sont très impliqués dans les activités de pêche où on a besoin d'une main d'œuvre importante, ce qui ne manque pas de conséquences sur leur scolarité. (MANGA, 2003). Les principaux produits pêchés sont les crevettes, le tilapia, les mullets, l'ethmalose, les otholites...

L'état de délabrement avancé du centre ou des unités de transformation de produits de pêche ; l'équipement archaïque essentiellement constitué de pirogues à voile et de filets artisanaux (parfois hors normes) sont les principales contraintes liées au développement de la pêche. A cela s'ajoute l'aménagement des infrastructures hydro-agricoles qui transforment ou perturbent le fonctionnement naturel des écosystèmes de mangrove (lieu potentiel de reproduction et de frayère des produits halieutiques). Le manque de politiques de promotion de la maîtrise de l'eau

et celles de la gestion intégrée de la ressource eau du bassin de Goudomp par les différents acteurs demeurent une problématique essentielle.

I.3.3. Autres activités socio-économiques

A côté des activités principales (agriculture et pêche) on a des activités secondaires génératrices de revenus. Il s'agit généralement de:

- la cueillette des produits naturels (nééré, huile de palme, pain de singe, « mad»...);
- la transformation des produits de l'agriculture ou de la pêche qui est l'affaire des jeunes et des femmes ;
- l'artisanat (menuiserie, maçonnerie....), le petit commerce ;
- l'élevage souvent à caractère transhume.

Les fonctionnaires d'Etat et les autres travailleurs salariés ne concernent qu'une frange infime de la population. Ce sont essentiellement les instituteurs, les professeurs, les cadres ruraux, agents des collectivités locales...

I.4. Conclusion

Le bassin de Goudomp dispose d'un capital humain important. La population essentiellement jeune et le niveau d'instruction assez élevé de ces jeunes constituent un atout de taille pour la mise en valeur des terres et laissent entrevoir de l'espoir pour un lendemain meilleur. Cependant, le niveau de vie précaire de la population et le manque d'équipement, sont les principales contraintes qui doivent être corrigées par une politique d'investissement dans le secteur agricole et un encadrement des paysans de la part des partenaires au développement et des services techniques de l'Etat.

DEUXIEME PARTIE : Disponibilité en eau dans le bassin versant de Goudomp

Afin de rationaliser l'usage d'une ressource aussi importante que l'eau, il est nécessaire de quantifier ou encore de connaître le potentiel de cette ressource à travers des mesures et des analyses de données. Ainsi, cette partie consiste à connaître l'évolution de la disponibilité de l'eau, évaluer la disponibilité à différentes échelles temporelles et à comprendre le fonctionnement hydrodynamique du bassin versant dans un contexte de péjoration climatique.

Chapitre I : Caractéristiques de l'écoulement dans le bassin de Goudomp

Introduction

Les précipitations sont l'un des facteurs les plus déterminants de l'écoulement. Les péjorations climatiques font qu'aujourd'hui elles sont à la baisse en Afrique subsaharienne. Or leurs influences sur l'écoulement sont d'une importance capitale. C'est la raison pour la laquelle nous allons dans un premier temps rappeler les types d'écoulement et dans un second temps insister sur l'analyse des pluies.

I.1. Types d'écoulement dans le bassin

L'écoulement est le mouvement de l'eau à la surface ou à l'intérieur de la terre sous l'action de la gravité ou encore de la topographie (pente). Dans le bassin versant de Goudomp, on peut distinguer deux grands types d'écoulements : l'écoulement de surface et l'écoulement souterrain.

I.1.1. Ecoulement de surface ou ruissellement de surface

L'écoulement de surface est constitué par la frange d'eau qui, après une averse, s'écoule plus ou moins librement à la surface du sol. L'importance de l'écoulement superficiel dépend de l'intensité des précipitations et de leur capacité à saturer rapidement les premiers centimètres du sol, avant que l'infiltration et la percolation, phénomène plus lent, soit prépondérants (MUSY, 2010). Ce ruissellement alimente les bas-fonds et les marigots de Birkama et de Goudomp en eau. Il peut prendre différentes formes suivant la dynamique de la pluie, la nature du relief, de la pente et de la couverture végétale. Il peut aussi être généré de trois façons (MENDY, 2010) :

- Par la détermination du seuil d'infiltration lorsque l'intensité de la pluie est supérieure à la vitesse d'infiltration du sol, l'excédent pour contribuer à l'écoulement rapide de la crue (ruissellement hortonien) ;
- Par dépassement du seuil de saturation, la pluie qui tombe sur un sol saturé ne pouvant plus s'infiltrer pousse par « effet piston » l'eau déjà présente sur le sol ;
- Par exfiltration de l'eau aux endroits où les nappes affleurent.

I.1.2. Ecoulement subsurface

L'écoulement subsurface ou écoulement hypodermique est cette partie de la pluie qui, infiltrée, chemine quasi horizontalement dans les couches supérieures du sol pour réapparaître à l'aire libre ou en surface à la rencontre d'un chenal d'écoulement. Il participe très lentement

au remplissage des bas-fonds et des marigots du bassin versant. Il dépend de la structure du sol et est important dans une bonne partie du bassin du fait de la perméabilité de ces zones. Son importance se justifie par la présence de nombreux puits forés dans le bassin pour servir à l'arrosage des plantes, à la boisson et à l'abreuvement du bétail.

Les processus dominants d'un écoulement dépendent des conditions initiales d'humidité, de la chronologie des pluies, de la morphologie de la surface du bassin (MENDY, 2010).

Quelle que soit l'origine de l'écoulement, on distingue le ruissellement en rigole sur le versant situé en amont du bassin versant où la pente est plus ou moins forte et le ruissellement en nappe sur le reste du bassin où la pente est faible. Cet écoulement est très faible au point que sa capacité érosive est quasiment nulle.

I.2. Facteurs du bilan hydrique du bassin versant de Goudomp

Les principaux facteurs du bilan hydrique dans le bassin de Goudomp sont les précipitations et l'évaporation.

I.2.1. Températures

Situé entre 12°27' et 12°35', le bassin de Goudomp par sa position en latitude et sa relative proximité du fleuve bénéficie d'un climat particulier de type sud-soudanien qui reçoit de plein fouet en été les vents marins du Sud-ouest (mousson). Cette position imprime à la zone une légère atténuation des températures liées à l'influence de l'alizé maritime continentalisé. Au regard d'énormes contraintes rencontrées à l'acquisition des données concernant les paramètres climatiques, l'analyse porte essentiellement sur la température.

La température peut se définir comme la manifestation physique de l'énergie solaire accumulée dans l'atmosphère. Elle dépend de l'irradiation solaire et du refroidissement par la pluie et/ou d'autres facteurs. Parmi les éléments du climat, la température joue un rôle très important. Le rôle de la température sur l'écoulement est perçu à travers l'évaporation et l'évapotranspiration qui exercent une ponction sur les précipitations reçues car de fortes températures déterminent une forte évaporation. Les valeurs mensuelles, fournies par la Direction de la Météorologie de Ziguinchor sont consignées dans le

et sur la **Figure 3: Courbes des températures moyennes mensuelles à la station de Ziguinchor en °C (1962-2012).**

Tableau 3: Données des températures moyennes en °C à Ziguinchor 1962-2012

| Descripteurs | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|------|-------------|-------------|-----------|------|-------------|
| TX | 19,6 | 20,3 | 21,3 | 27,4 | 24,7 | 25 | 24,4 | 26,4 | 27,7 | 28 | 23,4 | 20,9 |
| TN | 13,2 | 14,7 | 15,9 | 17,2 | 19,2 | 21,3 | 22,1 | 22,4 | 21,7 | 20,1 | 18,2 | 13,9 |
| TM | 16,4 | 17,5 | 18,6 | 22,3 | 22 | 23,1 | 23,3 | 24,4 | 24,7 | 24 | 20,6 | 17 |
| Am | 6,4 | 5,6 | 5,4 | 10,2 | 5,5 | 3,7 | 2,3 | 4 | 6 | 7,9 | 5,2 | 7 |

(Température moyenne en °C : TX : température maximale ; TN : température minimale ; TM : température moyenne ; Am : amplitude thermique).

Pour les températures maximales (TX), le maximum principal se retrouve au mois d'octobre d'octobre 28°C et le maximum secondaire au mois de septembre. Les minimums se situent Janvier 19°C et Février 20°C (

). Ces faibles températures coïncident donc avec la saison « fraîche » dite hiver boréale qui est sous l'influence de l'alizé maritime à Ziguinchor.

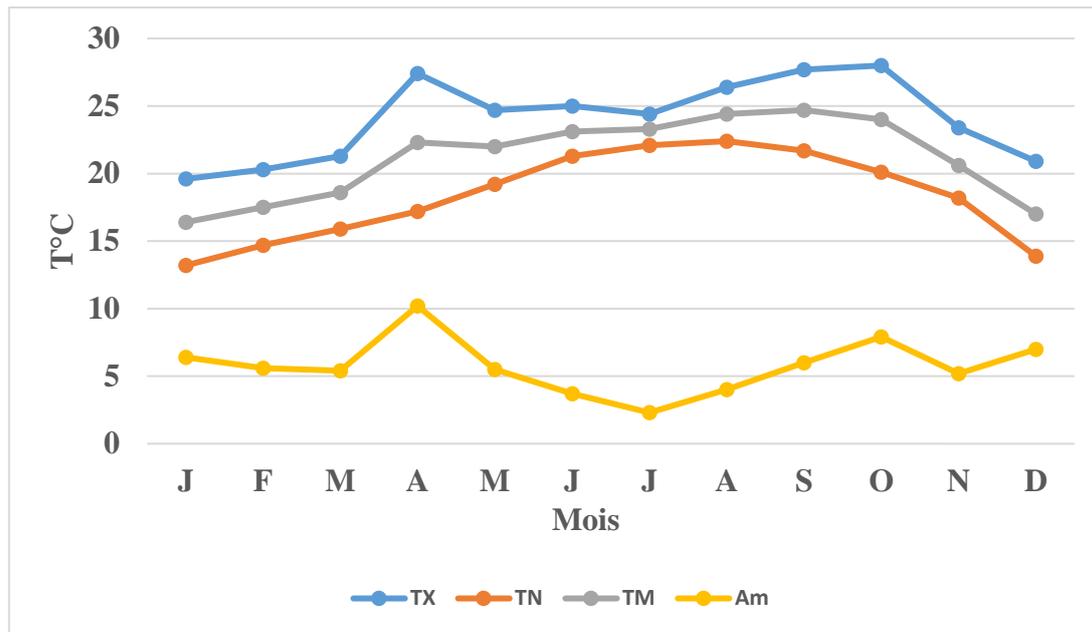


Figure 3: Courbes des températures moyennes mensuelles à la station de Ziguinchor en °C (1962-2012)

S'agissant des températures minimales TN, elles ont le maximum principal en août 22,4°C, le maximum second est : 21,7°C et se situe au mois de septembre. Le minimum principal est en janvier : 13,2°C et le minimum second en décembre avec 13,9°C. La moyenne des TN est de 18,3°C. Globalement les températures sont relativement basses même si par moment on observe de légères élévations de celles-ci. En Casamance comme dans l'ensemble des pays tropicaux, les températures varient très peu à l'échelle interannuelle.

I.2.2. Précipitations

La pluviométrie joue un rôle incontournable dans l'étude des paramètres hydrologiques et climatiques des bassins versants. C'est d'ailleurs pourquoi, toute étude climatique ou hydrologique est basée sur l'exploitation de séries de données recueillies pendant des périodes plus ou moins longues (DUBREUIL, 1936). Les précipitations constituent aussi la source principale d'alimentation des cours d'eau en domaine tropical ou sud soudanien.

Ce rôle se manifeste à travers :

- La hauteur totale annuelle de la pluviométrie qui détermine l'abondance fluviale ;
- La répartition annuelle, mensuelle et saisonnière qui influence directement les régimes hydrologiques ;
- Les totaux journaliers et surtout les averses qui sont à l'origine de crues, notamment celles des petits bassins versants (ROCHE, 1963).

La pluviométrie interannuelle varie dans le temps et dans l'espace. Cette variation se caractérise par une succession d'années excédentaires et déficitaires (Figure 5). Cela se perçoit parfois sans transition. A la station de Diattacounda, deux grandes périodes déterminent cette variation (Figure 5). Une période globalement excédentaire allant de 1961 à 1979, avec des années sèches exceptionnelles telles que 1977 (-31,07%). A partir de 1980 jusqu'en 2012, on note une période globalement déficitaire comme l'année 1980 (- 40%). Cette seconde phase coïncide avec les années de sécheresse de la décennie 1970, fortement caractérisée par des déficits hydro-pluviométriques dont les facteurs explicatifs sont en majeure partie attribuables aux phénomènes de variations climatiques.

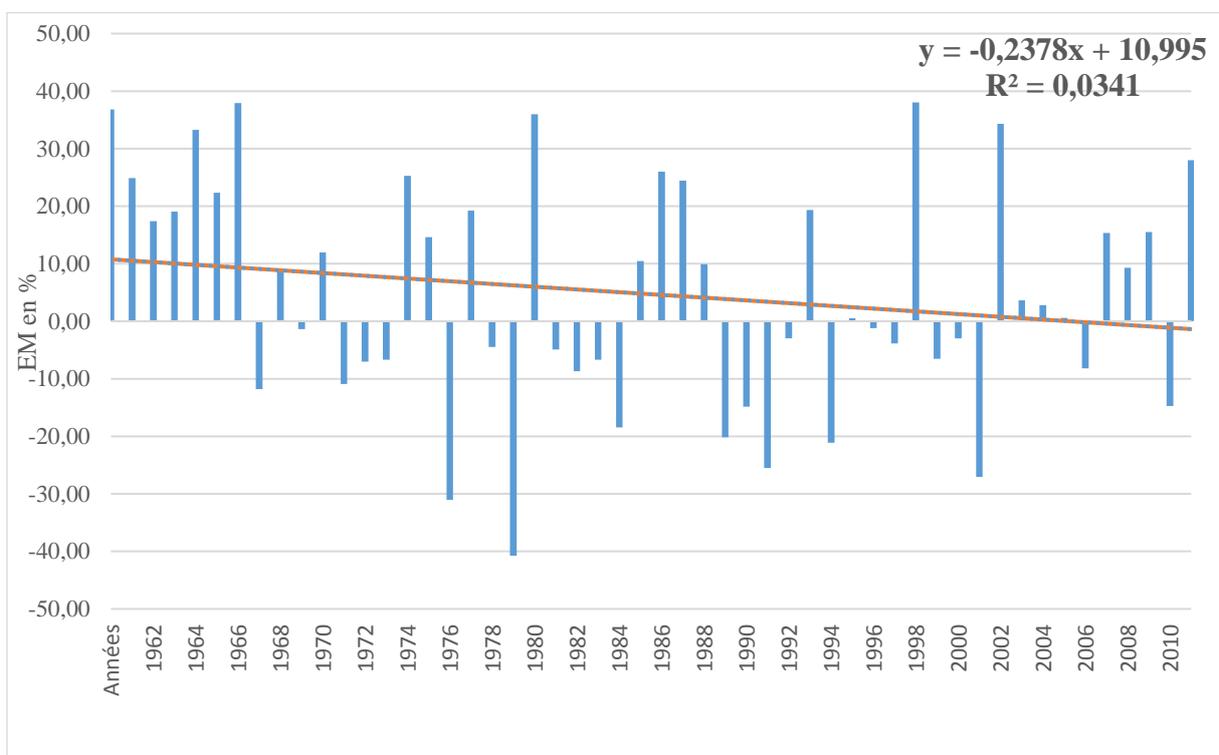


Figure 4: Variation interannuelle des pluies à la station de Diattacounda de 1961 à 2012

I.2.3. Evapotranspiration potentielle

Tout comme les précipitations, l'évapotranspiration est aussi un des facteurs essentiels de l'écoulement. Elle désigne en fait la perte d'eau des plantes et au niveau des stocks à la surface du sol. Son importance dépend fortement de la température. L'émission de la vapeur d'eau ou évapotranspiration (exprimée en mm), résulte de deux phénomènes :

L'évaporation, qui est un phénomène purement physique, et la transpiration des plantes. La recharge des nappes phréatiques par les précipitations tombant en période d'activité du couvert végétal peut être limitée. En effet, la majorité de l'eau est évapotranspirée par la

végétation. Elle englobe la perte en eau due au climat, les pertes provenant de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes. Dans le bassin de Goudomp l'évaporation est importante du fait de l'écart entre une longue saison sèche (9 mois) pendant laquelle des pertes se réalisent et une courte saison pluvieuse souvent irrégulière (3 mois) pendant laquelle les nappes et d'autres réservoirs se rechargent. Ce clivage ne permet pas souvent la compensation entre l'eau disponible et l'eau évaporée.

I.2.4. Evolution comparée de l'évapotranspiration et des précipitations

La pluie est la principale source d'alimentation en eau du bassin versant de la Casamance et par extension de ses sous bassins. Depuis ces dernières décennies, les variations climatiques ont engendré des perturbations du régime pluviométrique dans toute la Casamance et se traduit par une importante ponction des stocks d'eau en surface sous l'effet de l'augmentation des températures et du rayonnement solaire. La zone sud-soudanienne enregistre 5 mois de pluies dont 3 ont d'importantes quantités (Juillet, Août et Septembre) il s'agit de la période dite humide. Cette inégalité ou encore la disparité entre mois humides et mois secs (Figure 6) explique en partie la difficulté de compenser les pertes d'eau par évaporation et celle à travers les usages. La figure 6 ci-dessous montre l'évolution de l'ETP par rapport aux précipitations.

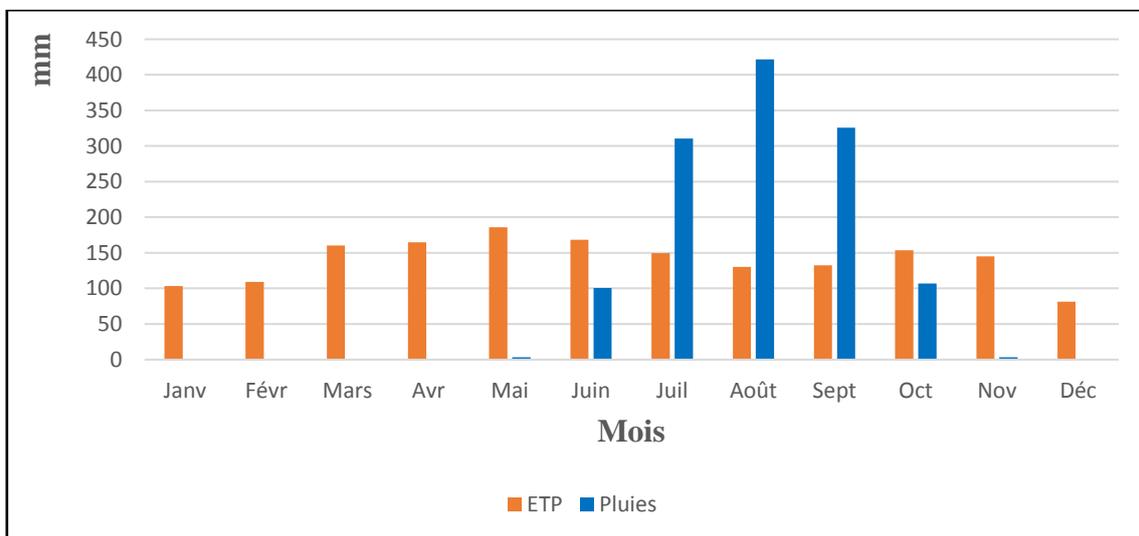


Figure 5: Evolution de l'ETP en fonction des pluies à la station de Ziguinchor de 1962 à 2012 (Source : ANACIM Ziguinchor)

I.2.5. Caractérisation des saisons climatiques à partir de l'ETP et de l'ETR

Les données de Ziguinchor sont ici considérées comme représentatives du fait que Goudomp n'est pas une station synoptique. C'est ce qui explique le choix de la station de Ziguinchor qui est une station synoptique.

L'étude de la variation des saisons des pluies est basée sur une analyse comparative des valeurs d'évapotranspiration potentielle (ETP) et réelle (ETR) au pas de temps mensuel (Tableau 5 et Figure7). Les valeurs d'ETP et ETR ont été calculées par la méthode de Thornthwaite. Pour le calcul de l'ETR selon Thornthwaite, on admet que le sol est capable de stocker une certaine quantité d'eau (Réserve Utile : RU) et cette eau peut être reprise pour l'évapotranspiration par l'intermédiaire des plantes. La quantité d'eau stockée dans la réserve est comprise entre 0 (la réserve est vide) et 200 mm (la réserve est pleine) soit une moyenne de 100 mm (valeur de base utilisée dans cette étude). Cette quantité varie suivant les sols et sous-sols considérés. On admet que la satisfaction de l'ETP a priorité sur l'écoulement. Par ailleurs, la compétition de la réserve utile (RU) est également prioritaire sur l'écoulement. La démarche de calcul du bilan hydrologique selon Thornthwaite se fait à partir de la pluie (P) du mois, de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et de la réserve utile (RU) suivant les deux règles suivantes :

- Si $P \geq ETP$: $ETR = ETP$.

Ainsi, il restera une quantité d'eau (P-ETR) qui servira à la reconstitution des réserves d'eau du sol ;

- Si $P < ETP$: $ETR = P + RU$

Tableau 4: Caractéristiques du bilan climatique (Source : ANACIM Ziguinchor)

| Descripteurs | Jan | Fev | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|--------------|--------------|-------|--------|-------|
| ETP | 103,5 | 109,2 | 160,4 | 164,8 | 185,9 | 168,4 | 149,6 | 130,3 | 132,5 | 153,5 | 145,2 | 85,5 |
| Pluies | 0,2 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 3,5 | 101 | 310,6 | 421,8 | 325,7 | 106,9 | 3,5 | 0,6 |
| Bilan climat | -103,3 | -109,0 | -160,0 | -164,4 | -182,4 | -67,9 | 161,1 | 291,1 | 193,1 | -46,6 | -141,8 | -81,0 |
| R.U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 0,2 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 3,5 | 100,5 | 149,6 | 130,3 | 132,5 | 160,4 | 3,5 | 0,6 |

Ainsi, l'évapotranspiration va se réaliser non seulement sur la totalité des pluies, mais encore sur les réserves du sol.

Sur la période 1962-2012, l'évolution mensuelle de l'ETP et de l'ETR permet de définir les différentes périodes pluvieuses ou sèches. Si la période pluvieuse se définit par une superposition des courbes d'ETP et d'ETR (Figure 7), la période sèche elle est indiquée par la position de la courbe de l'ETP au-dessus de celle de l'ETR (N'guessan *et al.* 2014). Cette méthode qui vise à cerner les différentes périodes de l'année hydrologique, permet de souligner l'impact de la variabilité climatique sur la disponibilité en eau des bas-fonds et les activités agricoles.

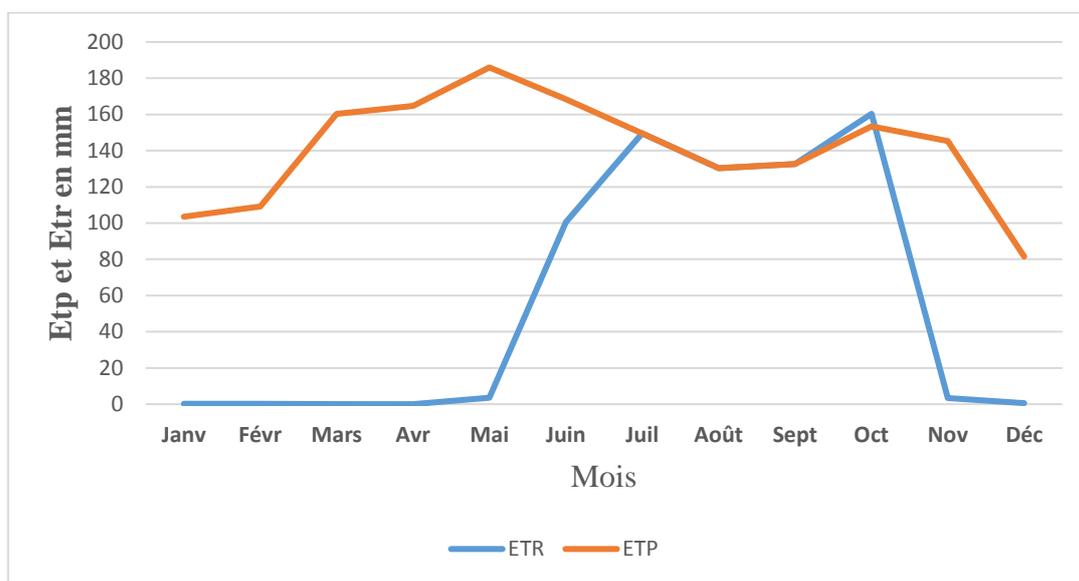


Figure 6: Courbes d'évolution de ETP et ETR à la station de Ziguinchor de 1962 à 2012 (Source : ANACIM Ziguinchor)

I.3. Caractéristiques du bilan climatique du bassin de Goudomp

Le tableau 5 montre une comparaison entre la pluviométrie et l'évapotranspiration potentielle. Le bilan, qui est obtenu par la différence entre les précipitations et l'évaporation (Figure 8) est un bloc qui donne une idée sur les mois pluvieux pouvant donner un excédent sur l'écoulement (FAYE, 2013). Rapporté au bassin d'étude, le bilan climatique établi indique les mois qui enregistrent un excédent (tableau 5). Le nombre de mois excédent est de trois (3) (Juillet, Août, Septembre), mois pendant lesquels le bassin de Goudomp enregistre les maxima pluviométriques (Figure 8). C'est aussi une période qui coïncide avec le maximum de l'écoulement dans le bassin.

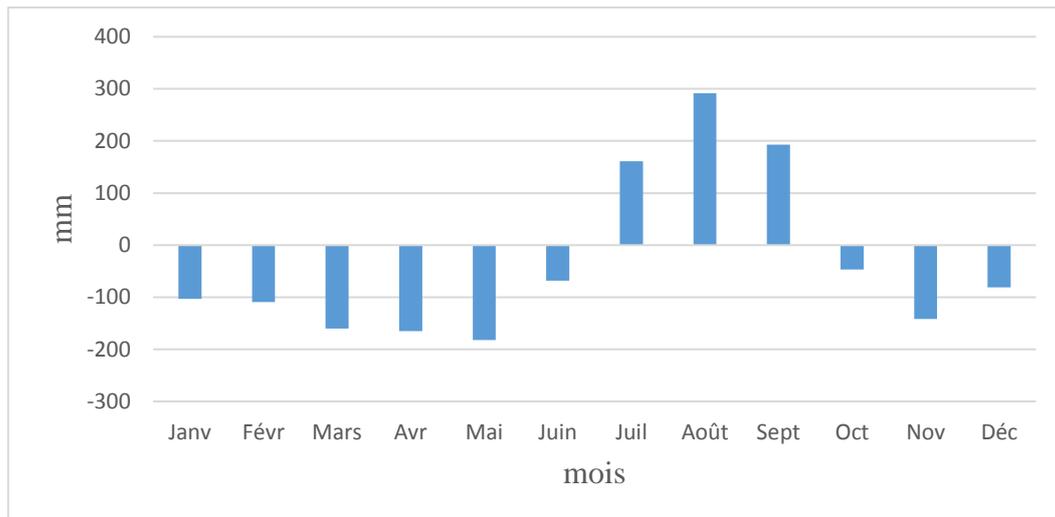


Figure 7: Bilan climatique du bassin de Goudomp (Source : ANACIM Ziguinchor)

Dans le bassin de Goudomp, toute la lame d'eau précipitée sur le bassin n'est pas écoulee. Une partie est donc ponctionnée par les plantes, une partie reprise par l'évaporation, une autre partie par les hommes ainsi que les animaux et quelquefois par les stocks en réserve. Ce qui constitue le déficit d'écoulement.

I.4. Conclusion

Globalement, l'analyse des caractéristiques d'écoulement montre que plusieurs facteurs entrent en jeu ou participent dans l'écoulement d'un bassin versant. Parmi ces facteurs, nous avons d'une part ceux qui sont favorables comme les précipitations qui d'ailleurs conditionnent l'écoulement d'un bassin et d'autre part les facteurs défavorables comme les températures qui exercent une ponction sur les eaux de surface.

Chapitre II : Disponibilité en eau dans le bassin versant de Goudomp

Introduction

L'évaluation des disponibilités en eau est indispensable car elle constitue la base de tout aménagement d'un bassin versant. Elle est plus que nécessaire en ce moment où la crise mondiale oblige les décideurs à promouvoir des politiques d'autosuffisance alimentaire qui se basent essentiellement sur la disponibilité des ressources en eau. L'eau se trouve ainsi au centre des débats. Ainsi la première section de ce chapitre consistera à montrer l'évolution de la disponibilité sur la base d'analyses statistiques des hauteurs d'eau. La seconde section consiste à évaluer la disponibilité l'eau dans le bassin de Goudomp à l'échelle journalière, mensuelle, et annuelle.

I.1. Evolution et variation des hauteurs d'eau à l'échelle journalière, mensuelle et interannuelle dans le bassin de Goudomp

Le régime du bassin versant de Goudomp consacre une division de l'année hydrologique en deux périodes : une période de niveaux élevés des eaux et une période de niveaux faibles des eaux. L'analyse est faite avec des valeurs mensuelles, annuelles et journalières. Les données sont recueillies par la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE). Elles couvrent une série d'observation qui s'étend de 1987 à 2002 soit 15 années hydrologiques dont quelques-unes lacunaires. Nous n'avons pas pu effectuer une homogénéisation des données car la méthode n'est pas applicable à un bassin qui ne dispose que des données d'une seule station. Les données sont traitées et analysées telles qu'elles ont été recueillies.

I.1.3. Evolution journalière des hauteurs d'eau dans le bassin versant de Goudomp

Les variations du niveau de l'eau à l'échelle journalière participe à la caractérisation du comportement hydrologique du bassin. En effet, à côté des eaux de ruissellement qui convergent vers le bassin en saison des pluies, il y'a l'influence des eaux du fleuve qui en grande partie augmente le niveau de l'eau du bassin par la marée haute et par conséquent l'augmentation de la hauteur d'eau à l'échelle journalière. Les longues saisons sèches conjuguées à la variation de marées basses et hautes ainsi que le caractère capricieux de la pluviométrie, expliquent l'évolution et/ou la variation des hauteurs d'eau dans le bassin. La Figure 11 montre bien cette évolution.

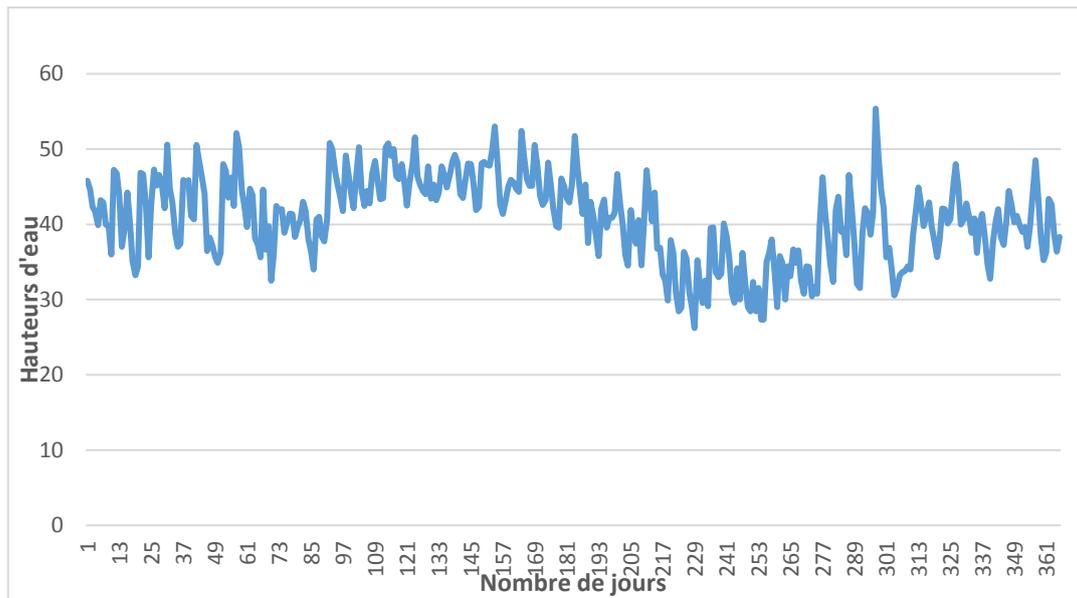


Figure 8: Evolution des hauteurs d'eau à l'échelle journalière dans le bassin de Goudomp de 1987 à 2002 (Source : DGPRE)

I.1.1. Evolution mensuelle des hauteurs d'eau dans le bassin de Goudomp

Les valeurs des hauteurs moyennes mensuelles à la station de Goudomp sont consignées dans tableau 6 suivant.

Tableau 5: Hauteurs d'eau mensuelles à la station de Goudomp de 1987 à 2002 en cm (Source : DGPRE)

| Description | M | J | J | A | S | O | N | D | J | F | M | A |
|----------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Hauteurs d'eau | 1211 | 1453,4 | 1133,3 | 1285,5 | 1363,7 | 1326,5 | 1164,8 | 831,1 | 953,1 | 1070,9 | 1214,1 | 1000,1 |
| pluies | 3,5 | 101 | 310,6 | 421,8 | 325,7 | 106,9 | 3,5 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,0 | 0,0 |

L'analyse des données de hauteurs d'eau permet de comprendre le comportement hydrologique du bassin de Goudomp. En effet, même pendant les mois non pluvieux, le niveau de l'eau reste important dans le bassin (Figure 9), et ce durant toute l'année. Cela s'explique par le fait que le bassin est alimenté en grande partie par les eaux émanant de la marée. Toutefois, on distingue les mois à niveau des eaux élevés et ceux à niveau faible. Les mois d'août, septembre et octobre enregistrent les hauteurs d'eau les plus importantes de l'année (près 130 m). Le mois de juin enregistre le maximum de la série avec 14,5 m. Mise à part ces mois cités, les autres peuvent être considérés comme des mois de faibles hauteurs d'eau dans le bassin. La Figure 9 illustre parfaitement cette évolution.

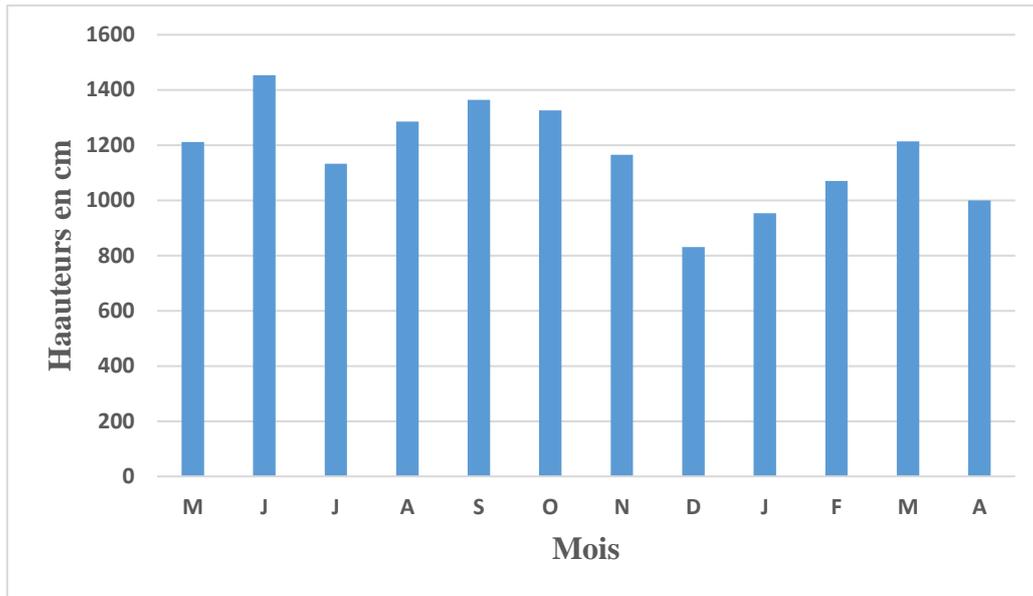


Figure 9: Evolution des hauteurs d'eau mensuelles dans le bassin de Goudomp de 1987 à 2002 (Source : DGPRE)

I.1.2. Evolution interannuelle des hauteurs d'eau dans le bassin de Goudomp de 1987 à 1999

Le Tableau 7 indique la variation moyenne du niveau de l'eau dans le bassin de Goudomp à l'échelle annuelle.

Tableau 6: Evolution interannuelle des hauteurs d'eau dans le bassin de Goudomp (Source : DGPRE)

| Années | 1987-88 | 1988-89 | 1989-90 | 1991-92 | 1992-93 | 1993-94 | 1995-96 | 1996-97 | 1997-98 | 1998-99 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hauteurs en Cm | 1102,1 | 1211,2 | 1225,8 | 1176,7 | 1109,3 | 1320,5 | 1256,2 | 1255,5 | 1233,4 | 1231,1 |

L'analyse des hauteurs d'eau du bassin versant à l'échelle annuelle nous a permis de distinguer deux phases (Figure 10): une phase où le niveau de l'eau est faible et une autre phase où le niveau de l'eau est élevé. La phase à niveau faible va de 1987 à 1993. Elle correspond aux années de sécheresse, lesquelles années sont caractérisées par des déficits hydropluviométriques. L'année hydrologique 1987-1988 enregistre le minimum (11 m).

Contrairement à la première phase, la seconde est celle de niveau élevé. Elle est caractérisée par des hauteurs d'eau importantes dans le bassin. Elle s'étend de 1994 à 1999, années qui correspondent en partie à la première phase de transition des années de sécheresse à celles humides.

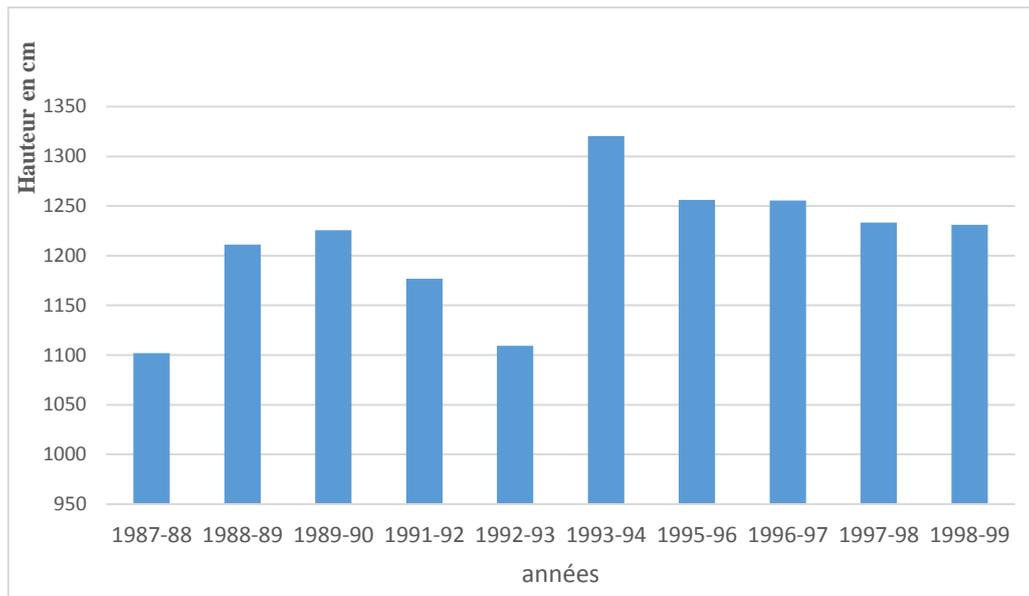


Figure 10: Evolution interannuelle des hauteurs d'eau dans le bassin de Goudomp de 1987 à 1999 (Source : DGPRE)

I.2. Disponibilité en eau dans le bassin de Goudomp

Pour analyser la disponibilité en eau du bassin de Goudomp, les hauteurs d'eau du fleuve et les autres sources d'eau du bassin sont caractérisées.

I.2.1. Evaluation de la disponibilité à l'échelle mensuelle

Dans le bassin de Goudomp, l'écoulement du cours d'eau est permanent durant toute l'année. La hauteur d'eau à l'échelle mensuelle est estimée en moyenne à 11,6 m. C'est d'ailleurs ce qui explique le foisonnement des activités tributaires de l'eau dans le bassin. Toutefois, malgré cette disponibilité de l'eau dans le bassin, le problème de l'accès à cette ressource se pose d'une part et d'autre le manque et/ou l'insuffisance de celle-ci se fait sentir par moment et par endroit. Ces phénomènes sont liés au fait que les populations de Bindaba 1 et 2 et de Akintou 1 et 2 se sont déplacées pour s'installer à Pontadoss, à Goudomp, à Baconding et à Birkama. Ce déplacement est inhérent à l'insécurité perpétrée par des bandes armées. Ces populations sont venues s'ajouter aux exploitants de la vallée de Goudomp et de Birkama causant ainsi une concurrence autour de la ressource. A cela s'ajoute les immigrants bissau-guinéens qui sont venus accroître la population du bassin concentrée sur trois villages principalement. Aujourd'hui l'eau est tellement convoitée dans le bassin que les populations s'inquiètent de l'avenir de leurs activités. Les autochtones se retrouvent actuellement avec peu d'espaces arables et souffrent d'une insuffisance d'eau pour développer leurs activités à cause de l'émiettement des parcelles, lequel s'explique par l'augmentation et la concentration des populations dans les endroits supposés en sécurité.

I.2.2. Evaluation de la disponibilité à l'échelle annuelle

Le bassin de Goudomp a une hauteur d'eau moyenne de 12 m par an. Les mois à niveau d'eau élevé totalisent chaque année près de 65,6 m soit 13,1 m en moyenne par mois. Parmi les mois à hauteur d'eau importante (Juin, août septembre et octobre), le mois de juin enregistre le niveau le plus élevé de la décennie. La part de ces 4 mois de niveau d'eau élevé est considérable quelle que soit la particularité de l'année hydrologique. La période de niveau d'eau faible compte 7 mois (de novembre en mai). Cette période se caractérise par une baisse légère de la hauteur d'eau du bassin par rapport à celle où le niveau de l'eau est élevé. La disponibilité de l'eau est estimée à 10,6 m en moyenne par mois. D'ailleurs cette disponibilité est plus confirmée ces dernières années où l'on assiste à un phénomène de retour des pluies. Malgré les désagréments causés par des variations et/ou fluctuations des pluies, elles restent quand même importantes car le bassin est fortement alimenté par les eaux de marées. De ce fait, le comportement hydrologique du bassin de Goudomp est fortement tributaire aux eaux provenant de la marée.

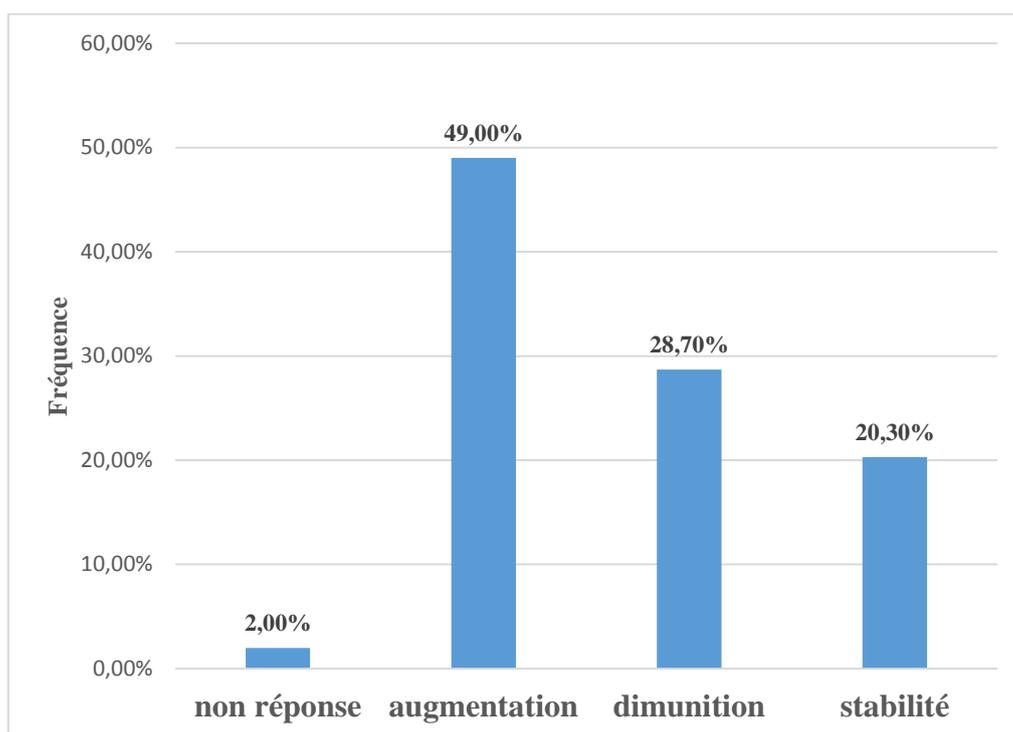


Figure 11: Perception de la variation pluviométrique dans le bassin de Goudomp (Source : Résultats d'enquêtes)

Les figures 12 et 13 donnent une appréciation des populations par rapport à l'augmentation des précipitations et à la disponibilité de l'eau dans le bassin de Goudomp. En effet, 49% de la

population interrogée (Figure 12), considèrent que les précipitations ont augmenté ces dix dernières années, 28,7% trouvent les pluies ont diminué et 20,3% pensent qu'il y a stabilité (ni augmentation ni diminution des précipitations). Quant à la perception des populations par rapport à la disponibilité de l'eau dans le bassin (Figure 13), 52,7% de la population interrogée considèrent que l'eau est moyennement suffisante, 30,7% déclarent que l'eau bassin est suffisante, contre seulement 12% de la population interrogée qui pensent que l'eau n'est pas suffisante pour satisfaire les besoins.

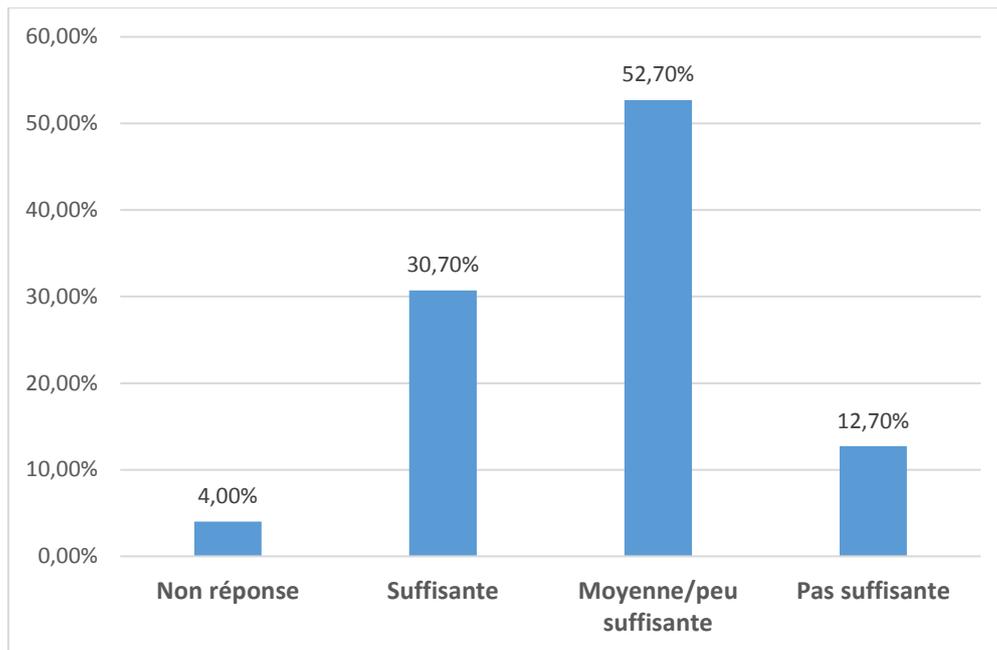


Figure 12: Aperçu sur le niveau de l'eau dans le bassin versant de Goudomp (Source : Résultats d'enquêtes)

I.2.3. Evaluation des autres sources d'eau du bassin

A côté des hauteurs d'eau mesurées à l'exutoire du bassin, d'autres sources d'eau sont également notées. Il s'agit principalement :

- **Des mares saisonnières** : ce sont des réservoirs d'eau naturels et temporaires. A Goudomp, on les retrouve au milieu des savanes arborées ou herbacées dans les zones souvent dépressionnaires. Elles sont principalement alimentées par les eaux de pluies. Leur importance et leur durée de vie dépend des quantités d'eau précipitées pendant une saison donnée. Ces eaux sont souvent utilisées pour l'abreuvement du bétail en saisons des pluies et dans certains villages comme Bacounding. Les mares sont également des lieux de cérémonies rituelles.

- **Du forage et des puits** : ce sont des eaux souterraines dont les fonctions sont multiples et diverses. Dans le bassin de Goudomp, il n'y a qu'un seul forage (le forage de la commune de

Goudomp). Ce forage dont le débit est de 40 m³ n'alimente qu'une petite partie de la population du bassin en eau potable. La grande majorité de la population s'approvisionne en eau potable dans les puits dont la plupart sont dits traditionnels. La disponibilité des eaux dans les puits dépend en grande partie de la recharge des nappes phréatique par des eaux de pluies. Toutefois, cette disponibilité se perçoit par moment et par endroit selon que l'on se trouve en saison pluvieuse et dans des zones relativement basses (Carte 2). Ces eaux sont utilisées à la fois pour la boisson, pour le maraîchage et pour d'autres usages domestiques. Ce caractère multifonctionnel des eaux de puits a des répercussions sur la disponibilité de l'eau du fait de la pression.

- **Des bas-fonds** : ce sont des zones à basse altitude et réceptacle d'eau. La structure géomorphologique des bas-fonds favorise le stockage d'une bonne quantité d'eau. Ces eaux stockées sont utilisées pour la riziculture inondée en saison pluvieuse et pour le maraichage en saison sèche. La disponibilité des eaux est fonction de la quantité d'eau précipitée et de l'importance de l'écoulement de subsurface qui alimente les nappes affluentes en eau.

I.3. Dynamique hydrologique du bassin versant de Goudomp

Le comportement hydrologique d'un bassin versant désigne le fonctionnement naturel ou changeant d'un bassin. Aujourd'hui, le contexte de péjoration climatique et d'aménagement hydro électrique et/ou hydroagricole dans les pays Sahéliens en général et au Sénégal en particulier a favorisé le changement de fonctionnement hydrologique de beaucoup de bassins versants. Le comportement hydrologique du bassin de Goudomp est tout particulier car il est fortement dépendant des mouvements de marées du fleuve. En effet, les hauteurs d'eau mesurées à l'exutoire sont fonction de l'importance ou non des mouvements de marées. Ce phénomène est lié en grande partie à la péjoration climatique qui a pour impacts les variations pluviométriques (déficit hydro pluviométrique). Ces impacts participent à l'influence de la dynamique hydrologique du bassin versant en permettant un phénomène ou un fonctionnement contraire qui se veut un écoulement allant du fleuve vers le bassin (les marigots). Les conditions climatiques ont donc modifié l'hydrodynamique du bassin du fait que ce n'est plus les marigots qui alimentent le fleuve en eau mais c'est plutôt le fleuve. Cela justifie en partie le caractère salé de l'eau et la particularité de la dynamique hydrologique du bassin versant de Goudomp. Pour comprendre la dynamique hydrologique du bassin de versant de Goudomp, on a eu recours à un schéma systématique du bassin qui indique l'hydrodynamique du bassin en temps normal (dynamique hydrologique avant péjoration climatique) et l'actuel fonctionnement hydrodynamique du bassin de Goudomp (Figure 14). L'analyse de la figure 14 montre que dans

un premier temps la dynamique hydrologique suivait un sens normal et un circuit hiérarchisé. Les eaux de ruissellement provenaient des mares et petits chéneaux avant d'aboutir à une rivière pour enfin se jeter dans le fleuve Casamance. Le fleuve à son tour se jette dans la mer au niveau de l'embouchure.

En revanche, depuis les 1970-1980, les déficits hydro pluviométriques ont favorisé un changement de l'hydrosystème du bassin de la Casamance en général et du sous bassin de Goudomp en particulier (Figure 14). Actuellement, l'écoulement se fait de la mer au fleuve, du fleuve aux marigots (sous bassin de Goudomp)

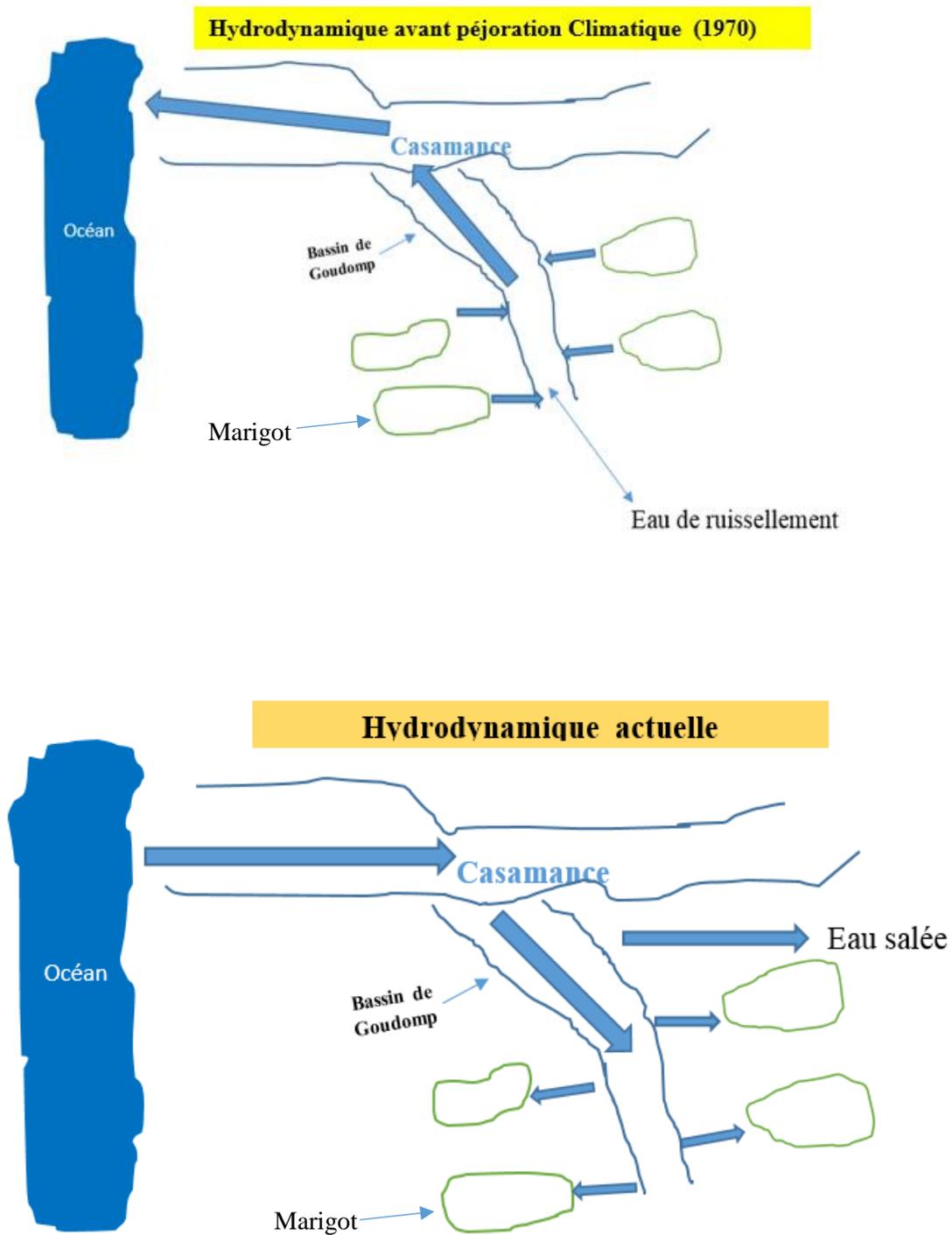


Figure 13: Fonctionnement hydrodynamique du bassin versant de Goudomp (Source : GOMIS. C. 2016)

I.5. Conclusion

Globalement, il ressort de cette analyse des hauteurs d'eau aux échelles mensuelle, annuelles et journalières que le bassin de Goudomp n'est pas un bassin où on a un écoulement provenant strictement du ruissellement. Il s'agit plutôt d'un bassin dont le niveau de l'eau dépend fortement des mouvements de la marée. Quant à l'évaluation de la disponibilité, l'eau est effectivement disponible en quantité suffisante dans le bassin. Toutefois, l'insécurité demeure le facteur potentiel contraignant l'accès et l'usage de cette eau. En dehors de l'insécurité, il faut souligner qu'une grande partie de l'eau du bassin versant ne satisfait pas les exigences en eau des multiples activités économiques liées à l'eau du fait de son caractère salé. Ce phénomène est lié au déficit pluviométrique car la quantité d'eau précipitée dans le bassin ne permet pas de lessiver suffisamment les sols affectés par le sel.

TROISIEME PARTIE : Activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp

Les principales activités socio-économiques (agriculture, pêche, élevage) constituent un maillon essentielle au développement économiques du bassin de Goudomp. Toutefois, des contraintes socio-environnementales ralentissent voire bloquent le développement de ces secteurs d'activités. Ainsi, dans cette partie, il s'agit de caractériser les différentes activités liées à l'eau, de voir les impacts de ces activités sur les ressources en eau avant d'évaluer l'efficacité des stratégies de gestion.

Chapitre I : Différentes activités liées à l'eau menées dans le bassin versant de Goudomp

Introduction

Situé au sud du pays, précisément dans la moyenne Casamance, le bassin versant de Goudomp abrite plusieurs activités dont les plus dominantes sont (Figure 15) : l'agriculture (89,9% des personnes interrogées), l'élevage (14,0%) et la pêche (6,7%).

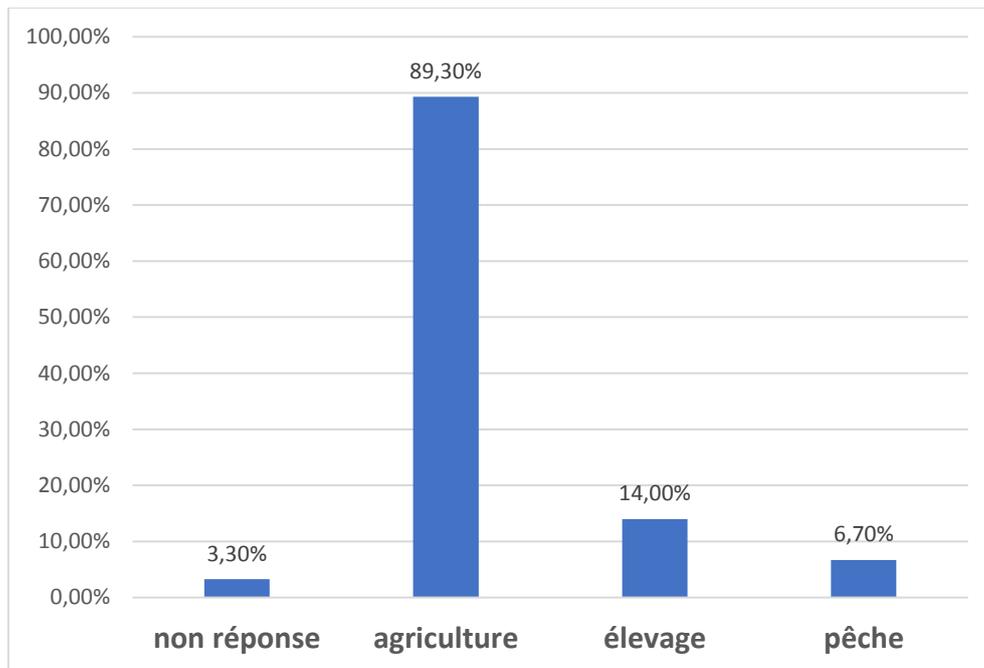


Figure 14: Différentes activités menées dans le bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

I.1. Agriculture

L'agriculture est l'activité prédominante dans le bassin et se pratique sous différentes formes. Il s'agit principalement de l'agriculture sous pluie et de l'agriculture hors saison.

I.1.1. Agriculture sous pluie

L'agriculture sous pluie emploie plus de 80% de la population du bassin versant et est la principale source d'alimentation. Cette agriculture reste cependant fortement tributaire à la pluie. Bien avant les périodes coloniales jusqu'à aujourd'hui, le riz reste la principale culture (50,7% des personnes interrogées), malgré qu'on ait assisté à l'introduction d'autres cultures (Tableau 8) comme par exemple l'arachide (34,7%), le mil (8,0%), le sorgho et le coton (0,7%) et plusieurs autres variétés (niébé, oseille, pastèque, patates, etc.)

Tableau 7: Spéculations de l'agriculture sous pluie dans le bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

| Spéculations | Nombre de citations | Fréquences |
|------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 20 | 13,3% |
| Arachide | 51 | 34,0% |
| Mil | 12 | 8,0% |
| Sorgho | 1 | 0,7% |
| Coton | 1 | 0,7% |
| Riz | 76 | 50,7% |
| Autres | 37 | 24,7% |
| Total des observations | 150 | 100% |

Malgré l'attachement des paysans à l'agriculture, cette dernière ne parvient plus à assurer les besoins alimentaires des populations sur toute l'année. Le Tableau 9 en illustre avec 46,7% des populations interrogées qui ont indiqué une baisse des récoltes.

Tableau 8: Appréciation des récoltes par les populations du bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

| Diminution des récoltes | Nombre de citations | Fréquences |
|-------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 67 | 44,7% |
| Oui | 70 | 46,7% |
| Non | 14 | 9,3% |
| Total des observations | 150 | 100% |

En effet, les productions restent insuffisantes et les populations font recours à l'entraide sociale traditionnelle, aux retombées de l'émigration et à d'autres activités connexes (le commerce et la cueillette de produits forestiers). Ces faibles rendements (Figure 16) de l'agriculture peuvent être expliqués par l'augmentation rapide la population (dû à l'arrivée des immigrants) dans les environs du bassin (51,0 % des personnes interrogées), la suppression de la jachère (32,7%) et les péjorations climatiques de ces dernières décennies (14,0%) favorisant la salinisation et l'acidification des sols mais aussi la déforestation qui expose les sols à l'érosion. A cela s'ajoute le manque de semences de qualité et des variétés adaptées aux caprices des saisons pluvieuses et de la vétusté du matériel de travail.

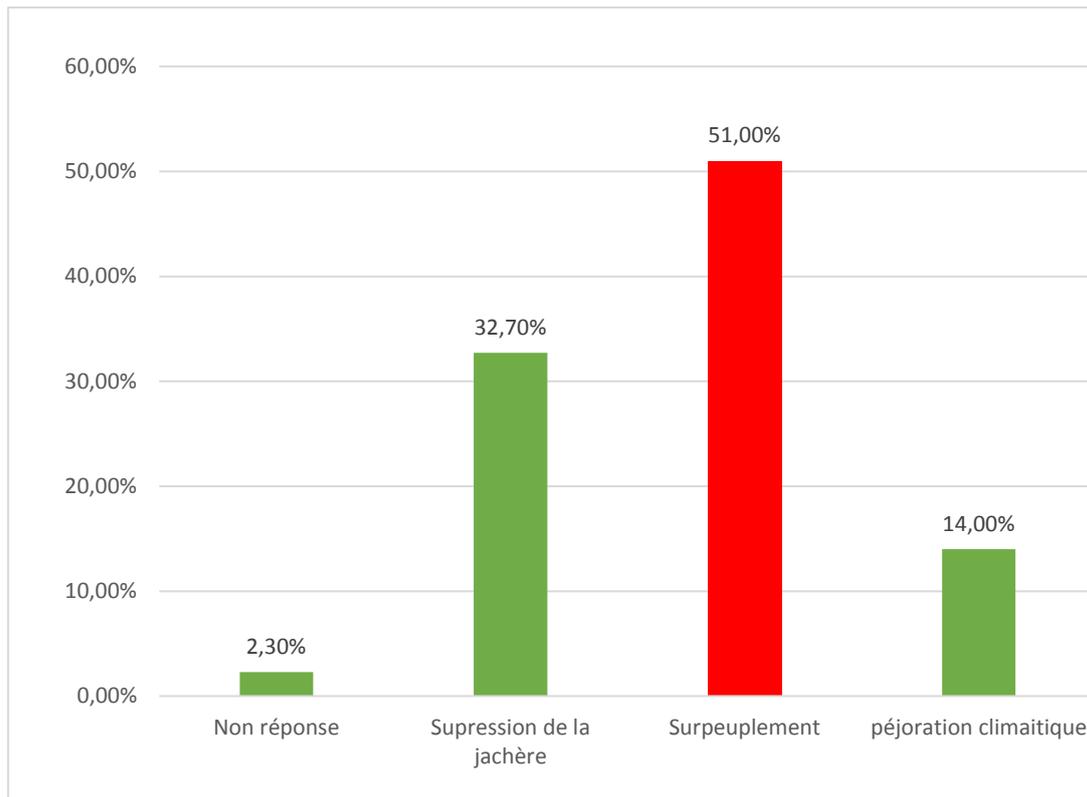


Figure 15: Causes de la baisse des rendements agricoles dans le bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

I.1. 2. Agriculture hors saison

Dans le bassin de Goudomp, l'agriculture hors saison porte essentiellement sur le maraîchage et l'arboriculture.

I.1.2.1. Maraîchage

Le maraîchage est une activité qui se développe de plus en plus dans les bas-fonds du bassin versant (Photo 1 /partie A). Il constitue aujourd'hui un renfort de taille à l'agriculture sous pluie et participe à la diversification de la consommation alimentaire. C'est aussi une source d'emploi pour les femmes en majorité et les jeunes et de ce fait, lutte contre l'exode rural. Sauf que c'est une activité qui a besoin d'être soutenue et modernisée. La photo 1/ partie B montre que les moyens d'exhaure de l'eau sont très insuffisants et les maraîchers rencontrent des difficultés à trouver des fertilisants et de pesticides.



Photographie 1: Culture maraîchère et les problèmes d'eau à Bacounging (Cliché : GOMIS C. 2016)

I.1.2. 2. Arboriculture

Contrairement au maraîchage dont on constate récemment son développement, l'arboriculture a longtemps été une activité essentielle pratiquée dans le bassin de Goudomp. Toutefois cette activité a aujourd'hui perdu sa valeur commerciale et économique pour les populations de Goudomp et ce, pour des raisons diverses (Figure 17). Il s'agit entre autres de la péjoration climatique qui a pour conséquence la baisse de la pluviométrie (pour 11,3% des populations interrogées). Or, le manque d'eau affecte la croissance des plantations et par conséquent une baisse drastique de productions. A cela s'ajoute l'invasion des mouches parasites ou encoure de la mouche des fruits (pour 32,7% des populations interrogées) qui ravage des tonnes de fruits par saison, les mangues surtout. Le facteur bloquant qui survient par-dessus tout et qui est potentiellement difficile à appréhender est celui de l'insécurité dans une partie du bassin perpétrée par des bandes armées (pour 50,0% des populations interrogées). Ces dernières ont non seulement forcé le déplacement de plus quatre villages mais aussi elles les ont rendu pauvres en minant leurs vergers et jardins d'anacardes qui sont devenus inaccessibles.

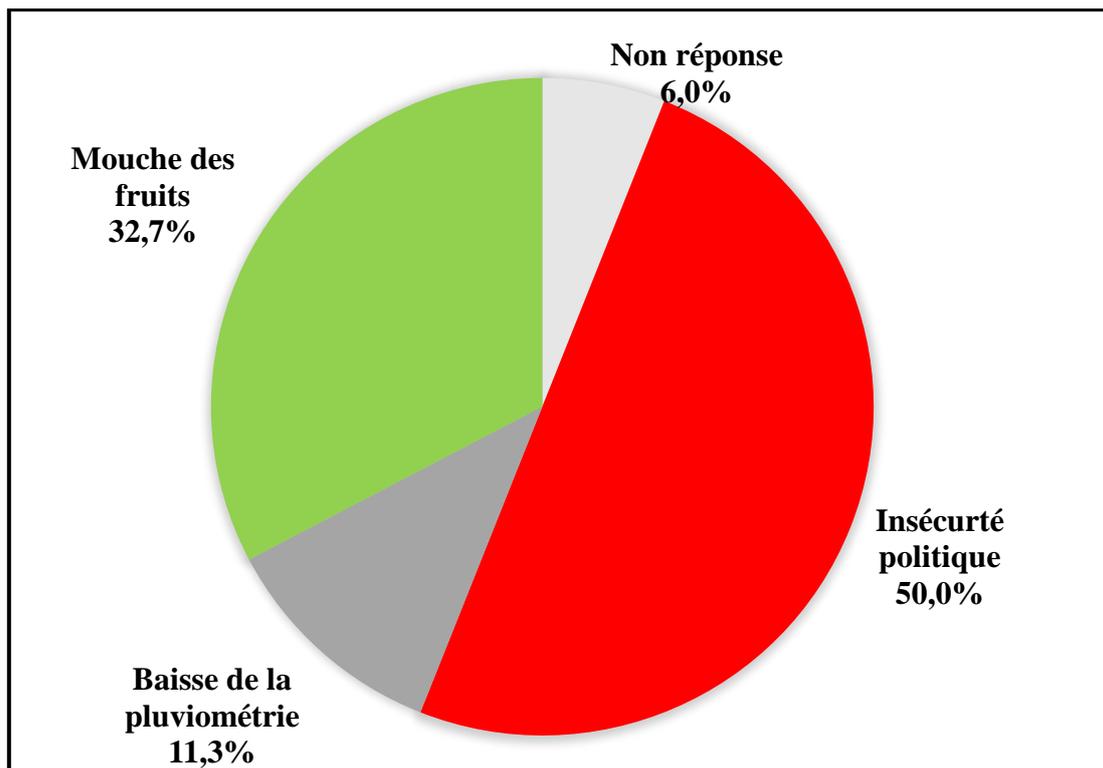


Figure 16: Facteurs bloquants le développement de l'arboriculture dans le bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

I.1.3. Principaux problèmes de l'agriculture dans le bassin versant de Goudomp

Dans le bassin de Goudomp, les paysans rencontrent d'énormes difficultés (Tableau 10). Parmi ces contraintes vient en premier la salinisation (52%), ensuite l'infertilité des sols (18%), l'ensablement (11,33%) et l'acidification (9,33%),

Tableau 9: Principaux problèmes de l'agriculture dans le bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

| Facteurs bloquants | Nombre d'observation | Fréquences (en %) |
|------------------------|----------------------|-------------------|
| Non réponse | 10 | 6,66 |
| Salinisation | 78 | 52 |
| ensablement | 17 | 11,33 |
| acidification | 14 | 9,33 |
| infertilité des sols | 27 | 18 |
| Autres | 4 | 2,66 |
| Total des observations | 150 | 100 |

I.1.3.1. Salinisation

La salinisation des rizières est caractérisée par la concentration de sel à la surface du sol. Ce sel est chimiquement composé d'anions majeurs constitués par les Chlorures (Cl⁻), les

sulfates (SO₄⁻), les bicarbonates (HCO₃⁻) et les carbonates (CO₃⁻) et les cations majeurs composés de Sodium (Na⁺), de calcium (Ca²⁺), de Magnésium (Mg²⁺) et de potassium (K⁺). Le nom chlorure de Sodium donné au sel explique plus clairement l'abondance des ions négatifs de chlorure (90%) et de sodium (75%) dissous dans le sol (SAMBA, 1998). Cette composition du sel qui se dissout dans le sol montre que son accumulation peut être un véritable facteur de destruction de vie biologique du fait de la toxicité qu'engendrent le sel à l'état libre dans le milieu parce que n'étant plus élaboré par les plantes (mangrove) (SAMBOU, 2007). En effet, l'excès du sel est un phénomène défavorable pour le développement des plantes (comme le riz). Il peut affecter les propriétés physico-chimiques ou agronomiques du sol, un phénomène qui précarise l'agriculture.

Cette salinité a dégradé la nature du sol des rizières du bassin versant en les rendant ainsi moins productifs. Elle constitue donc l'un des problèmes cruciaux au niveau des rizières du bassin. La salinité est fonction de l'eau et de la capacité évaporant de l'atmosphère. Le processus de salinisation se produit lors de la pénétration de l'eau salée en quantité dans un sol soumis à une forte évaporation. Les déficits pluviométriques successifs peuvent rendre active la remontée de sels par capillarité, augmenter la salinité du milieu et bloquer l'activité physiologique des plantes cultivées. En période de pluviométrie déficitaire, la situation de salinité s'aggrave du fait de l'accumulation du sel due aux lessivages incomplets par les apports d'eau pluviale. Les mesures de salinité prises in situ à l'aide d'un réfractomètre sont consignées dans les Tableaux 11 et 12.

Tableau 10: Mesures de salinité dans les marigots et bas-fonds dans bassin de Goudomp (Source : Gomis C. 2017)

| Saison pluvieuse | | | | | Saison sèche | | | | |
|------------------|------------|------|-----|------|--------------|------------|-----------------------|-----|------|
| Date | Lieu | pH | REF | T°C | Date | Lieu | pH | REF | T°C |
| 17/08/16 | Birkama | 7,60 | 45 | 27,2 | 10/05/17 | Birkama | 6,20 | 56 | 32,5 |
| 17/08/16 | Bacounding | 6,70 | 24 | 29,8 | 10/05/17 | Bacounding | Tarisement du Marigot | | |
| 05/09/16 | Goudomp | 7,35 | 34 | 30,1 | 10/05/17 | Goudomp | 5,27 | 54 | 31,1 |

Tableau 11: Taux de salinité dans le fleuve Casamance à Goudomp (Source : GOMIS C.2017)

| Saison pluvieuse | | | | | Saison sèche | | | | |
|------------------|------------|------|-----|------|--------------|------------|------|-----|------|
| Date | Lieu | pH | REF | T°C | Date | Lieu | pH | REF | T°C |
| 17/08/16 | Birkama | 7,60 | 45 | 27,2 | 10/05/17 | Birkama | 7,35 | 39 | 30,5 |
| 17/08/16 | Bacounding | 6,70 | 24 | 29,8 | 10/05/17 | Bacounding | 7,84 | 25 | 29,8 |
| 05/09/16 | Goudomp | 7,35 | 34 | 30,1 | 10/05/17 | Goudomp | 6,27 | 45 | 30,4 |

pH = Potentiel d'Hydrogène, **REF** = Réfractométrie, **T°C** = Température en degré Celsius

L'analyse des données de taux de salinité dans le fleuve, les marigots et les bas-fonds (Tableau 11 et 12) montre que généralement le taux de sel est élevé (supérieur à 35g‰ en moyenne). Toutefois, on note que le taux de sel est plus élevé en saison sèche qu'en saison pluvieuse (par exemple on a 56g‰ dans le marigot de Goudomp et 45g‰ au niveau du fleuve). Ce fait est lié à l'importance de l'évaporation et du manque d'apport en eau de ruissellement. Lorsqu'on compare les taux de salinité mesurés dans les marigots et ceux mesurés dans le fleuve en saison pluvieuse, on remarque que les variables sont les mêmes dans les marigots comme dans le fleuve. Par exemple dans le marigot de Birkama, le pH et le REF sont respectivement égaux à 7,60 et 45g‰. Cela s'explique par la connexion continue qui existe entre le fleuve et les marigots en saison des pluies d'où la présence de la même eau à la fois dans les marigots et dans le fleuve. Toutefois, une différence est notée durant la saison sèche où le taux de salinité est plus important dans les marigots (56g‰ dans le marigot de Birkama) que dans le fleuve (39g‰). Cette différence peut s'expliquer par le fait que plus on s'éloigne de la mer ou du fleuve plus la salinité augmente à cause de l'importance de l'évaporation. A cela s'ajoutent les faibles quantités de pluies enregistrées depuis les années 1970 qui sont insuffisantes et donc incapables à diluer les eaux déjà salées.

Ce phénomène a pour conséquence l'abandon des parcelles et la diminution des rendements dans le bassin de Goudomp. Le tableau 13 l'illustre parfaitement, avec 56% des personnes interrogées qui attestent une diminution de la taille de leurs parcelles, contre 25,3% qui

indiquent leur stabilité. Il en résulté une diminution des récoltes comme notée par 46,7% des personnes interrogées (Tableau 9).

Tableau 12: Aperçu sur la diminution de la taille voire l'abandon des parcelles (Source : résultats d'enquêtes)

| Taille de parcelles | Nombre de citations | Fréquences |
|------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 28 | 18,6% |
| Diminution | 84 | 56% |
| Augmentation | 0 | 0,0% |
| Stabilité | 38 | 25,3% |
| Total des observations | 150 | 100% |

I.1.3.2. Ensablement

Selon la FAO (1998), on parle d'ensablement lorsque les vents ou les eaux transportent les grains de sable qui vont s'accumuler quelque part au bord de l'eau, sur des terres cultivées ou incultes.

En effet, le phénomène d'ensablement se manifeste dans le bassin versant par l'accumulation de sables fins dans les bas-fonds (dans les rizières). Ce sable est souvent charrié par l'eau et dans une moindre mesure le vent. A Goudomp l'ensablement ne constitue pas une contrainte majeure au développement de l'agriculture, même si par ailleurs il commence à devenir une situation inquiétante car 4,7% des personnes interrogées sont victimes de ce phénomène.

A côté de la salinité et de l'ensablement, les paysans sont aussi confrontés aux problèmes d'acidification qui se manifeste par l'apparition de couleur rougeâtre des sols. Selon 7,3% des personnes interrogées, les parcelles affectées par l'acidification deviennent infertiles et sont difficilement récupérables.

Quant à la baisse de fertilité des sols, elle résulte d'une part des actions de la salinisation, de l'ensablement et l'acidification et d'autre part de la suppression de la jachère. Cela participe donc à appauvrir les sols des rizières et dans une certaines mesures l'abandon des parcelles (cf. tableau 10).

I.2. Pêche

La pêche continentale occupait naguère une place importante dans la vie économique des populations du bassin versant de Goudomp. Elle était, sans doute, la principale source de revenu des habitants du bassin et au-delà de toute la zone du « Balanta counda ». (PIC de Goudomp 2012-2017). Elle emploie 152 pêcheurs dont 71 pêcheurs de crevettes, 55 de poissons

et 26 multi- spécificités. (Service départemental des pêches de Goudomp). Ces types de pêche se font avec des engins tels que le filet filtrant (majus), filet dérivant (félé-félé) et le filet trainant (mball xuux) pour la pêcherie de crevette ; et le filet dérivant ou félé-félé épervier, senne de plage et piège pour la pêcherie de poissons.

Le parc piroguier est composé de pirogues motorisées et de pirogues sans moteur. A Goudomp, comme partout d'ailleurs en Casamance l'exploitation des penaeus duorum (crevette) est beaucoup plus favorisée parce qu'elle fait l'objet d'importantes sources de revenus. Les chiffres spécifiques pour les prises de la pêche de crevette ne sont pas disponibles mais le tonnage des débarquements de Goudomp, Kaour et Adéane donne 90 à 110 tonnes en moyenne par an. Mais depuis ces dernières décennies, la pêche a subi les effets de sécheresse combinés à ceux des aménagements hydroagricoles survenus entre 1973 et 1985. Le tableau 14 indique les principales contraintes au développement de la pêche, contraintes allant de la salinité croissante (32,7%), à la disparition de la mangrove (22%), à la rareté des produits halieutiques (13,3%) et aux prises excessives (12,7%).

Tableau 13: Contraintes des activités de pêche dans le bassin (Source : résultats d'enquêtes)

| Contraintes de la pêche | Nombre de citations | Fréquences |
|----------------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 29 | 19,3% |
| Salinité en hausse | 49 | 32,7% |
| Disparition de la mangrove | 33 | 22,0% |
| Rareté des produits halieutiques | 20 | 13,3% |
| Prises excessives | 19 | 12,7% |
| Total des observations | 150 | 100% |

En plus de la sursalure endommageant la mangrove, on note la migration de certaines espèces de poissons qui se déplacent pour se nourrir ou se reproduire car elles ne trouvent plus leur espace vital.

Cet impact sur la bioécologie du stock de poissons conduit à une baisse des captures due à une perturbation des habitats naturels de certaines espèces. Ce qui fait qu'aujourd'hui Goudomp a perdu sa notoriété dans ce secteur. La pêche y est toujours pratiquée même si son poids économique a baissé du fait de plusieurs facteurs : la salinité croissante du fleuve Casamance, la disparition de la mangrove, la rareté des produits halieutiques, la prise excessive de produits halieutiques etc.

I.3. Elevage

Le bassin de Goudomp n'est pas une zone à vocation d'élevage mais il bénéficie des potentialités diverses capables d'offrir des possibilités réelles de développement du secteur :

des conditions climatiques favorables à l'intensification de certaines espèces, l'existence d'un tapis herbeux en saison pluvieuse, une disponibilité d'eau en quantité suffisante et proximité de centres urbains (Ziguinchor) pour la commercialisation des produits de l'élevage. Les espèces élevées dans le bassin de Goudomp (Tableau 15) sont des ovins (20,7%), des caprins (16,7%). Les bovins (8,0%) et les porcins (2,7%) sont les moins représentés du cheptel de la commune.

Tableau 14: Espèces élevées dans le bassin de Goudomp (Source : résultats enquêtes)

| Espèces élevées | Nombre de citations | Fréquences |
|------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 57 | 38,0% |
| Bovins | 23 | 15,3% |
| Ovins | 31 | 20,7% |
| Caprins | 25 | 16,7% |
| Porcins | 14 | 9,3% |
| Autres | 0 | 0,0% |
| Total des observations | 153 | 100% |

L'élevage pratiqué à Goudomp est celui de la race ndama très adapté aux conditions climatiques de la zone. Cet élevage est dominé par les caprins, les ovins et par les bovins. Il est une activité très rémunératrice et très important pour le développement de l'agriculture au sens strict du terme. Le paysage du bassin est très favorable à cette activité parce que facile à la transhumance et dispose de beaucoup de fourrages et d'eau. Les bêtes sont nourries dans les pâturages disponibles dans tous abords du bassin versant. Après les récoltes, elles se contentent de foin et diverses pailles des champs. L'abreuvement des animaux se fait très facilement aux niveaux des mares et points d'eau disponibles dans pratiquement tous les villages polarisés par le bassin.

Dans le bassin de Goudomp, on distingue l'élevage de case qui concerne essentiellement les volailles et les petits ruminants et l'élevage semi intensif concernant les bovins.

Toutefois, l'élevage, bien qu'étant une pratique commode dans la zone du fait de la disponibilité de l'eau et du fourrage, est devenue très contraignante. Les facteurs bloquant le développement de l'élevage dans le bassin (Tableau 16) sont généralement l'insécurité (41,3% des personnes interrogées). En effet, les animaux sont souvent les cibles des éléments du MFDC qui font fréquemment des sorties au niveau des villages. A cela s'ajoutent la réduction des espaces de pâturages (25,3%) et les conflits entre agriculteurs et éleveurs (20,7%).

Tableau 15: Facteurs bloquants au développement de l'élevage dans le bassin (Source : résultats d'enquêtes)

| Contraintes du secteur | Nombre de citations | Fréquences |
|---------------------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 19 | 12,7% |
| Insécurité | 62 | 41,3% |
| Espaces de pâturages réduits | 38 | 25,3% |
| Conflits entre agriculteur et éleveur | 31 | 20,7% |
| Total des observations | 150 | 100% |

Ces fréquentes disputes se font entre éleveurs et agriculteurs sont dues à l'insécurité qui prive les animaux d'une partie importante de pâturage. Une autre raison est la dégradation de l'environnement due à la péjoration climatique. La transhumance des animaux pendant la saison sèche, se faisait dans les bas-fonds n'est plus possible puisque ceux-ci sont dénudés. Les quelques peu ou rares portions non dégradées et étant en sécurité sont utilisées par les femmes pour le maraîchage. En saison sèche comme humide, les éleveurs entrent souvent en conflits avec les agriculteurs.

I.4. Conclusion

Le bassin versant de Goudomp regorge d'énormes potentialités de développement des activités liées à l'eau. Mais les facteurs bloquants sont nombreux et divers. Parmi ces contraintes, nous avons l'insécurité politique qui sévit dans la zone depuis plusieurs décennies affectant en grande partie l'essor du secteur de l'élevage. A cela s'ajoute le phénomène de la salinisation des terres qui participe largement à la baisse des rendements agricoles. Les péjorations climatiques qui se manifestent à travers la dégradation de la mangrove constituent un facteur limitant au développement du secteur de la pêche.

Chapitre II : Impacts des activités sur les ressources en eau et stratégies de gestion de l'eau dans le bassin versant de Goudomp

Introduction

Les ressources naturelles (celles en eau notamment) sont tout particulièrement affectées par des activités humaines, résultant le plus souvent de travaux d'aménagement, de pollutions d'origines diverses, de surexploitation due à la demande et/ou aux besoins. Les conséquences de ces activités amplifiées à l'heure actuelle par l'accroissement de la population et une pression de plus en plus forte sur les ressources en eau surtout dans le bassin de Goudomp, font que les populations s'inquiètent de l'avenir de leurs activités qui sont fortement dépendantes de la disponibilité en eau. Ainsi, dans ce chapitre, nous allons montrer les impacts des différentes activités socio-économiques et analyser les stratégies de gestion de l'eau développées.

I.1. Impacts du foisonnement des activités dans le bassin versant sur les eaux

Si le climat joue un rôle essentiel en faisant varier l'alimentation des cours d'eau et des nappes, l'homme par ses usages influence fortement son évolution. Dans ce contexte de sécheresse actuelle, les pays du sud du Sahara vivent un véritable paradoxe : partout, la population connaît une croissance soutenue tandis que les disponibilités en eau sont en nette baisse tant en quantité qu'en qualité exacerbant la pénurie (MENDY, 2010). Les risques de pression sur l'eau augmentent sa vulnérabilité. L'augmentation des besoins en eau des populations, des animaux et de l'agriculture à cause de l'insécurité qui sévit dans une bonne partie du bassin, accentue le déséquilibre entre la demande en eau et l'offre. On remarque à cet effet une prépondérance des facteurs sociaux dans la dynamique des ressources en eau, car la dynamique démographique de Goudomp influe fortement sur les usages. Ces derniers ont des impacts sur l'environnement qui se répercutent à leur tour sur les populations et leurs activités en créant une baisse de production, un exode massif et parfois une instabilité.

Depuis plusieurs décennies, le bassin de Goudomp est devenu un site très convoité. Les potentialités de développement qu'il offrait à travers les aménagements hydro-agricoles ont fait du bassin versant la zone la plus attractive du « balanta counda » et par conséquent un lieu de convergence des populations. C'est un bassin dans lequel de nombreuses activités agricoles pouvaient se pratiquer grâce à la disponibilité de l'eau en quantité suffisante.

Cependant, depuis quelques années l'insécurité qui sévit dans la zone a permis le changement ou la reconfiguration du système d'exploitation dans le bassin. En effet, le déplacement de plus quatre villages a favorisé la concentration des populations d'un seul côté.

Ce qui fait que la demande en eau est aujourd'hui accrue alors que l'offre reste encore peu suffisant. Au-delà du fait que les populations des quatre villages sont venues s'ajouter à celles des villages de Goudomp, Birkama et Bacounding, on note l'arrivée massive des étrangers tels que les Bissau-guinéens, les wolofs et Toucouleurs en majorité qui viennent pratiquer les activités de pêche, de commerce et d'agriculture pour la plupart des Bissau guinéens. Ce phénomène a favorisé une forte pression sur les ressources en eau du bassin de Goudomp, en attestent 58,7% de la population interrogée (Figure 18). Aujourd'hui beaucoup d'exploitants autochtones s'inquiètent de l'avenir de leurs activités agricoles.

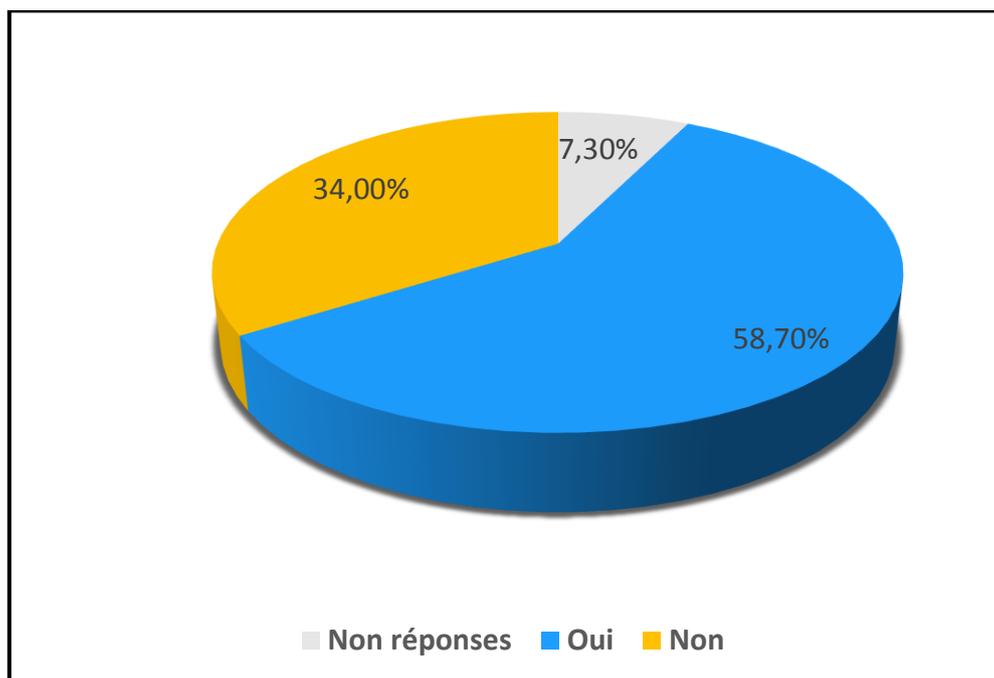


Figure 17: Perception positive et/ou négative des populations sur le foisonnement des activités dans le bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

Selon BRUNHES, (1910), l'eau est pour un Etat et pour un peuple sa souveraine richesse. C'est donc dire toute l'importance qu'a la ressource, source de vie et moteur de développement. Aujourd'hui, les enjeux liés à l'eau doivent aider à mieux penser et à considérer l'avenir des activités économiques dans la zone de Goudomp comme étant étroitement lié au mode de gouvernance de la ressource en eau. Ce regard ou cette analyse permet de qualifier la durabilité des activités dans un contexte d'insécurité (compromettant l'accès) et de péjoration climatique avec tous ces corolaires (manque d'eau, diminution des captures dans le domaine de pêche etc.).

I.2. Enjeux

L'analyse des enjeux par secteur d'activité nous permet d'avoir une vision globale en matière de gestion de l'eau. Les enjeux se font sentir sur plusieurs plans.

I.2.1. Sur le plan des usages domestiques

Selon 59,3% des personnes interrogées, la consommation d'eau dans le bassin de Goudomp ne cesse d'accroître en raison de l'importance de la population et du développement des activités liées à l'eau. Pour l'usage domestique, c'est-à-dire les besoins alimentaires (boisson, sanitaire, lavage de vaisselle), les populations utilisent l'eau souterraine (Figure 19). Cette consommation varie en fonction des villages. Pour le maraîchage, l'irrigation, l'abreuvement du bétail, etc., les populations utilisent l'eau du fleuve, des points d'eau et de l'eau souterraine. Toutefois en raison de la salinité de l'eau du fleuve, beaucoup font recours à l'eau souterraine précisément celle des puits (selon 92,7% des personnes interrogées), contre seulement 5,3% pour l'usage d'eau du forage et 0,7% pour les puits-forages. Ainsi, comparé à l'irrigation et au drainage, les prélèvements d'eau pour les usages domestiques ne sont que de faibles quantités. Dans la commune de Goudomp, le responsable du forage affirme que « *le forage dont le débit est de 40m³ à lui seul n'a pas la capacité d'assurer la consommation en eau des populations. S'il n'y avait pas la présence d'autres sources d'approvisionnement telles que le fleuve, les points et surtout les puits, les populations seraient confrontées à un problème d'eau* ». D'ailleurs dans toute l'étendue du bassin, ce n'est que dans la commune de Goudomp où l'on trouve un forage.

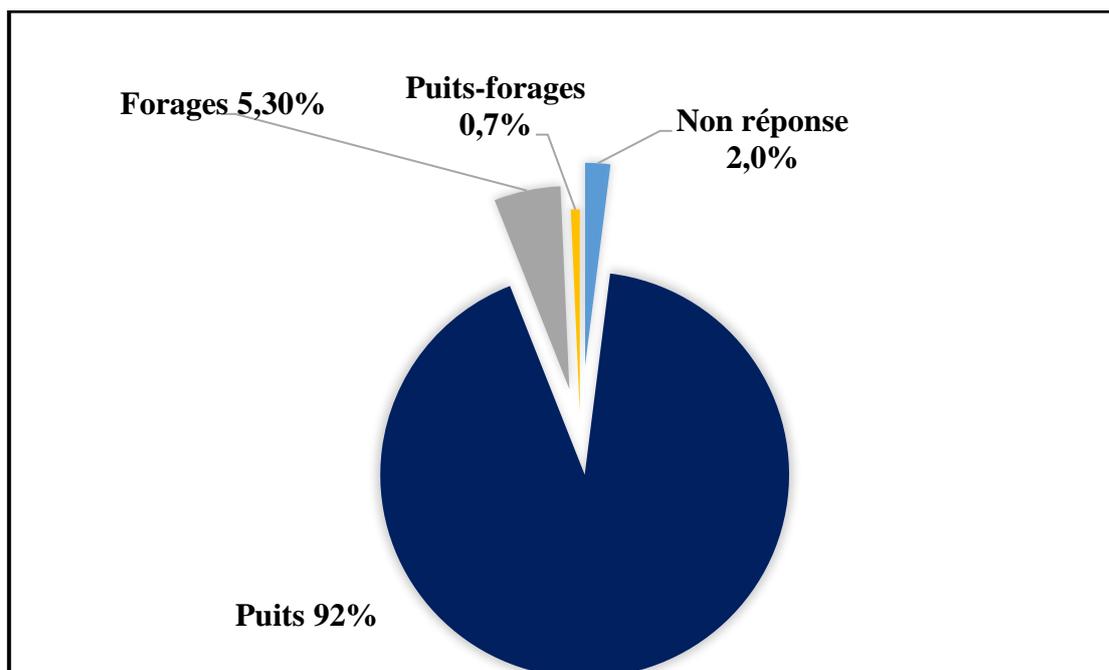


Figure 18: Accès à l'eau des nappes dans le bassin de Goudomp (Source : résultats d'enquêtes)

I.2.2. Sur le plan agricole

L'agriculture nourrit et continue à nourrir une frange importante de la population active dans le bassin de Goudomp. En dehors de la saison pluvieuse, une grande partie de la population reste inactive car les parcelles disponibles et le problème de l'accès à l'eau ne permettent pas à tous de s'adonner à des activités maraîchères. D'ailleurs nos enquêtes ont révélé que seul 4,7% des personnes interrogées s'activent dans l'agriculture hivernale. Or, comme l'affirment COSANDEY et ROBINSON, (2000), « *De toutes les activités humaines, l'irrigation est loin la plus consommatrice d'eau* ». En effet, les enjeux tournent autour de la maîtrise de la gestion de l'eau, au développement de l'agriculture irriguée et l'arrêt de la progression des terres salées dans le bassin versant de Goudomp.

I.2.3. Sur le plan de la pêche

Les enjeux dans le secteur de la pêche concernent la satisfaction des besoins en eau potable de la population active et la gestion des écosystèmes aquatiques en raison de l'importance du poids démographique et l'augmentation de population pêcheurs.

En effet, le secteur de la pêche concentre beaucoup d'actifs allochtones. L'augmentation de la demande dans ce secteur accentue les pressions sur la ressource. L'autre enjeu se situe dans la préservation des nappes superficielles ou phréatiques qui jouent un rôle important dans la fourniture en eau des villages proches du fleuve où la demande en eau augmente d'année en année.

Nous pouvons donc retenir que la disponibilité de l'eau ne cesse de diminuer en raison des prélèvements excessifs des eaux de surface et souterraines dans un seul côté du bassin. Selon 55,3% des personnes interrogées, le même constat est fait au niveau des eaux de ruissellement, en raison de la diminution de la pluviométrie et d'une très forte évaporation due au réchauffement de la terre. L'utilisation de l'eau par l'homme dépasse largement les quantités en eau disponible surtout dans le domaine de l'agriculture en général. En effet, la consommation d'eau par l'agriculture a augmenté au cours de ces 50 dernières années. Les changements dans l'utilisation des terres et de l'eau bouleversent l'équilibre de la disponibilité entre l'eau à usage de consommation (eau bleue) et l'eau à usage agricole (eau verte).

II. Stratégies de lutte développées dans le bassin versant de Goudomp

La survie des êtres humains et de l'environnement dépend de l'accès à des ressources en eau propres et abondantes. Ces ressources sont également essentielles à de nombreuses activités (agriculture, élevage, maraîchage, pêche...) qui permettent aux communautés de prospérer et aux écosystèmes d'être en bonne santé. Les décideurs et les populations doivent donc agir promptement pour pouvoir continuer à profiter de ces ressources.

Dans le bassin de Goudomp, les stratégies de gestion de l'eau avaient été initiées par les actions de deux grands projets qui ont marqué la population de Goudomp : il s'agit de la Mission Agricole Chinoise (MAC) et du Projet de Gestion des Eaux du Sud (PROGES).

II.1. Mission Agricole Chinoise (M.A.C)

La Mission Agricole Chinoise a démarré depuis 1964 par la mission de la République de Chine. En 1973, elle est reprise par la mission de la République populaire de Chine. L'objectif de la MAC est de développer des cultures rizicoles par la promotion de l'utilisation d'autres moyens de culture comme la motoculture, par l'initiation de la double culture de riz, par l'extension de surfaces rizicoles d'où la nécessité d'aménager pour récupérer les terres salées et permettre l'irrigation pendant la saison sèche (MANGA, 2003). Le but essentiel de ces aménagements dans le bassin était le stockage de l'eau en quantité suffisante permettant d'effectuer des cultures à contre saison et l'augmentation des superficies de rizicultures par la récupération d'anciennes terres salées. L'ouvrage aménagé à cet effet comprend deux parties : une réalisation dans la partie aval et une autre dans la partie amont du marigot de Goudomp. L'ensemble comprend un ouvrage de retenue d'eau et d'évacuation construit sur le lit mineur du fleuve (marigot de Goudomp) constitué de vannes qui sont aujourd'hui en état de délabrement avancé ; et une digue de protection construite en aval empêchant la pénétration des eaux salées. La photo 2 (A et B) montre respectivement l'ouvrage de retenue d'eau avec des vannes et la digue anti-sel.



Photographie 2: Ouvrages hydroagricoles à Birkama (Cliché : César GOMIS 2016)

La MAC est un projet qui répondait aux besoins réels des producteurs et qui a su associer à leurs actions initiales les préoccupations des paysans. Elle s'est parfaitement intégrée à la dynamique paysanne dans la mesure où elle répondait aux besoins alimentaires croissants des populations et assurait des revenus tout en abrogeant les durs labeurs (machines ou charrues pour le labour, moissonneuses, batteuses sont mises à la disposition des paysans). Cependant, l'arrêt brutal de la MAC, sans la mise en place de mesure d'accompagnement, a constitué un brusque retour en arrière pour plusieurs exploitants. Les infrastructures, en particulier les pistes de production, la station de pompage et les canalisations dont l'entretien était assuré par le projet se sont dégradés. Les populations ont été brusquement sevrées de conseils et d'appuis ponctuels et ont assisté à la détérioration des aménagements réalisés au fil du temps.

II.2. PROGES

A la différence de la MAC, le PROGES est un projet initié par le gouvernement du Sénégal dans le cadre de sa politique d'aménagement des bas-fonds rizicoles de Casamance. Financé par l'USAID, ce projet avait pour vocation la construction de petits ouvrages hydro agricoles (les barrages anti-sel). C'est dans ce sens qu'il a intervenu en 1996 dans l'aménagement du bassin versant de Goudomp. (PADERCA ; MANGA, 2003).

A l'instar des autres barrages construits par le PROGES, celui de Goudomp a répondu à la demande des paysans qui ont vu s'étendre la contamination de leurs terres par les eaux salées du fleuve. Afin de récupérer le maximum de terres salées, les études pédologiques menées dans la vallée avaient conclu, qu'il était nécessaire de submerger les sols aussi longtemps possible et de lessiver les éléments toxiques (ou le sel) par des lâchés d'eau (MANGA, 2003). C'est à cet effet que la digue anti-sel a été construite dans la vallée de Birkama. Aussi, l'un des éléments majeurs des activités du PROGES concerne l'assistance directe aux associations villageoises

dans la planification, la construction, l'utilisation et la maintenance des digues. Le projet a créé des Comités villageois de Gestion et des Comités Inter villageois de Gestion (CVGE / CIVGE), formés par ses agents qui ensuite prendraient en charge la formation des autres villageois. Chacun des villages de Goudomp, Birkama, Bacoundi a été érigé en CVGE (Comité Villageois de Gestion) qui est, en fait, un groupe d'organisation de travail ayant pour rôle le suivi et l'entretien de la digue, la gestion de l'eau, la mise en valeur et l'amélioration du rendement. Si l'objectif de la récupération des terres jadis salées et celui de la création de comités gestion à l'échelle village est atteint, il ne s'est pas inscrit dans la durabilité et les populations n'ont pas su préserver l'héritage de ce projet.

II.3. Stratégies de lutte traditionnelles contre la salinisation

Depuis plusieurs générations, les acteurs locaux pratiquent des méthodes et techniques de conservation des rizières dans le bassin. C'est dans le souci de préserver la production rizicole et la fertilité des parcelles que ces méthodes de protection ont été conçues. Il s'agit, le plus souvent d'actions individuelles ou familiales. Ces différentes stratégies traditionnelles adaptées (Tableau 17) sont l'usage de feuille d'arbre (pour 26% des personnes interrogées), le renforcement de digue (21,33%), le paillage (20%), l'usage de sac de sable (16,66%) et l'usage de tronc de ronciers (5,33%).

Tableau 16: Différentes stratégies traditionnelles adaptées (Source : Résultats d'enquêtes)

| Stratégies traditionnelles | Nombre d'observation | Fréquences |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Non réponse | 11 | 7,33% |
| Cordon pierreux | 3 | 2% |
| Sacs de sable | 25 | 16,66% |
| Culture sur billon | 2 | 1,33% |
| Reboisement | 0 | 0% |
| Usage de troncs de rognier | 8 | 5,33% |
| Usage de feuille d'arbre | 39 | 26% |
| Paillage | 32 | 20% |
| Renforcement de digue | 30 | 21,33% |
| Total des observations | 150 | 100% |

II.3.1. Usage ou apport d'éléments organiques

L'apport d'éléments organiques est la première activité dans les parcelles rizicoles. Chaque année, dès la fin de la récolte du riz, les femmes transportent des excréments et parfois des écailles de poissons. Les feuilles de manguiers qui contribuent à la réduction du sel sont utilisées

dans la plupart des rizières. Quant aux feuilles de néré, d'après les femmes interrogées (2%), elles participent à préserver le sol contre l'acidité. L'apport en fumier organique a pour rôle d'améliorer les rendements agricoles et d'accélérer la croissance du riz repiqué. D'ailleurs, les coques d'arachides, les cendres et le mélange de débris de végétaux sont très utilisés dans le village de Bacounding. La photo 3 en est une parfaite illustration.



Photographie 3: Usage d'éléments organiques dans les parcelles rizicoles à Bacounding
(Cliché : GOMIS. C, 2016)

II.3.2. Paillage

C'est une technique de récupération des rizières dégradées qui consiste à couvrir le sol. Les agriculteurs utilisent la paille de riz pour lutter contre la salinité et dans une certaine mesure l'érosion dans les rizières. 20% des personnes interrogées affirment que la technique de paillage permet de:

- Favoriser l'infiltration de l'eau de pluie dans les parcelles ;
- Conserver l'humidité des rizières et réduire l'évaporation de l'eau des sols ;
- Favoriser l'enrichissement et la restitution des sols acides des rizières ;
- Protéger et couvrir les rizières contre l'érosion éolienne.

Parmi les inconvénients du paillage, nous pouvons citer entre autre le manque de décomposition de la matière organique.

II.3.3. Technique de binage

Elle concerne uniquement les parcelles salées. Dès les premières pluies, les femmes font d'abord le binage de ces espaces pour les laisser au repos deux à trois semaines environ avant de s'y rendre pour repiquer le riz. Cette technique permet de laisser le sel se déposer au fond de la nappe. Cela entraîne une diminution du taux de salinité sous l'action des eaux de pluies. De ce fait, les plantules ne sont plus soumises à des concentrations trop fortes de sel. Toutefois, avec le manque de mains d'œuvre dû au fait que le travail dans les rizières est exclusivement réservé aux femmes et du fait de l'insécurité qui sévit, cette pratique s'avère aujourd'hui inefficace car les agriculteurs (les femmes) ne parviennent plus à récupérer les sols salés.

II.3.4. Renforcement des digues ou diguettes

Une digue est définie comme étant une levée de terre étanche constituée de plusieurs couches compactées. Les digues sont réalisées à travers une vallée ou encore le long d'un cours d'eau sous forme de ceinture pour protéger et isoler les terres arables. L'idée de la construction de digues est de retenir les eaux de pluies dans les parcelles rizicoles. Mais depuis les déficits pluviométriques enregistrés dans les années 1970, les digues ont pour rôle principal d'empêcher l'avancée de la langue salée dans les rizières. Toutefois 6,7% des personnes interrogées révèlent que le renforcement des digues contribue à empêcher l'entrée de eaux salées dans les parcelles même si par ailleurs l'efficacité de cette technique est peu appréciée. La photo 4 montre un exemple de digue construite pour empêcher la remontée des eaux salées.



**Photographie 4: Digue de protection contre la remontée des eaux salées Pontadoss
(Cliché : GOMIS C. 2016)**

II.4. Limites des stratégies

Près de 80,7% des personnes interrogées affirment que les techniques traditionnelles de lutte contre la salinisation présentent des limites qui s'expliquent par la non durabilité des digues. L'inefficacité de ces techniques se manifeste par la détérioration de ces digues construites par les femmes et la faiblesse de la production de riz. D'ailleurs 20,7% trouvent ce moyen de lutte peu performant et 64,7% le trouvent inefficace (Tableau 18).

Tableau 17: Avis des populations sur l'efficacité des stratégies (Sources : résultats enquêtes)

| Efficacités des stratégies | Nombre de citations | Fréquences |
|----------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 12 | 8,0% |
| Oui | 10 | 6,7% |
| Un peu | 31 | 20,7% |
| Non | 97 | 64,7% |
| Total des observations | 150 | 100% |

Les moyens de lutte traditionnels contribuent faiblement à lutter contre la salinisation et l'acidification des rizières car ces pratiques améliorent très peu les rendements agricoles et réduisent très peu la fréquence d'abandon des parcelles affectées par le sel.

Les populations du bassin surtout celles du village de Birkama trouvent une alternative pour lutter contre la salinisation. En effet, traditionnellement, la culture du « riz de montagne » dont la principale caractéristique est le semis direct s'effectue sur le plateau. Généralement, ce riz est planté sur des zones préalablement défrichées et parfois brûlées. D'après 45,3% des populations interrogées, les variétés utilisées sont adaptées à cet écosystème et sont très différentes de celles utilisées en riziculture inondée car elles demandent moins d'eau et l'effet du sel est minimisé (Tableau 19). Cette culture occupe les femmes durant toute la période pluviale dans le village de Birkama.

Tableau 18: Variétés de riz cultivées dans le bassin (Source : résultats d'enquêtes)

| Variétés cultivées | Nombre de citations | Fréquences |
|---------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 19 | 12,6% |
| A courte saison | 32 | 21,3% |
| A longue saison | 31 | 20,6% |
| A courte et longue saison | 68 | 45,3% |
| Total des observations | 150 | 100% |

De même, pour s'adapter à la salinisation, les paysans de Goudomp cultivent de plus en plus des variétés de plantes agricoles qui ont un cycle végétatif court. Actuellement, la plupart (45,3%) préfère cultiver les deux variétés (court et long cycle végétatif) afin de couvrir les besoins en riz durant toute l'année. Mais ceux qui n'ont pas la possibilité de cultiver les deux à cause d'un manque de parcelles, se contentent soit à la variété à courte saison (21,3%), ou à longue saison végétatif (20,6%).

A l'issue de cette analyse, on constate la récurrence de deux thèmes techniques : la lutte contre la remontée des biseaux salés et l'intensification de la production par le biais de l'irrigation. Ces deux thèmes centraux ont tendance à occulter un autre non moins important qui est la création des organisations paysannes et le renforcement de leurs capacités pour une auto-prise en charge. Cette négligence coupable conjuguée à d'autres facteurs sociologiques sont pour une large part à l'origine des insuffisances voire de l'abandon du suivi des opérations de développement. Or, vue la situation de Goudomp, un système de gestion urgent des eaux devrait être conçu, mis en place et appliqué par les populations afin de promouvoir une gestion intégrée et durable des ressources en eau.

III. Gestion de l'eau

La sécurité alimentaire, la promotion d'un environnement durable et la lutte contre la pauvreté, sont des phénomènes étroitement liés, et posent des défis de taille à tous les acteurs de développement œuvrant dans la gestion des ressources naturelles, particulièrement celles en eau. Certes, la lutte contre la pauvreté dans le bassin versant de Goudomp nécessite une croissance économique basée sur l'agriculture, mais encore faut-il s'assurer que les villageois en profitent. La promotion d'une gestion durable des ressources passe par la poursuite d'objectifs tels que la lutte contre la dégradation des ressources en eau, des sols et la désertification, la gestion appropriée des ressources en eau et la protection de la biodiversité.

A ce jour il n'y a plus de comité de gestion dans le bassin c'est-à-dire aucune stratégie développée par ces projets n'a survécu. Actuellement les populations font surtout recours à la gestion individuelle plutôt qu'à celle collective. En effet, aucune institution n'intervient au niveau local dans la gestion de l'eau du bassin. Les CVGE et CIVGE jadis créés et mis en place par le PROGES sont dissous à cause du manque de suivi des ouvrages hydroagricoles. C'est ce qui explique l'état de délabrement des vannes du barrage de Birkama et le problème de régulation du trop-plein d'eau que rencontrent les exploitants en amont du barrage et par conséquent l'intrusion des eaux salées dans les parcelles rizicoles. D'ailleurs, nos travaux sur le terrain ont révélé que les groupements de femmes et les ASC existant dans la zone d'étude ont d'autres vocations ou finalités telles que économiques que la gestion de la ressource eau. D'ailleurs le tableau 18 indique que 61,3% des personnes interrogées ignorent l'existence d'une initiative de gestion des eaux ou de lutte contre les problèmes de salinité qui affectent leurs productions dans le bassin.

Tableau 19: Existence d'initiatives de gestion de l'eau dans le bassin (Source : résultats enquêtes)

| Initiatives de gestion de l'eau | Nombre de citations | Fréquences |
|---------------------------------|---------------------|------------|
| Non réponse | 92 | 61,3% |
| Oui | 6 | 4,00% |
| Non | 52 | 34,70% |
| Total des observations | 150 | 100% |

Toutefois, malgré le manque d'initiative de gestion des ressources en eau dans le bassin, on constate que les populations accordent à l'eau la même importance, le même statut que celui de la terre arable. En d'autres termes, le statut de l'eau est presque associé à celui de la terre, laquelle est gérée à l'échelle individuelle ou familiale. Selon le chef du village de Baconding « *Gérer une parcelle rizicole, c'est en même temps gérer l'eau qui s'y trouve* ». Or, pour 52% des populations interrogées (Tableau 10), le problème majeur se trouve dans la lutte contre la salinisation. C'est la raison pour laquelle les femmes ont développé des stratégies de lutte contre l'avancée de la langue salée.

III.1. Typologie des ressources en eau

Les diverses sources d'eau utilisées pour les activités socio-économiques dans le bassin sont : le fleuve Casamance, le barrage hydroagricole, les marigots de Goudomp et de Birkama,

les mares saisonnières, l'eau des bas-fonds et les puits traditionnels. Les activités présentes dans le bassin dépendent de la diversité des ressources en eau du bassin de Goudomp. Le tableau 21 présente les relations entre les différents types de ressources en eau et les usages sectoriels à l'échelle du bassin. Il montre l'importance des eaux de surface fortement sollicitées pour la satisfaction des besoins des usagers, même si par ailleurs la qualité de ces eaux ne permet pas de répondre aux exigences de chaque activité.

Tableau 20: Relation entre types de ressource en eau et usages spécifique de l'eau

| Types d'eau | Usages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eaux de surface Fleuve Casamance Marigot de Goudomp Marigot de Birkama Barrage hydroagricole Marre saisonnière Bas-fonds | Maraichage irriguée Abreuvement du bétail Pêche artisanale Riziculture |
| Eaux de pluie | Agriculture sous pluie Alimentation en eau potable Usage domestique |
| Eaux souterraines Forage Puits forages Puits traditionnels | Maraichage Abreuvement du bétail Usages domestiques |

III.2. Etat de la gestion de l'eau

La gestion de l'eau dans le bassin de Goudomp renvoie à des pratiques sociales traditionnelles (gestion à l'échelle familiale) et moderne à travers l'arrivée ou l'intervention des projets. L'évolution de la gestion de l'eau est marquée par trois phases. Une première phase caractérisée par une gestion individuelle (avant l'intervention de la MAC), la deuxième phase

est marquée par les réalisations des projets (MAC, PROGES) à travers la promotion de gestion collective et la troisième phase caractérisée par le retour de la situation initiale (gestion familiale).

III.2.1. Historique et types de gestion de l'eau

Dans le bassin de Goudomp, peu d'institutions sont intervenues dans la gestion de l'eau. Il s'agit essentiellement de la MAC et du PROGES. En effet, l'arrivée de la mission agricole chinoise en 1973 et plus tard du projet de gestion des eaux du sud en 1996, a restructuré le système de gestion des ressources en eau dans le bassin. Ces institutions, par les aménagements d'ouvrages hydroagricoles et les formations des populations en termes de techniques de gestion avaient créé une harmonie dans la gestion des eaux. Toutefois, le départ de la MAC et du PROGES ont favorisé la reprise de l'ancien système de gestion de l'eau qui se veut quasiment individuel car elle se pratique à l'échelle familiale.

III.2.1.1. Gestion traditionnelle de l'eau dans le bassin

Traditionnellement, la gestion de l'eau dans le bassin de Goudomp relève de la famille. Chaque famille autochtone propriétaire d'une ou de plusieurs parcelles est compétente à gérer l'eau. En effet, dans le bassin de Goudomp, le statut de la terre est étroitement lié à celle de l'eau car le droit coutumier attribue les mêmes valeurs à la terre et à l'eau. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les populations considèrent que gérer une parcelle c'est en même temps gérer l'eau qui s'y trouve.

III.2.1.2. Gestion moderne de l'eau dans le bassin

La gestion moderne des ressources en eau du bassin est marquée par les réalisations de la MAC et le PROGES. Cette gestion est essentiellement caractérisée par un changement de système ou de paradigme de gestion de l'eau. Ces différentes institutions notamment le PROGES à travers l'organisation des populations en comité villageois et inter villageois de gestion a permis une valorisation accrue de la ressource eau. Toutefois, malgré ces réalisations, la population n'a pas su assurer la continuité et a fini par dissoudre les comités villageois de gestion et à adopter à nouveau le système de gestion de l'eau à l'échelle familiale.

III.2.1.3. Contraintes de gestion

Depuis le départ de la MAC et du PROGES, les contraintes de gestion de l'eau sont notées un peu partout dans le bassin versant de Goudomp. Cette situation devient de plus en plus inquiétant vue que le phénomène de l'augmentation et la concentration de la population s'accroît.

Dans le bassin, les contraintes de gestion de l'eau sont essentiellement liées à l'insécurité rendant inaccessible certaines mares ou des points d'eau, à un manque d'initiatives de gestion collective de la ressource en eau, à une absence de cadre de concertation pour la gestion de l'eau et à une insuffisance de dispositifs hydro pluviométriques. Au-delà de ces contraintes, on note une anarchie dans les usages des types d'eau. Les populations attribuent plusieurs fonctions à un type d'eau. Par exemple, l'eau souterraine (puits traditionnels) est utilisée à la fois pour la consommation potable, pour le maraîchage, l'abreuvement du bétail et pour d'autres usages domestiques. Ce fait a des conséquences sur le tarissement rapide de certains puits à cause de la pression.

III.2.1.4. Hypothèses de solution à la gestion de l'eau et des usages dans le bassin

L'ampleur des différents problèmes identifiés et leurs impacts nécessitent des solutions urgentes. En effet, étant le moyen principal d'intégration sur terre, l'eau détient un large potentiel pour éradiquer la pauvreté, augmenter la sécurité alimentaire, améliorer la santé de l'homme et contribuer aux sources d'énergies renouvelables et renforcer l'intégrité et la viabilité des écosystèmes. Ainsi, ces biens et services relatifs à l'eau représentent d'importantes opportunités pour les villageois et les collectivités locales pour atteindre ensemble des objectifs de développement durable. Le tableau 22 montre les hypothèses de solution pour la réduction de la pauvreté par des actions de restauration et d'aménagement de sources d'eau du bassin capables d'améliorer la qualité de l'eau, de générer des revenus et d'améliorer le cadre de vie des populations.

Tableau 21: Hypothèses de solution à la gestion de l'eau et des usages dans le bassin de Goudomp (Source : Résultats d'enquêtes)

| Eau / Usages | Actions prioritaire à mener |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disponibilité d'eau (quantité et qualité) | <ul style="list-style-type: none"> -Restaurer le barrage de Birkama (réparer les vannes) - valoriser les mares saisonnières et moderniser les puits - Augmenter le nombre de forages et élaborer un plan de gestion concertée de l'eau à l'échelle du bassin |
| Agriculture | <ul style="list-style-type: none"> - Planter une agriculture intensive tournée vers des cultures de rentes (amélioration technique) - Intégrer l'engrais et des produits phytosanitaires pour la fertilisation et la conservation des sols, des semences améliorées et des matériels modernisés. - Améliorer les moyens d'exhaures de l'eau pour le maraîchage |
| Elevage | <ul style="list-style-type: none"> -Réaliser des puits pastoraux - Définir et aménager des espaces de pâturages - Améliorer le plateau technique du centre de vaccination de Goudomp |
| Pêche | <ul style="list-style-type: none"> -Augmenter les zones frayère par le reboisement de sujets de palétuvier - Promouvoir une politique d'aire marine protégée Améliorer les techniques d'exploitation et instaurer le repos biologique -Sensibiliser les pêcheurs |

III.3. Conclusion

Les ressources en eau sont tellement importantes pour le maintien de la vie et les activités ou des moyens de subsistance que leur gestion peut s'avérer des plus complexes. Cependant, l'absence d'une stratégie intégrée et coordonnée constitue une entrave à la résolution des problèmes liés à l'eau auxquels les collectivités locales doivent faire face. Les gouvernements et les chercheurs peuvent grandement contribuer à modifier cette situation, à condition d'adopter des méthodologies participatives et ne de pas limiter la portée de leurs recherches à l'environnement biophysique au détriment de l'environnement social.

Conclusion générale

L'étude de l'eau en rapport avec les activités tributaire de l'eau contribue à une meilleure connaissance du bassin versant de Goudomp en général et du comportement hydrologique en particulier. Cette étude est menée dans le souci d'évaluer les disponibilités en eau et les activités économiques liées à l'eau dans le bassin.

La caractérisation des paramètres physiques et climatiques qui déterminent en partie l'écoulement montre que le bassin s'inscrit dans un environnement où les altitudes sont faibles et où les roches sont perméables, d'où la faiblesse d'apport en eau de ruissellement. Mais le problème majeur du bassin n'est pas fondamentalement lié à un déficit d'apport ou d'alimentation en eau par ruissellement mais plutôt à de multiples facteurs d'ordre anthropiques ou encore sociaux (insécurité, concentration de la population dans quelques trois villages, émiettement des parcelles et insuffisance d'eau). L'analyse des données pluviométriques (de 1961 à 2012) nous a permis de distinguer trois périodes : une première période excédentaire allant de 1961 à 1970 ; une deuxième période déficitaire et une troisième caractérisée par un retour pluviométrique.

Les disponibilités en eau dans le bassin sont évaluées aux échelles annuelle, mensuelle et journalière et les résultats montrent que l'eau est effectivement disponible en quantité suffisante en raison des niveaux d'eau plus ou moins importants durant toute l'année. Toutefois, il faut retenir qu'il s'agit en grande partie d'eau salée même si par ailleurs il y a des parties du bassin où l'accès à l'eau reste un grand problème. Ce phénomène est inhérent à la dynamique hydrologique ou encore au comportement hydrologique du bassin versant qui est fortement alimenté par l'eau du fleuve.

Sur le plan activités socio-économiques, l'agriculture est essentiellement pluviale. C'est pourquoi elle est sévèrement touchée par les variations pluviométriques de ces dernières décennies. Les populations du bassin dont les sources de revenu dépendent de cette activité subissent profondément les conséquences. Dans le bassin de Goudomp, la culture du riz constitue la principale activité des populations en saison des pluies (selon 50,7% des personnes interrogées). Mais cette culture est entravée par de multiples contraintes que sont l'infertilité des sols, la salinisation des parcelles rizicoles et surtout le manque de la maîtrise des ouvrages hydro agricoles. De ce fait, on devra mener des actions de restauration des ouvrages en changeant les vannes et en organisant la population pour réguler le trop plein d'eau. L'élevage

est aussi confronté aux problèmes de pâturage, d'insécurité et manque d'eau en saison non pluvieuse. A cela s'ajoutent les maladies quoi qu'elles aient à disparaître du fait de l'assistance du service de l'élevage à travers la présence du centre départemental de vaccination de Goudomp. L'agriculture maraîchère se pratique à la force manuelle. Elle doit être redynamisée afin de participer activement à la consommation alimentaire. Toutes ces stratégies ne seront favorables ou efficaces qu'en adoptant une approche de gestion participative et inclusive. Cela permettra d'organiser les populations à la base afin de promouvoir une autogestion des ressources en eau et des activités à l'échelle village.

Ainsi dans nos travaux futurs que nous envisageons: de changer d'échelle (passer de l'échelle sous bassin de Goudomp à l'échelle bassin versant de la Casamance ou encore faire une étude comparative entre bassin de Goudomp et un autre), d'affiner l'analyse hydrologique en procédant à des mesures hydrométriques avec l'implantation de stations hydrométriques et pluviométriques dans les parties amont et aval du bassin afin de pouvoir déterminer le débit. Ce qui permettrait une meilleure analyse des relations pluie-débit et eau-activités.

BIBLIOGRAPHIE

AMAT J.P. et All., (2008) : Eléments de géographie physique 2ème édition. Bréal, Dijon-Quetigny, 464 p.

BETHMONT J., (2000) : Les grands fleuves, Paris, A. Colin, 255 p.

BRUNET R., FERRAS R., et THERY H., (1993) : les mots de la géographie : dictionnaire critique, Paris, Reclus- la Documentation Française, 518 p.

CASTANY G., (1982) : principes et méthodes de l'hydrologie. Bordas, Paris.

CHERET I. (1967) : L'eau, Editions du Seuil, 127 p.

COLY A et all (2002) : Déficit, adéquation de l'offre et de la demande en eau et dynamique du bassin de l'Anambé. Frened 2002, Regional hydrology

COSANDEY C., (1992) : Influence de la Forêt sur le Cycle de l'Eau : Conséquences d'une coupe forestière sur le bilan d'écoulement annuel, in Hydrologie continentale. Vol. 7, n°1, ORSTOM éditions (p.13-22).

CSE (2010) : Ministère de l'environnement et de la protection de la nature : Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal, Editions 2010, Dakar, 266 p.

DACOSTA H., (1989) : Précipitations et écoulements sur le bassin versant de la Casamance. Thèse de doctorat 3ième cycle en géographie, UCAD, 283 p.

DIALLO M.S., (2008) : Régime, Crues, Etiages du fleuve Casamance en Amont de Kolda, Mémoire de Maîtrise, 101 p.

DGPRES, (Septembre 1994) : Planification des Ressources en Eau : Rapport sur le bilan Diagnostic des Ressources en eau du Sénégal. Dakar.

DGPRES, (Avril1992) : Planification des ressources en Eau : Rapport sur les données de base hydrométrique. Tome 2. Dakar.

DICTIONNAIRE LAROUSSE, (2003) : le Petit Larousse/ VUEF 2002, Paris, 226p.

DIONE J. A., (1998) : Contraintes et Evolution climatique récente au Sénégal Oriental : Impact sur le milieu physique. Thèse de doctorat 3eime cycle, 410 p.

- FAYE C.**, (2013) : Evaluation et Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans un Contexte de Variabilité Hydroclimatique : Cas du Bassin Versant de la Falémé. Thèse de Doctorat en Hydrologie continentale. UCAD. 311p.
- FRECAUT R.** (1979) : Elément d'hydrologie continentale. Précis, CDU, 23 p.
- GEORGES P. et VERGER F.**, (2006) : Dictionnaire de la géographie. Paris, Quadrige/ PUF, 344 p.
- GILLI E., MANGAN C., MAUDRY J.**, (2004) : Hydrologie : Objets, Méthodes, Application. Paris, Dunod, 303 p.
- GOMIS J.**, (Novembre 1994) : Etude Hydrologique du fleuve Gambie en Amont de Kouncy. Mémoire de Maîtrise en géographie. UCAD, 165 p.
- GUILCHER A.**, (1979) : Précis d'hydrologie marine et continentale 2ième édition, Paris, Masson, 344 p.
- HUBERT H.**, (1921) : Eau Superficielle Sénégal, Paris la rose, 31p.
- KANE A., et FALL. A.N.**, (2007) : Hydrologie, in, Atlas Sénégal. Paris, les éditions J.A. aux Editions du Jaguar, (p.64-65)
- LABORDE J.P.**, (2009) : Elément d'hydrologie de Surface. Paris, Masson, 202 p.
- LABOU.A.**, (1995) : Les Disponibilités en Eau dans le Sud-est du Sénégal. Mémoire de Maîtrise 145 p.
- MANGA I.**, (2003) : Crise agricole dans une vallée de la Casamance : Le bassin de Goudomp (Sénégal). 73 p.
- MENDY A.**, (2010) : Ressources en eau des bassins versants de Néma et de Madina Djikoye. Perception, caractérisation de la vulnérabilité et perspective de gestion durable. Thèse de doctorat 3^{ième} cycle UCAD. 327 p.
- MUSY A.**, (1998) Hydrologie appliquée. Editions HGA, 368 p.
- N'DIAYE G.**, (Novembre 1995) : Ressources en Eau : Base de Données hydrométriques du bassin versant de la Gambie en Amont de Guénoto Niamey-Niger.

PAGNEY P., et FRECAUTNR., (1983) : Dynamique des climats et l'écoulement fluvial. Paris, Masson, 239 p.

PARDE M., (1968) : Fleuves et rivières, paris, Armand Colin, 243 p.

RODIER J., (1964) : Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'Ouest du Gongo. Mémoire ORSTOM, Paris, Masson, 239 p.

RODIER J., (1996) : Hydrologie tropicale : Géoscience et Outil pour le développement. Edité par P. Chevalier et B. POUYAUD, 179 p.

SOUMARE P.O., (1999) : Eau et environnement dans le bassin de l'Anambé. Analyse des impacts d'utilisation de l'eau et contribution à la gestion durable des ressources en eau. Mémoire de Maîtrise de Géographie, UGB, Saint-Louis (Sénégal), 186 p.

Webographie

<http://www.theses.ulaval.ca/2013/30127/30127.pdf>

<http://www.portail-omvs>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9n%C3%A9gal_\(fleuve\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9n%C3%A9gal_(fleuve))

<https://vertigo.revues.org/3883>

<http://www.banquemoniale.org/fr/news/feature/2013/04/03/transforming-lives-in-the-senegal-river-basin>

http://www.riob.org/IMG/pdf/Memoire_Edouard_BOINET_-_La_Gestion_Integree_des_Ressources_en_Eau

www.memoireonline

Tables des illustrations

Table des cartes

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Carte 1: Carte de situation du département de Goudomp(abritant le bassin versant) | 9 |
| Carte 2: MNT du bassin versant de Goudomp | 30 |
| Carte 3: Présentation du réseau hydrographique du bassin de Goudomp | 33 |
| Carte 4: Carte des sols du bassin versant de Goudomp..... | 35 |
| Carte 5: Carte d'occupation des sols du bassin de Goudomp | 36 |

Table des figures

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Figure 1: Courbe hypsométrique du bassin de Goudomp | 31 |
| Figure 2: Répartition de la population de Goudomp selon les ethnies | Erreur ! Signet non défini. |
| Figure 3: Evolution de la population du bassin de Goudomp de 1988 à 2016 | 41 |
| Figure 4: Courbes des températures moyennes mensuelles à la station de Ziguinchor en °C (1962-2012)..... | 47 |
| Figure 5: Variation interannuelle des pluies à la station de Diattacounda de 1961 à 2012..... | 49 |
| Figure 6: Evolution de l'ETP en fonction des pluies à la station de Ziguinchor de 1962 à 2012 | 50 |
| Figure 7: Courbes d'évolution de ETP et ETR à la station de Ziguinchor de 1962 à 2012 ... | 52 |
| Figure 8: Bilan climatique du bassin de Goudomp | 52 |
| Figure 9: Evolution des hauteurs d'eau mensuelles dans le bassin de Goudomp de 1987 à 2002 | 56 |
| Figure 10: Evolution interannuelle des hauteurs d'eau dans le bassin de Goudomp de 1987 à 1999 | 57 |
| Figure 11: Evolution des hauteurs d'eau à l'échelle journalière dans le bassin de Goudomp de 1987 à 2002 | 55 |
| Figure 12: Perception de la variation pluviométrique dans le bassin de Goudomp | 58 |
| Figure 13: Aperçu sur le niveau de l'eau dans le bassin versant de Goudomp | 59 |
| Figure 14: Fonctionnement hydrodynamique du bassin versant de Goudomp | 62 |
| Figure 15: Différentes activités menées dans le bassin de Goudomp | 65 |
| Figure 16: Causes de la des rendements agricoles dans le bassin de Goudomp | 67 |
| Figure 17: Facteurs bloquants du développement de l'arboriculture dans le bassin de Goudomp | 69 |
| Figure 18: Perception positive et/ou négative des populations sur le foisonnement des activités dans le bassin de Goudomp | 77 |
| Figure 19: Accès à l'eau des nappes dans le bassin de Goudomp | 79 |

Table des photographies

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Photographie 1: Culture maraîchère et les problèmes d'eau à Bacounding | 68 |
| Photographie 2: Ouvrages hydroagricoles en état de dégradation à Birkama | 81 |
| Photographie 3: Usage d'éléments organiques dans les parcelles rizicoles à Bacounding | 83 |
| Photographie 4: Digue de protection contre la remontée des eaux salées Pontadoss | 84 |

Table des tableaux

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1: Tableau de synthèse de la méthode d'échantillonnage | 23 |
| Tableau 2: Variables calculées pour le bassin versant de Goudomp..... | 29 |
| Tableau 3: Superficie partielle cumulée en % en fonction des altitudes correspondantes . Erreur ! Signet non défini. | |
| Tableau 4: Données des températures moyennes en °C à Ziguinchor 1962-2012 | 47 |
| Tableau 5: Caractéristiques du bilan climatique | 51 |
| Tableau 6: Hauteurs d'eau mensuelles à la station de Goudomp de 1987 à 2002 en cm | 55 |
| Tableau 7: Evolution interannuelle des hauteurs d'eau dans le bassin de Goudomp | 56 |
| Tableau 8: Spéculations de l'agriculture sous pluie dans le bassin de Goudomp | 66 |
| Tableau 9: Appréciation des récoltes par les populations du bassin de Goudomp | 66 |
| Tableau 10: Principaux problèmes de l'agriculture dans le bassin de Goudomp | 69 |
| Tableau 11: Mesures de salinité dans les marigots et bas-fonds dans bassin de Goudomp | 70 |
| Tableau 12: Taux de salinité dans le fleuve Casamance à Goudomp | 71 |
| Tableau 13: Aperçu sur l'abandon des parcelles et la diminution des récoltes | 72 |
| Tableau 14: Contraintes des activités de pêche dans le bassin | 73 |
| Tableau 15: Espèces élevées dans le bassin de Goudomp | 74 |
| Tableau 16: Facteurs bloquants au développement de l'élevage dans le bassin | 75 |
| Tableau 17: Différentes stratégies traditionnelles adaptées | 82 |
| Tableau 18: Avis des populations sur l'efficacité des stratégies..... | 85 |
| Tableau 19: Variétés de riz cultivées dans le bassin | 86 |
| Tableau 20: Existence d'initiatives de de l'eau dans le bassin | 87 |
| Tableau 21: Existence d'initiatives de de l'eau dans le bassin | 88 |
| Tableau 22: Hypothèses de solution à la gestion de l'eau et des usages dans le bassin de Goudomp .. | 91 |

Annexe

QUESTIONNAIRE

Enquêteur : César GOMIS

Date

Identité :

Prénom(s)..... Nom.....

Age..... Sexe : F M

Ethnies : Balante Manding Mancagne Manjack

Diola Autres (wolof ; peul ; Toucouleur)

I. Pluie

1. Avez-vous constaté un changement par rapport au début de l'hivernage?

Oui Non

2. Si oui quelle est la nature de ce changement?

Précoce Tardive

3. Avez-vous constaté un changement par rapport à la fin de l'hivernage ?

Oui Non

4. Si oui quelle est la nature de ce changement

Précoce Tardive

5. Quel constat faites-vous de la pluie durant ces dernières années?

Diminution Augmentation Stabilité

6. Ces phénomènes dérangent-ils vos activités ?

Oui Non

II. Ressources en eau

Eau de surface

7. Le cours d'eau est-il permanent?

Oui

Non

8. Y a-t-il d'autres cours d'eau ou points d'eau?

Oui

Non

9. Si oui sont-ils permanents?

Oui

Non

10. Avez-vous un constat sur le régime hydrologique du bassin de Goudomp ?

Oui

Non

11. Si oui, y a-t-il diminution? augmentation ou Stabilité

Eau souterraine

12. Comment accédez-vous à l'eau des nappes?

Puits

Forages

Puits-forage

13. Sont-ils en nombres suffisants?

Oui

Non

14. Y a-t-il des zones préférentielles pour creuser des puits/

Oui

Non

15. Si oui lesquelles ?.....

III. Disponibilité et accessibilité

16. Où vous ravitaillez-vous?

Puits

Forage

Cours d'eau

Pluie

Point d'eau

17. Comment appréciez-vous la disponibilité de l'eau?

Suffisante Moyenne/peu suffisante Pas suffisante

18. Y a-t-il des conflits liés à l'eau?

Oui Non

19. Si oui à quelle période?

Saison pluvieuse Saison non pluvieuse A tout moment

20. Qui sont ceux qui entrent souvent en conflit?

Agriculteurs vs éleveurs pêcheurs vs agriculteurs autres

21. Comment appréciez-vous la consommation d'eau ces dernières années?

En croissance en baisse stable

IV. Activités économiques

22. Quel type d'activité pratiquez-vous?

Agriculture Elevage Pêche

Agriculture

23. Quel type d'agriculture pratiquez-vous?

Sous pluie Irriguée

Sous pluie, quelles sont les spéculations :

Arachide Mil Sorgho Coton

Riz Autres

24. Si c'est du riz, quelle variété cultivez-vous?

A cours saison à long saison les deux

25. Pourquoi un tel choix ?

26. Rencontrez-vous des difficultés dans la riziculture des bas-fonds?

Oui Non

27. Si oui lesquelles?

Salinisation Ensablement Acidification infertilité des sols Autres

28. Comment trouvez-vous la taille de votre parcelle actuellement?

Diminuée Augmentée Stable

29. Vos rendements ont-ils baissé?

Oui Non

30. Si oui, qu'est-ce qui est à l'origine de cette baisse ?

Suppression de la jachère augmentation rapide de la population Péjoration climatique

31. Quelles stratégies adoptez-vous pour lutter contre ce ou ces problèmes ?

Traditionnelles Modernes

Stratégies traditionnelles :

Culture sur billons Reboisement Usage de troncs de rôniers

Usage de feuilles d'arbres Paillage Renforcement de digue Autre

Stratégies modernes :

Diguette anti-sel Digue Mini-barrage Barrage hydro-agricole

Barrage anti-sel Autres

32. Ces stratégies, sont-elles efficaces et durables ?

Oui un peu Non

Agriculture irriguée :

33. Quelles sont les espèces cultivées ?

Riziculture Maraîchage Foresterie rurale/arboriculture

34. Y a-t-il assez d'eau pour les cultures de contre saison ?

Oui Non

35. Est-ce que les eaux du bassin sont disponibles en quantité suffisantes pour vous permettre de pratiquer le maraîchage?

Oui

Non

36. Quels sont les facteurs bloquants du développement du maraichage ?

Insécurité Politique Augmentation rapide de la population

Manque d'eau

37. Quelles stratégies adoptez-vous pour lutter contre ce ou ces problèmes ?

Traditionnelles

Modernes

Stratégies traditionnelles :

Culture sur billons

Reboisement

Usage de troncs de rôniers

Stratégies modernes :

Diguette anti-sel

Digue Mini-barrage

Barrage hydro-agricole

Barrage anti-sel

Autres

38. Ces stratégies, sont-elles efficaces et durables ?

Oui un peu Non

39. Quelles sont les contraintes de l'arboriculture dans le bassin versant

Insécurité Baisse de la pluviométrie Mouches parasites (mouche des fruits)

Elevage

40. Quels sont les espèces élevées ?

Bovins

Ovins

Caprins

Porcins

Autres

41. Où s'abreuve le bétail ?

Cours d'eau

Point d'eau

Puits

Forage

Autres

42. Y a-t-il assez d'eau pour l'abreuvement du bétail ?

Oui

Non

43. Si c'est non à quelle période constatez-vous ce manque ?

Saison pluvieuse

Saison non pluvieuse

A tout moment

44. Quelles sont vos zones de pâturage ?

Autour du bassin versant Ailleurs

45. Quels sont les facteurs bloquants du développement de l'élevage dans le bassin ?

Insécurité Espace de pâturage réduit Conflits entre éleveurs et agriculteurs

La pêche

46. Pratiquez-vous les activités de pêche ?

Oui

Non

47. Si oui à quelle période ?

Saison pluvieuse

Saison non pluvieuse

A tout moment

48. Comment trouvez-vous les prises de poissons dans ce bassin ?

Très suffisante

suffisante

insuffisante

49. Avez-vous constaté une dégradation de la mangrove ?

Oui

Non

Quels sont les enjeux dans le secteur de la pêche ?

Pression sur les ressources

Prélèvement excessif

Baisse des précipitations

Pisciculture

50. Pratiquez-vous la pisciculture ?

Oui Non

51. Si oui, cette activité est-elle rentable ?

Oui Non

52. Y a-t-il des périodes favorables pour la pisciculture ?

Oui Non

53. Est-ce que la pisciculture menée dans le bassin a comblé le déficit en produit halieutique dans la zone ?

Oui Non

54. Rencontrez-vous des difficultés ces dernières années ?

Oui Non

55. Si oui, lesquelles ?

.....
.....

56. Quels sont les enjeux du secteur de la pêche ?

Pression sur la ressource Baisse de la pluviométrie Evaporation

V. Stratégies de gestion de l'eau :

57. Comment les ressources en eau sont-elles gérées ?

Communauté villageoise Groupement Projet

ONG autres

58. Les villageois sont-ils impliqués dans la gestion ?

Oui Non

59. Qui est le coordonnateur de la gestion ?

Préfet Maire Chef du village Imam

Notable Groupement de femme ONG

60. Avez-vous développé des initiatives de gestion des ressources en eau ?

Oui

Non

61. Si oui lesquelles ?

.....
.....

62. Ya-t-il un système de suivi-évaluation dans le cadre de la gestion de l'eau ?

Oui

Non

63. Quels sont les principaux problèmes de gestion des eaux du bassin ?

L'ignorance de la valeur eau L'incohérence de la gestion

Faibles performances de la gestion

Absence de capacité managériale au niveau local

L'ignorance du débit ou du potentiel en eau

Absence d'une approche cohérente de politiques de gestion de l'eau du bassin

64. Quelles perspectives avez-vous pour une meilleure gestion des eaux du bassin ?

.....
.....
.....

Table des matières

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dédicace et Remerciements | 1 |
| Résumé | 4 |
| SIGLES ET ABBREVIATION | 6 |
| SOMMAIRE | 7 |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 8 |
| I. PROBLEMATIQUE..... | 10 |
| I.1. CONTEXTE..... | 10 |
| I.2. JUSTIFICATION..... | 12 |
| I.3. OBJECTIF GENERAL..... | 12 |
| I.4. HYPOTHESES DE RECHERCHE | 13 |
| II. REVUE DOCUMENTAIRE | 14 |
| III. ANALYSE CONCEPTUELLE | 20 |
| IV. METHODOLOGIES DE RECHERCHES | 21 |
| PREMIERE PARTIE : Présentation générale du bassin de Goudomp..... | 25 |
| Chapitre I : Cadre physique général du bassin versant de Goudomp | 26 |
| Introduction | 26 |
| I. Géologie et hydrogéologie du bassin versant | 26 |
| I.4. Réseau hydrographique..... | 32 |
| I.5. Sols et végétation | 34 |
| I.6. Cadre climatique du bassin versant de Goudomp | 37 |
| Chapitre II : Cadre humain général du bassin versant de Goudomp | 40 |
| Introduction | 40 |
| I.1. Composition de la population du bassin de Goudomp..... | 40 |
| I.2. Evolution de la population du bassin de Goudomp..... | 40 |
| I.3. Activités pratiquées dans le bassin versant de Goudomp | 42 |
| DEUXIEME PARTIE : Disponibilité en eau dans le bassin versant de Goudomp | 44 |
| Chapitre I : Caractéristiques de l'écoulement dans le bassin de Goudomp..... | 45 |
| Introduction | 45 |
| I.1. Types d'écoulement dans le bassin | 45 |
| I.2. Facteurs du bilan hydrique du bassin versant de Goudomp | 46 |
| I.3. Caractéristiques du bilan climatique du bassin de Goudomp..... | 52 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Chapitre II : Disponibilité en eau dans le bassin versant de Goudomp | 54 |
| Introduction | 54 |
| I.1. Evolution et variation des hauteurs d'eau à l'échelle journalière, mensuelle et interannuelle dans le bassin de Goudomp | 54 |
| I.1.3. Evolution journalière des hauteurs d'eau dans le bassin versant de Goudomp..... | 54 |
| I.2. Disponibilité en eau dans le bassin de Goudomp..... | 57 |
| I.3. Dynamique hydrologique du bassin versant de Goudomp..... | 60 |
| TROISIEME PARTIE : Activités socio-économiques dans le bassin versant de Goudomp | 64 |
| Chapitre I : Différentes activités liées à l'eau menées dans le bassin versant de Goudomp | 65 |
| Introduction | 65 |
| I.1. Agriculture..... | 65 |
| I.1.3. Principaux problèmes de l'agriculture dans le bassin versant de Goudomp..... | 69 |
| Chapitre II : Impacts des activités sur les ressources en eau et stratégies de gestion de l'eau dans le bassin versant de Goudomp..... | 76 |
| Introduction | 76 |
| I.1. Impacts du foisonnement des activités dans le bassin versant sur les eaux | 76 |
| I.2. Enjeux | 78 |
| II. Stratégies de lutte développées dans le bassin versant de Goudomp..... | 80 |
| II.4. Limites des stratégies..... | 85 |
| III. Gestion de l'eau..... | 86 |
| Conclusion générale | 92 |
| BIBLIOGRAPHIE | 94 |
| Tables des illustrations | 97 |
| Table des cartes | 97 |
| Table des tableaux | 98 |
| Annexe..... | 99 |